MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO	SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

Q 3317001 J

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO, O.A.

TIPO: **ANTEPROYECTO**	CLAVE: **01.333-0421/2101** REF. CRONOLÓGICA: **01/2021**

CLASE:

SANEAMIENTO Y DEPURACION

TÍTULO BÁSICO:

ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y E.D.A.R. DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE 1 (ASTURIAS)

PROVINCIA:	ASTURIAS	CLAVE:	OV
TÉRMINO MUNICIPAL:	TAPIA DE CASARIEGO	CLAVE:	33.690

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN(IVA INCLUIDO): **9.452.560,09 €**

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:	**JOSÉ JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ**
INGENIERO TÉCNICO DE MINAS:	**ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ**

TOMO I

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

Memoria y Anejos del nº 1 al nº 6

TOMO I

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO 1. Características principales
ANEJO 2. Criterios generales de diseño
ANEJO 3. Situación actual
ANEJO 4. Cartografía y Topografía
ANEJO 5. Geología y geotecnia
ANEJO 6. Estudio de alternativas
ANEJO 7. Pluviometría y climatología
ANEJO 8. Zonificación y población
ANEJO 9. Cálculo de caudales
ANEJO 10. Colectores
ANEJO 11. Trazado y replanteo
ANEJO 12. Emisario
ANEJO 13. Procedimientos constructivos
ANEJO 14. Reposición de servicios
ANEJO 15. Expropiaciones
ANEJO 16. Documento ambiental
ANEJO 17. Gestión de residuos
ANEJO 18. Programa de trabajo
ANEJO 19. Justificación de precios
ANEJO 20. Presupuesto para el conocimiento de la Administración
ANEJO 21. EDAR

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES

DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

MEDICIONES
- Mediciones auxiliares
- Mediciones generales

CUADRO DE PRECIOS
- Cuadro de precios unitarios
- Cuadro de precios descompuestos

PRESUPUESTOS PARCIALES
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

DOCUMENTO Nº 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº 7. DOCUMENTO AMBIENTAL

MEMORIA

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN 1
1.1.- ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS 1
1.2.- ENCUADRE DE LA SITUACIÓN ACTUAL 2
1.3.- OBJETO DEL ANTEPROYECTO 6
2.- TRABAJOS PREVIOS 6
2.1.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL 6
2.2.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA 7
2.3.- CRITERIOS DE DISEÑO 7
2.4.- GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA 7
2.4.1.- Estaciones de bombeo 8
2.4.2.- EDAR 8
2.4.3.- Colectores 9
2.5.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS 9
2.6.- CAUDALES 10
2.7.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS 13
2.8.- BASES Y PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA EDAR 15
2.8.1.- Habitantes Equivalentes 16
2.8.2.- Caudales 16
2.8.3.- Cargas de Contaminantes 16
2.8.4.- Calidad del Vertido 17
3.- DESCRIPCIÓN DEL ANTEPROYECTO 17
3.1.- COLECTORES 17
3.2.- ESTACIONES DE BOMBEO 24
3.3.- ACTUACIONES EN EL PRETRATAMIENTO Y EMISARIO 31
3.4.- EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO 32
3.4.1.- Emplazamiento 32
3.4.2.- Conexiones con el Exterior 32
3.4.3.- Implantación 33
3.4.4.- Esquema del Proceso 34
3.4.5.- Línea Piezométrica 36
3.4.6.- Calidad de las Conducciones 36
3.4.7.- Línea de Agua. Dimensionamiento del Proceso 37
3.4.8.- Línea de Fangos. Dimensionamiento Del Proceso 48
3.4.9.- Desodorización 50
3.4.10.- Bombeo De Vaciados 50

3.4.11.- Instrumentación De Campo 51
3.4.12.- Servicios Generales 52
3.4.13.- Obra Civil 55
4.- ELECTRICIDAD 62
4.1.- ESTACIONES DE BOMBEO Y TANQUE DE TORMENTAS 62
4.2.- EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO 64
4.2.1.- Acometida 65
4.2.2.- Medida 66
4.2.3.- Centro de Transformación 66
4.2.4.- Red en Baja Tensión 66
5.- CONTROL Y AUTOMATISMO 70
5.1.- ESTACIONES DE BOMBEO Y TANQUE DE TORMENTAS 70
5.2.- EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO 70
6.- SERVICIOS AFECTADOS Y COORDINACIÓN CON ORGANISMOS 72
7.- EXPROPIACIONES 73
8.- SOLUCIONES AL TRÁFICO 74
9.- AFECCIONES AMBIENTALES Y ARQUEOLÓGICAS 74
9.1.- DOCUMENTO AMBIENTAL 74
9.2.- AFECCIONES ARQUEOLÓGICAS 75
10.- GESTIÓN DE RESIDUOS 75
11.- SEGURIDAD Y SALÚD 76
12.- PLAN DE OBRA Y PLAZO DE EJECUCIÓN 76
13.- REQUISITOS ADMINISTRATIVOS 77
13.1.- OBRA COMPLETA 77
13.2.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA 78
13.3.- FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS 79
13.4.- PUESTA EN MARCHA DEL ANTEPROYECTO Y GARANTÍAS. 80
14.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES 80
15.- DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PRESENTE ANTEPROYECTO 80
16.- PRESUPUESTO 81
16.1.- CUADROS DE PRECIOS 81
16.2.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL. 81
16.3.- VALOR ESTIMADO DE CONTRATO. 82
16.4.- PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN. 82

16.5.- PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN83
17.- CONSIDERACIÓN FINAL Y DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA..... 84

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

En el Programa de Medidas del Plan Hidrológico de la Demarcación hidrográfica del Cantábrico Occidental 2009 – 2015, aprobado por Consejo de Ministros con fecha 6 de septiembre de 2013, Apéndice X.6, se recoge en su Apartado 1.- Medidas para adoptar el cumplimiento de objetivos medioambientales, en el Subapartado 1.3.1.1.- Nuevas infraestructuras de saneamiento y depuración urbana la actuación:

- Saneamiento y EDAR de Tapia de Casariego

La Administración encargada de los asuntos es la Administración General del Estado.

El Municipio de Tapia de Casariego adolece, en su conjunto, de un sistema de tratamiento de aguas residuales adecuado a las condiciones exigibles para verter al Mar Cantábrico –Zona Normal - de acuerdo a lo establecido por la Directiva 911271 U.E. sobre tratamiento de aguas residuales urbanas.

Por otro lado, debido en gran parte a la estacionalidad en la población del municipio, la falta de infraestructura de saneamiento, (falta de EDAR en Tapia de Casariego), así como a la antigüedad en las EDAR existentes en la zona y sus diseños insuficientes para la población actual, se incumple la normativa vigente en cuanto al tratamiento de aguas residuales urbanas, por lo que se hace necesario las actuaciones previstas en el anteproyecto.

Ante esta circunstancia la Confederación Hidrográfica del Cantábrico licitó en 26 de julio de 2014 el "Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para contratar los servicios técnicos para la redacción del anteproyecto de saneamiento y E.D.A.R. de Tapia de Casariego. T.M. de Tapia de Casariego (Asturias)", redactado en 2015 por la empresa Ingiopsa.

En los Presupuestos Generales del Estado para el año 2018, en la disposición adicional centésima sexagésima tercera, se declara de interés general la obra incluida en el Anexo V.A. del "Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Medio Ambiente, la Confederación Hidrográfica del Norte y el Principado de Asturias, por el que se fija el sistema general de coordinación y financiación para la ejecución en el Principado de Asturias del Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y depuración 2007-2015", correspondiente con aglomeraciones que vierten las aguas residuales urbanas a las zonas de playa y cuya ejecución está asignada a la Administración General del Estado, denominada "Saneamiento y EDAR de Tapia de Casariego (Asturias)".

El Anteproyecto, redactado por los Servicios Técnicos de esta Confederación Hidrográfica tomando como base el proyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de Casariego. T.M. de Tapia de Casariego (Asturias) redactado en el año 2015, incluyendo, exclusivamente, a nivel constructivo la red de colectores principal y estaciones de bombeo que agrupan los vertidos y el Anteproyecto de la futura E.D.A.R. de Tapia de Casariego, que permitirá verter las aguas residuales al mar tratadas adecuadamente, fue remitido por la Dirección Técnica del Organismo a la Subdirección General de Infraestructuras y Tecnología de la Dirección General de Obras Hidráulicas en 25 de Marzo de 2019 para su supervisión y, en su caso, aprobación.

Como resultado de dicha supervisión técnica Suez y Gesambiente, S.L., adjudicatarios de la Supervisión de proyectos para dicha Subdirección General, emiten en 25 de Julio Informe de Supervisión del mismo en el que realizan distintas observaciones de carácter formal y estructural que obliga a revisar dicho proyecto con cierta extensión, aunque muchas de sus observaciones adolecen del rigor suficiente al desconocer físicamente la problemática planteada en dicho proyecto.

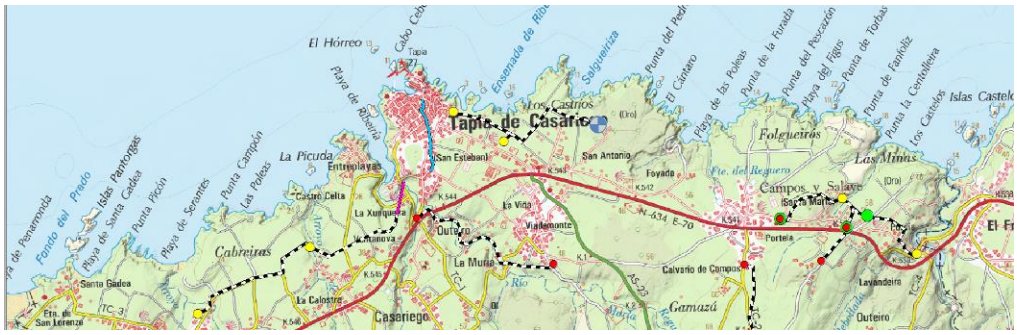
Teniendo en cuenta que ya no se dispone de los contratos y adjudicatarios que dieron lugar a la redacción de los proyectos reseñados, y la necesidad de medios técnicos especializados – como programas de trazado de tuberías y de cálculo estructural de tuberías, muros, etc. - de los que el Organismo adolece, en cuanto a medios materiales efectivamente disponibles, agravado con la situación motivada por la Pandemia del COVID 19 en cuanto a medios humanos disponibles para realizar estos trabajos ya retrasados por los tres meses de confinamiento, se entendió necesario contratar los mismos a un consultor especializado.

Por ello, tras la tramitación administrativa correspondiente, por Resolución del Presidente de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico O.A. de 18 de Noviembre de 2020, se adjudica a la empresa Magna Dea, S.L., el contrato para la ejecución de los "Servicios de asistencia técnica para la revisión técnica de los proyectos de incorporación al saneamiento de Villaviciosa de la margen izquierda de la ría, entre Bedriñana y San Martín del Mar, T.M. de Villaviciosa y del **saneamiento y EDAR de Tapia de Casariego, Fase I, T.M. de Tapia de Casariego (Asturias)**, en la cantidad de diez mil seiscientos noventa y seis euros con cuarenta céntimos (10.696,40 euros), y un plazo de ejecución de tres meses.

Este Anteproyecto obedece a los cambios determinados en el informe de supervisión del proyecto inicialmente remitido, actualizando aquél en cuanto a normativa y otros aspectos, como el documento ambiental, elaborado en este periodo intermedio a la luz de las observaciones al respecto de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental ante la que se ha iniciado la tramitación ambiental del mismo, como paso previo a la remisión para su aprobación, por lo que se aprovechan, total o parcialmente, los principales anejos del proyecto que sirve de base, aunque el alcance del presente sea menor, con las correcciones necesarias fruto del informe de supervisión reseñado, dándosele la forma final de Anteproyecto de cara a su licitación como Concurso de proyecto y Construcción, dado el peso específico de la nueva EDAR en el contexto de esta actuación, con un diseño a nivel de Anteproyecto dadas las tecnologías propuestas.

1.2.- ENCUADRE DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El municipio de Tapia de Casariego se encuentra ubicado en la costa occidental del Principado de Asturias. Limita al norte con el mar Cantábrico, al este con el concejo de El Franco, y al sur y al oeste con el de Castropol. Tiene una extensión de 65,99 km² donde se puede distinguir una zona Norte caracterizada por la rasa costera y al Sur una zona más montañosa, con el Pico Pousadoiro como cota más alta (645 m).

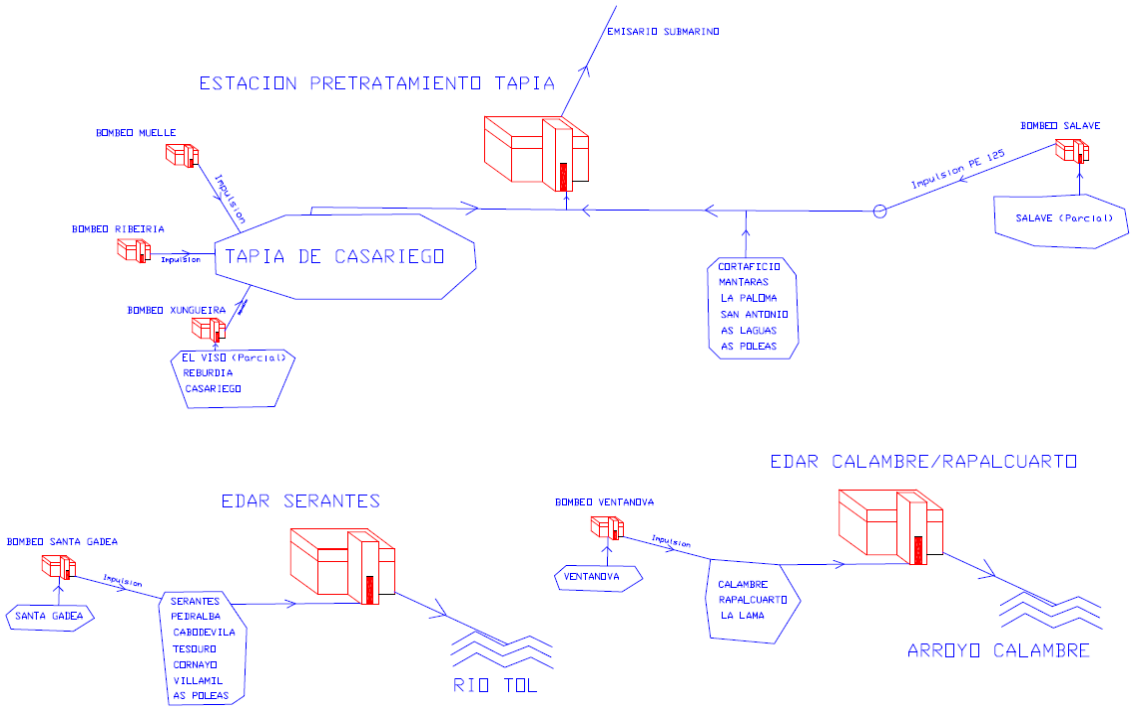


El concejo se articula en cuatro parroquias: Tapia de Casariego, Campos y Salave, La Roda y Serantes. A la de Tapia de Casariego pertenece la villa de Tapia de Casariego, capital del municipio. Y en esta parroquia se da la mayor concentración humana de todo el concejo, con más de la mitad de su población total.

El concejo de Tapia de Casariego cuenta en la actualidad con una red separativa y mixta al incorporarse en la red aporte de pluviales. La red de saneamiento tiene origen en los proyectos desarrollados en los años ochenta, siendo la mayoría de la red de diámetros comprendidos entre 200 y

300mm de fibrocemento, hormigón y PVC a excepción del núcleo de Tapia de Casariego que dispone de diámetros de hasta 500mm de hormigón armado. La pendiente mínima de los colectores es de 0.5%.

El sistema de saneamiento existente se agrupa en tres subsistemas diferenciados:



a) Sistema del núcleo de Tapia de Casariego:

El sistema desarrollado en los años 80, recoge en el edifico de pretratamiento las aportaciones de la red de saneamiento unitario de aguas residuales de diversos núcleos y Parroquias: Campos de Salave (sin incorporar La Roda, Porcía y Campos), los núcleos de Cortaficio, Mántaras, la Paloma, San Antonio, As Laguas, As Poleas, EL núcleo urbano de Tapia de Casariego, y núcleos limítrofes como Casariego, el Viso y Reburdia.

El sistema se estructura en dos cuencas claramente diferenciadas, las cuencas aportadas por gravedad y las cuencas que requieren un bombeo que vierten hacia el río Anguileira, río Muria, las cuales son resueltas mediante tres bombeos (bombeo muelles, bombeo Ribeira y bombeo Xungueira) que elevan el agua residual de aguas negras de cada subcuenca hasta un colector interceptor general (denominado “colector-A”). Para ello se dispone de tres bombeos: Bombeo del muelle: Barrio de San Blas (parcial), muelle, puerto, …; Bombeo de Ribeira: Barrio de San Blas y Bombeo de Xungueira; recoge las aguas del Viso (parcial), Rebudia, Entreplayas y Casariego.

El sistema tiene diversos puntos de vertidos en forma de aliviadero y un único punto de vertido con tratamiento, limitándose este exclusivamente a un pretratamiento de gruesos que transporta el efluente al mar mediante un emisario de DN 200mm de polietileno y una longitud de 884m.

Vista general del edificio de pretratamiento	Vista general del de pretratamiento

Los núcleos de Campos, Porcía el Vallín y Picón pertenecen a la parroquia de Campos de Salave. Desde el punto de vista urbanístico toda la zona está definida como núcleo rural excepto Porcía y el Vallín, que se encuentran dentro del PESC. Además, Vallín y Porcia se encuentran ubicados dentro de la definición de "Costas" del POLA y PGOU e incluido casi en toda su superficie en D.P.M.T. por lo que no es previsible ningún desarrollo urbanístico asociado a crecimiento. La edificabilidad existente es muy dispersa y de muy baja densidad con vertidos directos al río Porcía y a pozos sépticos.

El núcleo de Campos, Vallín, Porcía y Picón no dispone de red de saneamiento en baja desarrollado, existiendo fosas sépticas en viviendas y vertidos directos al cauce del río Porcía y el arroyo de Campos.

Igualmente, las cuencas de las Poleas, Viademonte, Palomas y Viacoba con vertiente al río Muria no dispone de red de saneamiento.

Por lo tanto, el sistema se encuentra incompleto al no recoger los núcleos de Porcía, Campos, la Roda, Viacoba, … Además de no disponer de un sistema de tratamiento del vertido.

b) Sistema de Rapalcuarto:

Los núcleos de Rapalcuarto y Calambre, emplazados en el NW del municipio de Tapia de Casariego, en plena rasa costera. Pertenece a la parroquia de Serantes, caracterizándose por disponer de viviendas aisladas y dispersas de carácter residencial-rural.

Los núcleos están definidos como "Núcleo Rural" en el P.G.O.U. vigente.

El saneamiento está formado por una red de colectores de diámetros comprendidos entre 200 mm y 350 mm de fibrocemento y PVC, con pendientes variables entre 0.5%, 1% y 8% que desembocan en la estación depuradora de aguas residuales de Rapalcuarto

La EDAR de Rapalcuarto está dimensionada para 368 habitantes equivalentes, y un caudal punta de 5,6 l/sg. El proceso de depuración consiste en desbaste previo a base de reja de gruesos, reja de finos y desarenador en arqueta; decantación de flujo vertical y digestión anaerobia, en sendos decantadores-digestores primarios; digestión aerobia en filtro biológico relleno con material plástico de elevada superficie específica, al que se bombea el efluente con Qp. de los decantadores primarios y se distribuye la carga hidráulica con un difusor rotativo, estando previsto el ciclo para una recirculación de factor (3+ 1) a Qm y (0+ 1) a Qp, finalizando el proceso con una decantación secundaria y emisario.

En previsión de emergencias se incluye circuito de By-Pass. Se incluyen cámaras de descarga al inicio de varios colectores en cabeza de red para garantizar así la periódica limpieza de las conducciones.

El sistema se encuentra incompleto al no recoger gran parte de las edificaciones existentes. Además, la EDAR dispone de capacidad y tratamiento limitado tanto en caudal como proceso ante eventos de vertidos puntuales ganaderos.

Vista general del decantador –biológico y decantador secundario, todo construido con elementos prefabricados	Vista general de la caseta de maniobras, decantadores primarios y pretraatamiento

c) Sistema de Serantes:

La parroquia de Serantes, ocupa el extremo noroccidental del municipio de Tapia, tiene una extensión 14,1 kilómetros cuadrados; limitando al norte con el mar Cantábrico, al oeste con la parroquia de Barres (concejo de Castropol), al sur con las de Tol y La Roda y al este con la capital del municipio. Cuenta con 722 habitantes en total.

La red de saneamiento de Serantes comprende los núcleos de Sta. Gadea, Villamil, Penela, Comayo, Tesouro, El Campo, Caleya, San Pelayo, La Lomba, El Prado, Pedralba, Serantes, Carbayal, El Crucero, El Regueiro, Casanova, El Foristo, El Barrero, Cabodevila y Vilanova. No incluye Rapacuarto ni Aventanova que se encuentran incluidos en su propio sistema.

Los núcleos recogidos por la red de saneamiento existente se clasifican de acuerdo con el PGOU como “Núcleo Rural”.

El saneamiento de Serantes está formado por una red de colectores de diámetros comprendidos entre 200 mm y 350 mm de fibrocemento y PVC, con pendientes variables entre 0.5%, 1% y 8% que desembocan en la estación depuradora de aguas residuales de Serantes. La zona de Sta. Gadea posee una estación de bombeo propia que impulsa a la citada red de colectores sus aguas residuales.

Las aguas sanitarias son recogidas en una EDAR. Se trata de una planta de tratamiento biológico de fangos activados en oxidación total dimensionada para 1.250 He.

Dicha depuradora dispone de un aliviadero con rejilla de desbaste a la entrada. A continuación, se dispone el tanque de oxidación y decantación de donde pasa el agua al depósito de cloración para desaguar finalmente a la confluencia de los arroyos Sarello y Tol. Además, se disponen dos eras de secado.

Vista general cámara de cloración, y biológico al fondo	Tratamiento biológico-decantación primaria

1.3.- OBJETO DEL ANTEPROYECTO

El objeto del presente anteproyecto es la mejora del saneamiento de Tapia de Casariego.

Para ello se proyectarán las conducciones de mejora de la red de Tapia de Casariego y recoger las aguas de Mántaras; enviando ambas hasta la futura E.D.A.R. de Tapia de Casariego.

El anteproyecto incluye a nivel constructivo la sustitución del colector principal de Tapia de Casariego, el Bombeo a la EDAR y el Bombeo de Mántaras, así como las conducciones entre la EDAR y el Bombeo al Emisario submarino.

Además, se incluye la definición de las características técnicas, dimensiones y condiciones de servicio de los procesos y equipos que componen la EDAR de Tapia de Casariego.

El desarrollo de este documento se realiza a nivel Anteproyecto con objeto de que posteriormente sea licitado como “proyecto y obra”.

La modificación y adecuación del emisario no se encuentra incluida dentro de la redacción del presente anteproyecto.

2.- TRABAJOS PREVIOS

El presente apartado tiene por objeto describir la toma de datos y los trabajos previos realizados para la definición de las obras objeto de anteproyecto.

2.1.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Como paso previo al comienzo de los trabajos se ha procedido a recopilar la información existente de la red de saneamiento (proyectos, datos de explotación,…). Posteriormente se procedió a recorrer la red de colectores existentes, puntos de vertido, etc., identificando la problemática, necesidad de información complementaria y alcance de los trabajos a desarrollar.

Adicionalmente, se han mantenido reuniones con los diferentes Organismos, Ayuntamiento de Tapia de Casariego y entidades explotadoras de servicios que han permitido identificar la información existente, situación actual y alcance del desarrollo.

El resumen del análisis de la situación actual de la red de saneamiento y pluviales se detalla en el Anejo-3 del presente Documento nº1.

2.2.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

El alcance de los trabajos cartográficos y topográficos se desarrolla en detalle en el Anejo-4 del presente Documento nº1, en los cuales se incluye metodología, comprobaciones, bases, fichas de pozos, levantamientos taquimétricos y resto de datos de trabajos realizados.

Como base inicial a los trabajos cabe señalar la cartografía digital a escala 1:5000 proporcionada por la Confederación del Cantábrico.

Las actividades topográficas realizadas específicamente para este anteproyecto han consistido en la implantación de una Red Topográfica Básica enlazada a una serie de vértices geodésicos, procediéndose posteriormente a la nivelación geométrica.

Tomando como punto de partida las Bases de la Red Topográfica materializadas en la zona de estudio, se llevó a cabo el levantamiento topográfico de puntos de pozos de saneamiento y vertidos.

Al objeto de determinar la red de colectores y puntos de conexión de los futuros diseños, se registraron los valores de la cota de la tapa superior de los registros, así como de los valores planimétricos previamente identificados por el trabajo de inspección en campo. Para ello se empleó principalmente topografía mediante GPS, auxiliada con topografía clásica cuando las condiciones de observación por satélite fueron desfavorables.

Finalmente se realizó el levantamiento taquimétrico, de los terrenos de ocupación de las distintas infraestructuras (colectores, estaciones de bombeo, …). En gabinete se obtuvieron los modelos digitales de cada una de las zonas, representando las curvas de nivel cada metro.

Para la ubicación de la EDAR se desarrollaron diversos levantamientos de parcelas correspondientes a las diferentes alternativas.

2.3.- CRITERIOS DE DISEÑO

El Anejo-2 del Documento nº1 describe en detalle los diferentes criterios de diseño de aplicación en el presente anteproyecto, tanto en la definición de materiales, cálculos hidráulicos, mecánicos, estructurales y eléctricos.

Se definen aspectos hidráulicos y críticos como el diámetro mínimo de colectores de impulsión, que a su vez condicionados por las velocidades mínimas determinan los caudales y cántaras de bombeo. Igualmente se definen los parámetros de diseño de cálculo de caudales, así como otros que finalmente son traducidos en el desarrollo del anteproyecto y su impacto técnico, económico y ambiental.

Los criterios de diseño relativos a la EDAR se incluyen en el Anejo 21.

2.4.- GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

El Anejo-5 del presente Documento nº1, define la caracterización geológica y geotécnica del Anteproyecto en base al estudio bibliográfica, prospecciones y ensayos realizados a lo largo de la traza de los colectores, estaciones de bombeo y EDAR. El estudio hace hincapié en los puntos donde se precisan actuaciones puntuales, permitiendo el establecimiento de los parámetros de diseño necesarios para garantizar por una parte la viabilidad técnica de las obras a desarrollar, fijado de los taludes, el método de excavación, las actuaciones complementarias, y la profundidad y el tipo de cimentación más adecuada, así como la carga máxima admisible sobre el terreno para las obras de fábrica que se proyecten.

Como resumen de los trabajos realizados, se concluye:

2.4.1.- Estaciones de bombeo

De forma general no existen riesgos geotécnicos en las estaciones de bombeo, apoyando casi todas ellas en sustrato rocoso con alta capacidad portante. Adicionalmente las arquetas y estaciones de bombeo son estructuras confinadas con un comportamiento estructural de monobloque. Por otro lado, se ha de considerar los rellenos localizados para evitar las transiciones de los terrenos atravesados.

Las excavaciones se estiman medio-duras hasta alcanzar la roca meteorizada y sana a profundidades comprendidas entre los 1.8 y 2.5m. A partir de esta profundidad será necesario el uso de sistemas de excavación energéticos.

Los taludes de excavación deberán ser estables. De forma general se ha considerado 1H/5V en "rasa" y roca, y 2H/3V en suelos coluviales de Xungueiras.

En todos los casos se utilizarán hormigones HA-30/B20/IV-QbSR.

El material podrá ser utilizado como suelo seleccionado siempre que se proceda al cribado del mismo, y en particular al referido a la roca excavada.

A continuación, se adjuntan comentarios relativos a cada estación de bombeo:

Denominación	Estación de bombeo	Caracterización geotécnica
PD-PT-DP-01 (penetro), Junto a Pretratamiento	EB-Prretratamiento (Tipo-3), ubicada en la calle. Prof. Máx. del terreno 4.8 m	- Aluvial conformado por rellenos granulares y gravas con base de arcillas en fondo hasta los 2.80m. A partir de los 2.80m aparecen areniscas y pizarras con grado de fracturación III - Exacavabillidad media hasta alcanzar la roca. La excavación en roca requerirá medios mecánicos energéticos. - Taludes de excavación 1H/5V, y 2H/3V en rellenos. - Los hormigones a emplear serán HA-30/B20/IV-QbSR - No se indica nivel freático. - Capacidad portante esperada >2.0 kg/ cm2
S-PT-DP-01 (sondeo)	EB-Mántaras (Tipo-2) (profundidad de cimentación máxima del terreno 4.8 m)	- Rellenos antrópicos en las proximidades del pretratamiento existente hasta profunidad estimada de 2.8m. A partir de esta profunidad se prevé la presencia de roca. - Exacavabillidad media hasta alcanzar la roca. La excavación en roca requerirá medios mecánicos energéticos. - Taludes de excavación 1H/5V, y 2H/3V en rellenos. - Los hormigones a emplear serán HA-30/B20/IV-QbSR

2.4.2.- EDAR

La EDAR se encuentran ubicadas en terreno clasificado geológicamente como cuaternario (arcillas limosas y rasa) sobre pizarras, cuarcitas y areniscas. Para la caracterización de los suelos se procedió a la visita de campo y ejecución de dos sondeos y un penetro, además de la caracterización de suelos correspondiente. Por otro lado, el penetro dinámico realizado mostró rechazo a los 2.2m de profundidad.

La plataforma prevista de cimentación de las estructuras oscila entre 2.0m a un máximo de 6.0m de profundidad sobre la cota de plataforma establecida en la 34.0 (aproximadamente +-1.0m de la cota del terreno natural).

El resultado de las prospecciones realizada muestra una divergencia de resultados:

- El sondeo S-PT-DP-01 (Parte media y baja de parcela: próximo a biofiltros y edificio de control), se observan cuarcitas y areniscas donde se ha realizado rechazo en el penetro y SPT>50 a una profundidad de 2.4m.
- El sondeo S-PT-DP-02 (parte alta de la parcela: próximo a depósito de regulación y pretratamiento) la presencia de arcillas blandas entre estratos de pizarras alteradas, alcanzándose las pizarras a profundidades superiores a 8.0m.

Esta circunstancia, junto con el posible riesgo de cimentación de las losas, zapatas de estructuras y arquetas en terrenos de tránsito, duros de alta capacidad portante y lajas blandas de menor capacidad portante hace recomendable adoptar como criterio de diseño para la cimentación la mejora global del terreno en todos los apoyos, debiéndose discretizar posteriormente en obras y tras la redacción del proyecto constructivo de detalle. La mejora consistirá en la sobreexcavación y posterior relleno de una base cimentada de 1.0m de espesor de zahorra artificial compactada al 95% del próctor normal, consiguiéndose garantizar siempre una capacidad portante superior a 1.5 kg/ cm2.

Por otro lado, se ha de indicar que durante la ejecución de las prospecciones no se localizó presencia freática.

2.4.3.- Colectores

2.4.3.1.- Colector de alivio y vertido de la EDAR

Se prevé un colector de alivio de diámetro DN 500 PVC SN8. El trazado del colector está condicionado por la pendiente y el paso bajo los arroyos, para los cuales se ha dejado una cobertura mínima de 1.5m.

A lo largo de la traza se realizaron varios sondeos, entre los que destacan el sondeo S-PT-DP-04, que muestra gravas y arenas con limos hasta profundidad de 4.0m a partir del cual aparece la presencia de roca de grado III. El sondeo S-PT-DP-01 muestra limos arenosos con gravas hasta 2.2m de profundidad a partir de donde se presenta la roca. Por otro lado, la cata CA-PT-PD-01 muestra tierra vegetal con grava de 0.5m de espesor y suelo de alteración conformado por rasa arcillosa de hasta 2.5m de profundidad, con presencia de trozos de rocas meteorizadas a medida que se baja de profunidad.

A la vista de los resultados obtenidos, y para una profundidad media de 5.2m del colector, se estima que la roca oscilará entre valores de 2.5m y 4.0m de profundidad. Lo que se puede estimar un 50% del volumen excavado en roca (adoptando valores máximos de 2.5m).

La zanja se ha previsto con un talud 1H/5V con berma intermedia a 3.0m de altura y 1.0m de ancho. Además, en dicha zanja se alojará la impulsión del Pretratamiento-EDAR, y Mántaras-EDAR

2.4.3.2.- Impulsiones del pretratamiento

Las impulsiones del pretratamiento discurren por el mismo trazado que el colector de alivio y vertido de la EDAR, si bien la profundidad media es de 2.50m. Puntualmente se ha de prever la presencia de roca, si bien la mayoría del trazado será excavado en suelo de transición. Se estima un 25% de roca.

2.5.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El Anejo-6 del presente Documento nº1 incluye el estudio de alternativas de anteproyecto, el cual ha sido estructurado en:

- Alternativa-1 de agrupación de vertidos y una única EDAR:

- Alternativas de materiales: Desarrollado e incluido en el Apéndice 6.1.1. Se analizan y valora técnica y económicamente las tipologías de materiales para colectores de gravedad e impulsión. Se opta por adoptar tuberías de PVC SN8 en tuberías de gravedad y polietileno PE100 en tuberías de presión.
- Alternativas de trazado de colectores: Desarrollado e incluido en el Apéndice 6.1.2. Se definen y valoran múltiples alternativas para cada uno de los tramos estudiados.
- Alternativas de ubicación de la EDAR: Desarrollado e incluido en el Apéndice 6.1.3. Se definen 5 alternativas de ubicación, valorándose el impacto técnico, económico, social y ambiental en el conjunto del anteproyecto.
- Alternativas de tratamiento de EDAR: Desarrollado e incluido en el Apéndice 6.1.5. Se analizan múltiples procesos de tratamiento, valorándose técnica, económica y ambientalmente.

- Alternativas-2 de reposición y ejecución de pequeñas EDAR en Rapalcuarto, Serantes, y la Roda, y una EDAR de Tapia de Casariego que agrupe los sistemas existentes.

A la vista de los análisis multicriterio realizados de las diferentes alternativas, se concluye que la alternativa más ventajosa por su menor impacto ambiental, coste de infraestructura y de explotación corresponde a la alternativa-1 de agrupación de vertidos.

2.6.- CAUDALES

El Anejo-7 del presente Documento nº1 incluye el estudio pluviométrico y climatológico para permitir determinar los índices y parámetros necesarios para la definición de caudales.

El Anejo-8 del presente Documento nº1 incluye la caracterización de la población, viviendas y sectorial para la situación actual como para la futura, con objeto de definir los parámetros básicos del diseño de caudales.

Los resultados obtenidos se resumen en:

- El crecimiento vegetativo de la población es negativo, caracterizado por un envejecimiento de la población con 56% presencia de mujeres y 44% hombres y migración núcleos urbanos de Asturias.
- A efectos de diseño se puede considerar un crecimiento nulo de la población o en su defecto máximo comprendido entre 0% y 1% lo que permitiría dotar de un margen conservador en el cálculo dotacional.
- En los últimos años se ha incrementado el número de viviendas con destino a segunda residencia, principalmente para su uso durante la época estival. Estas viviendas, con tipología de bloque aislado vivienda unifamiliar están situadas en las inmediaciones de la villa de Tapia y confirman la relevancia del turismo estival.
- El PGOU de marzo de 2011 está basado en la creación de Suelos Urbanizables de carácter Residencial para desarrollar los intersticios existentes en el interior urbano, el desarrollo de mayor superficie de áreas urbanizables en las inmediaciones de la villa y en las cercanías de Rapalcuarto y dos áreas industriales, una como ampliación del Polígono Industrial de El Cortaficio y otra próxima al límite con el concejo de Castropol.
- El coeficiente de estacionalidad medio del municipio se estima en 2.7, siendo variable función de las parroquias que se estima entre 1.5 y 2.5. Se estiman los siguientes coeficientes de estacionalidad máximos:

- La ocupación de la población del concejo se distribuye principalmente entre el sector servicios, con aproximadamente el 50 % del empleo y el sector de la agricultura y pesca, con el 28 %, además de la construcción con un 16 % y la industria con apenas el 5%.
- La población ganadera ha sufrido un ligero descenso, aunque se ha producido una agrupación de explotaciones. A efectos de diseño se considerará un crecimiento nulo:

A la vista de los resultados obtenidos se aplican los siguientes valores:

Parámetros de diseño	**Total Tapia**	**Tapia y núcleos**	**Mántaras, S. Ant., Cortaficio**	**Casariego**	**Campos y Salave**	**Campos y Porcía**	**La Roda**	**Rapalcuarto -Calambre**	**Serantes**
POBLACIÓN									
Población base 2015 estival	3.929	1.890	379	102	274	42	594	104	545
Coef. Estacionalidad adoptado	2,81	3,50	3,00	3,00	2,50	2,50	1,50	2,00	2,00
Nº max. Meses estacionales	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Población estacional 2015	11.034	6.614	1.137	306	684	105	890	208	1.090
Coef. crecimiento poblacional adoptado s/ PGOU	0,38%	0,50%	0,50%	0,50%	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%
Población estival 2040 (hab)	4.324	2.141	429	116	288	44	624	110	573
Población estacional 2040 (Hab)	12.257	7.492	1.288	347	719	110	936	219	1.146
POBLACIÓN GANADERA									
Población ganadera 2015	6.580	0	756	189	594	200	2.485	538	1.818
Crecimiento	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Población ganadera 2040	6.580	0	756	189	594	200	2.485	538	1.818

En el Anejo-9 se desarrolla el estudio de caudales de aplicación al presente anteproyecto. Los resultados obtenidos se resumen en:

- El cálculo de caudales de pluviales ha sido realizado para cada subcuenca por diferentes métodos, a los que se ha aplicado un coeficiente de definición de sistema existente. De forma generalizada nos encontramos con un sistema global casi separativo conformado por una red de pluviales correspondiente generalmente a la carretera eje del núcleo o incluso algunas redes desarrolladas. Puntualmente existe conexión de sumideros a la red de saneamiento o viviendas que conectan las bajantes de las cubiertas. Por otro lado, hay núcleos (La Roda, etc.) donde aún no disponen de red de saneamiento, por lo que de acuerdo con el Plan Hidrológico de Cuenca y normativa vigente deberán desarrollar un sistema separativo.

  En los casos en los que existe una red de colectores, estos han sido calculados históricamente sin considerar la aportación total de pluviales, sino con un aporte localizado o parcial, estando en las zonas rurales conformados por una red de colectores interceptores de diámetros comprendidos entre 200-315 mm, de fibrocemento o PVC. Por otro lado, las pendientes mínimas que condiciona el diseño se encuentran comprendidas entre 0.5%-1%, lo que implica una capacidad máxima de transporte limitada.

  Por ello se ha optado por asignar un valor entre 5-15% de la superficie total que será recogida por la red de saneamiento (85-95% de sistema separativo), y contrastar el cálculo mediante el

denominado “método-2”, que considera que se recoge un porcentaje significativo de cubiertas de viviendas y parte de la zona pavimentada.

El resultado de los cálculos arroja de forma generalizada valores superiores a los que el propio sistema de saneamiento sería capaz de transportar, por ello se opta por adoptar un caudal de pluviales próximo al 70% de la máxima capacidad del colector general existente de la red en baja.

- El detalle de los caudales de aguas negras, industriales, de filtración se adjunta en el apéndice 8.2. Como resumen se obtiene los caudales máximos aportados a los nodos que determinarán el cálculo de alternativas y de la solución a desarrollar.

Para el caso de los caudales de aguas negras se ha optado por considerar las dotaciones de diseño recomendadas por la CHC, que por el propio Plan Hidrológico de Cuenca por ser ligeramente más conservador.

En cuanto a las estacionalidades se ha asignado coeficientes función de la tipología del núcleo.

Para el caso de las poblaciones ganaderas, estas han sido consideradas en la aportación a los caudales, traduciéndolas como habitante equivalente, aunque la realidad es que no se encuentren conectadas todas las explotaciones actualmente.

Para el cálculo de los caudales industriales se ha considerado a futuro la totalidad del desarrollo en los polígonos de Cortaficio y Serantes, lo que supone una aportación total muy alta dejando el diseño del lado de la seguridad, si bien condiciona seriamente los caudales transportados hasta la EDAR y que finalmente hay que bombear en Mántaras y Rapalcuarto.

El caudal máximo de diseño se multiplica habitualmente por un coeficiente reductor (habitualmente 0.85) correspondiente al caudal final a adoptar en el diseño. Dicho coeficiente se corresponde con el caudal que llega al saneamiento respecto el de cálculo de abastecimiento. Para nuestro caso se opta por un coeficiente Cr=1.0, lo que deja dichos caudales del lado de la seguridad.

Los resultados de aplicación al anteproyecto se resumen a continuación:

RESUMEN DE CAUDALES (sin aplicar coeficiente reductor)	**Total Tapia**	**Tapia y núcleos**	**Mántaras, S. Ant., Cortaficio**	**Casariego**	**Campos y Salave**	**Campos y Porcía**	**La Roda**	**Rapalcuarto-Calambre**	**Serantes**
SITUACIÓN ACTUAL									
Qmin-inv-2015=QDmin+QImin	9,25	2,73	1,39	0,24	0,67	0,15	2,01	0,40	1,66
Qmin-ver-2015=QDmin+QImin	19,53	9,57	2,48	0,53	1,26	0,24	2,44	0,55	2,45
QDm-inv-2015=QDm+Qim	25,13	5,47	3,76	0,47	1,34	0,31	4,02	0,80	3,37
QDm-Ver-2015=QDm+Qim	57,27	19,14	5,95	1,06	2,53	0,49	4,88	1,10	4,94
Qp-inv-2015=QDp+Qip+QF	76,35	19,48	11,11	3,29	7,17	2,15	14,92	5,59	12,64
Qp-ver-2015 =	118,31	45,13	15,77	6,03	8,85	3,24	16,78	6,40	16,10
Qmax-Inv-2015	666,35	209,48	71,11	63,29	47,17	62,15	74,92	65,59	72,64
Qmax-ver-2015	708,31	235,13	75,77	66,03	48,85	63,24	76,78	66,40	76,10
SITUACIÓN FUTURA									
Qmin-inv-2040=QDmin+QImin	17,52	4,34	6,16	0,34	0,93	0,21	2,70	0,53	2,31
Qmin-ver-2040=QDmin+QImin	33,59	15,17	7,90	0,81	1,80	0,34	3,33	0,76	3,47
QDm-inv-2040=QDm+Qim	44,94	8,67	22,04	0,69	1,85	0,41	5,40	1,07	4,81

RESUMEN DE CAUDALES (sin aplicar coeficiente reductor)									
	Total Tapia	**Tapia y núcleos**	**Mántaras, S. Ant., Cortaficio**	**Casariego**	**Campos y Salave**	**Campos y Porcía**	**La Roda**	**Rapalcuarto-Calambre**	**Serantes**
QDm-Ver-2040=QDm+Qim	85,90	30,35	25,51	1,62	3,60	0,68	6,67	1,51	7,13
Qp-inv-2040=QDp+Qip+QF	100,65	29,14	41,40	4,81	8,07	2,87	19,28	6,64	16,83
Qp-ver-2040=QDp+Qip+QF	161,63	67,37	48,99	6,75	11,83	4,48	21,88	7,04	21,68
Qmax-Inv-2040	690,65	219,14	101,40	64,81	48,07	62,87	79,28	66,64	76,83
Qmax-ver-2040	751,63	257,37	108,99	66,75	51,83	64,48	81,88	67,04	81,68

El agua bruta llega a la parcela de la EDAR, desde los dos bombeos de Mantaras y Tapia de Casariego, mediante sendas tuberías de PE-100/PN6 de 315 y 400 mm

Los caudales que llegarán serán la suma de las combinaciones de los bombeos de Mántaras que agrupa los caudales procedentes de la zona este de Tapia de Casariego, y los bombeados por la estación de bombeo del pretratamiento que agrupa los caudales de la zona oeste (Serantes, Rapalcuarto, Casariego, …) y el núcleo de Tapia de Casariego.

El caudal máximo que puede llegar a la EDAR será la suma de los caudales máximos de los grupos de bombeo de Mántaras y pretratamiento, dimensionados para caudales máximos a futuro y en situación estacional, y equivalente a 5xQm.

Según el esquema hidráulico, estos son caudales que pueden llegar a la EDAR

CAUDALES (m3/s)	
Q1= caudal de B-TC-2	0,0531
Q2= Caudal de BTC-1	0,0860
2xQ1	0,1062
2xQ2	0,1719
2xQ1+2Q2	0,2782

2.7.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

En el Anejo nº10 y Apéndice 10.1 del presente Documento se incluyen los cálculos hidráulicos de los elementos que componen la agrupación de vertidos: colectores de gravedad, colectores a presión, aliviaderos, estaciones bombeo y tanque de tormentas.

El documento incluye los siguientes Apéndices:

- Apéndice 10.1.1.: Esquema hidráulico
- Apéndice 10.1.2.: Cálculo hidráulico de tramos
- Apéndice 10.1.3.: Bombeos (incluye el estudio de alternativas de los bombeos y los grupos seleccionados)
- Apéndice 10.1.4.: Tanque de tormentas

- Apéndice 10.1.5.: Cálculo de tamices
- Apéndice 10.1.6: Cálculo del golpe de ariete
- Apéndice 10.1.7.: Cálculo hidráulico de los colectores de gravedad

El diseño hidráulico de la red de colectores considera los caudales totales máximos de diseño tanto definidos para el año 2040 en el que se ha supuesto la consolidación de parte del PGOU, la construcción de los polígonos de Cortaficio y Serantes al 100% y un crecimiento poblacional definidos en el Anejo-6.

Los sistemas de saneamiento existentes de los diferentes núcleos de Tapia de Casariego han sido considerados como sistemas separativos-mixtos, en los que la red de saneamiento incorpora además de las aguas negras, de filtración e industriales una pequeña parte del caudal de pluviales, pero nunca la totalidad del caudal de escorrentía superficial por disponer de cunetas laterales y no estar conectadas todas las superficies drenantes.

La red en baja de saneamiento de dichos núcleos está configurada por colectores de diámetro máximo de 300mm y 500mm (Tapia de Casariego), cuya capacidad máxima corresponde a la máxima que pueden transportar en dicha sección y pendiente. Es por ello que de forma general se han calculado las aportaciones de caudales limitados siempre por las capacidades máximas de la red de colectores existente en baja.

Los sistemas de Viacoba, Porcía, Campos y la Roda que no disponen de red de saneamiento en la actualidad, por lo que su incorporación está condicionada a la construcción de dicha nueva red. A efectos de cálculo se han tenido en cuenta los requerimientos del Plan Hidrológico de Cuenca, en el que las nuevas construcciones deben considerar sistemas separativos en zonas de nuevos desarrollos. No obstante, al ser sistemas existentes, y a efecto de cálculo de caudales se ha considerado que la nueva red a desarrollar incorporará parte de las pluviales al sistema, tal y como lo hacen los sistemas existentes.

Estas circunstancias (crecimiento poblacional, estacionalidad, desarrollo de polígonos y PGOU, aportación de parte de caudales de pluviales, …) hace que los caudales de diseño queden ligeramente mayorados respecto a lo que puede llegar a ser la realidad si no se producen estas circunstancias, lo que deja siempre del lado de la seguridad a las instalaciones previstas. Respecto a la red de colectores la condición de diámetro mínimo de DN 400mm garantiza siempre capacidad muy superior a la exigida en sistemas, aunque la acumulación de caudales mayorados genera un posible problema en el sobredimensionamiento de los bombeos.

La agrupación de vertidos se prevé realizarla mediante un sistema de bombeos acumulados que confluyen en dos principales bombeos: en la zona este en el bombeo de Mántaras con un caudal máximo de 106l/s, y en la zona oeste en el bombeo del pretratamiento con un caudal máximo de 172 l/s.

Al disponer de grupos de bombeo diseñados para un caudal máximo (aproximadamente a 5 Qm-futuro 2040), independientemente de que llegue más o menos caudal a la cántara, el caudal que bombearán será el indicado en el punto de funcionamiento de los grupos de bombeo. Si llega menos caudal, mayor será el tiempo de retención en la cántara de bombeo, y cuando se alcance la cota definida en la sonda de nivel, se procederá al bombeo de dicho caudal.

La condición mayorada de caudales no es siempre deseable en los grupos de bombeo, ya que la potencia y consumo serán mayor, además de generar mayores caudales que condiciona el dimensionamiento de la EDAR, además los tiempos de espera y retención en la cántara serán muy grandes formándose costras y olores.

Para evitar que estos bombeos generen puntas que condicionen el sobre-dimensionamiento de la EDAR, se opta por disponer de variadores de frecuencia en todos los grupos de bombeo,

interponiendo puntos de funcionamiento en las curvas para bajos caudales de forma que permita laminar la entrega de caudales a la EDAR.

Los bombeos de Mántaras y Pretratamiento que aglutinarán todos los caudales aportados deben ser capaces de cubrir con funcionamiento correcto los periodos secos y no estacionales (invierno). Es por ello que se opta por incorporar un grupo de bombeo auxiliar-jockey de 10 l/s (1+1R) con variador de frecuencia que permita ir enviando caudales a la EDAR sin generar tiempos de espera en la cántara exageradamente altos. Este grupo de bombeo dispondrá de una conducción independiente de diámetro 110 mm PE-100 /PN6, ya que conectarlo a la conducción principal supondría velocidades exageradamente bajas.

Adicionalmente, para no sobredimensionar la EDAR a caudal máximo, se opta por disponer de un depósito de regulación para acumulación de 1 hora, con aliviadero conectado a la red de drenajes natural.

Posteriormente, se diseña un tratamiento de la EDAR para dotar a la misma de suficiente flexibilidad para tratar los caudales recibidos mínimos y máximos tan variables, así como los riesgos de ausencia de carga en evento de lluvias. El detalle del dimensionamiento propuesto se adjunta en el Documento nº6.

El efluente de la EDAR se vierte mediante un colector de DN500 PVC SN8 a la cámara de bombeo del emisario, ubicado en el pretratamiento existente. Actualmente se dispone de dos grupos de bombeo de 35l/s y una tubería de diámetro interior 200mm de polietileno, resultando velocidades de 2.22 m/s.

Al ser el caudal saliente de la EDAR (bien tras tratamiento o por vertido en alivio) muy superior a la capacidad del emisario, será necesario incrementar los bombeos del emisario y ampliar la sección del emisario para verter el agua al mar.

La solución provisional propuesta en el presente anteproyecto consiste en incrementar las bombas del emisario en una similar de 35l/s, obteniéndose velocidades de 3.35m/s, disponiendo a la entrada del pretratamiento una arqueta descarga y alivio de excedentes al canal de pluviales que vierte a la playa.

Incrementos de mayor caudal para el emisario existente no se hace técnicamente viable, alcanzando velocidades excesivamente altas, así como el riesgo de desplazamiento de los macizos de anclaje. En fases posteriores al presente anteproyecto será necesario ampliar el número de grupos de bombeo y el emisario existente con otro nuevo conducto de DN 200mm.

El esquema del funcionamiento hidráulico se encuentra incluido en el Apéndice 10.1.1.: Esquema hidráulica.

La red de colectores diseñada cumple los criterios de diseño hidráulico incluidos en el Anejo-2, resultando una red de colectores de gravedad de DN 400 mm PVC SN8 y una red de colectores a presión se diseña para un diámetro DN 90mm PE100/PN6-10.

Las estaciones de bombeo disponen dos cámaras y alivio de seguridad. Para la gestión de los grupos de bombeo se dispone de sonda de control de nivel y accionamiento mediante ultrasonidos y reserva con boya de posición. Se establecen diversos puntos de funcionamiento mediante la instalación de variador de frecuencia, para evitar tiempos de retención excesivos y graduar el caudal a lo largo de la red de colectores. La gestión de los grupos de bombeo se realiza mediante CCM. Cada colector de impulsión dispondrá de válvula de corte, carrete de desmontaje, válvula de retroceso, ventosa trifuncional y válvula de sobrepresión.

2.8.- BASES Y PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA EDAR

El detalle y datos de partida para el diseño de la EDAR se definen en el Anejo-21 cuyas principales características se resumen a continuación:

2.8.1.- Habitantes Equivalentes

En el Anejo-9 se desarrolla en detalle el estudio de caudales donde se refleja el desarrollo poblacional previsto, la incidencia industrial y de la cabaña ganadera, así como la evolución del crecimiento previsto hasta el año 2040 en los tres criterios mencionados.

A modo de resumen esta es el resultado adoptado:

CÁLCULOS DE POBLACIÓN EQUIVALENTE									
DATOS GENERALES									
Parámetros de diseño	**Total Tapia**	**Tapia y núcleos**	**Mántaras, S. Ant., Cortaficio**	**Casariego**	**Campos y Salave**	**Campos y Porcía**	**La Roda**	**Rapalcuarto-Calambre**	**Serantes**
Habitantes equivalentes									
h-e inv-2015	6.704,71	1.810,92	1.243,90	155,69	444,38	83,92	1.099,51	218,61	1.647,77
h-e ver-2015	13.686,64	6.338,23	1.970,32	351,19	837,72	133,79	1.334,50	300,94	2.419,94
h-e inv-2040	15.248,02	2.871,97	7.298,30	227,45	613,62	112,27	1.478,58	291,76	2.354,07
h-e ver-2040	26.145,95	10.051,88	8.450,34	537,5	1.192,50	185,67	1.824,42	413,17	3.490,48

2.8.2.- Caudales

El caudal máximo que puede llegar a la EDAR es de 0,2782 m3/s, que hemos de considerar como el equivalente a 5 veces del caudal medio. Lo que sitúa el caudal medio en tiempo seco en torno de 0,2782 / 5 = 0,556 m3/s = 200 m3/h

Si tomamos este caudal como el medio diario, el vertido diario habremos de situarlo en 200*24 = 4800 m3 diarios.

Sobre esta base, el criterio que se empleará desde el punto de vista hidráulico es:

- Caudal medio Qm 200 m3/h
- Caudal máximo en tiempo de lluvia, 5 Qm 1000 m3/h
- Caudal punta en tiempo seco, 2 Qm 400 m3/
- Caudal máximo en pretratamiento, 3 Qm 600 m3/h

Por otro lado, en temporada baja, según se plantea en el Anejo 9 poblacional, el conjunto de núcleos de población apenas llega a 3500 habitantes.

Esto supone en tiempo seco, aplicando el criterio de 250 litros * hab y día un volumen diario de 875 m3, lo que supone un caudal medio diario de 36,5 m3/h.

El reto por tanto de este sistema es que ha de afrontar un abanico de caudales desde 36 a 1.000 m3/h, lo que implica un alto nivel de escalonamiento y capacidad de regulación en bombeos intermedios, en la EDAR y en el bombeo del emisario submarino.

Esta necesidad de adaptabilidad preside en consecuencia todo el diseño del sistema y muy en particular el de la EDAR.

2.8.3.- Cargas de Contaminantes

Se toman las cargas medias obtenidas de los resultados analíticos facilitados

- Concentración de DBO5 300 mg/l

- Punta en carga de DBO5 2
- Co0ncentración de DQO 500 mg/l
- Punta en carga de DBO5 2
- Concentración de Sólidos Suspensión 300 mg/l
- Punta en carga de S.S. 2
- Concentración de Nitrógeno Total 48 mg/l
- Punta en carga de Nt 2
- Concentración de Fósforo 10 mg/l
- Punta en carga de P 2

Nota: El valor del fósforo se ha estimado, ya que la analítica disponible no lo contempla

2.8.4.- Calidad del Vertido

La Administración responsable de esta actuación, Confederación Hidrográfica del Cantábrico, dada la proximidad de zonas de baño y a pesar de que esta zona costera no está especificada en la relación de zonas protegidas de la Ley de Costas, estima necesario alcanzar un alto nivel de calidad en el vertido. Por ello, el diseño debe tener en cuenta los criterios más exigentes de la directiva 91/271/CEE pero sin las exigencias para vertido en zonas sensibles.

TABLA 2. REQUISITOS PARA LOS VERTIDOS PROCEDENTES DE INSTALACIONES DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS MEDIANTE TRATAMIENTO SECUNDARIO (a)

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción (b)
DBO_5 (c) (a 20º C sin nitrificación)	25 mg/L O_2	70-90 %
DQO	125 mg/L O_2	75 %
Total sólidos en suspensión	35 mg/L (d)	90 % (d)

En cuanto al fango, tras la deshidratación, deberá tener las siguientes características:

- Sequedad: ≥ 25 ± 2 %
- Estabilidad (% peso de sólidos volátiles remanentes): ≤ 55 % Mat Sec

Además de ello, el agua será razonablemente clara, no detectándose su vertido en el cauce receptor y no tendrá olor desagradable.

3.- DESCRIPCIÓN DEL ANTEPROYECTO

El presente anteproyecto desarrolla la red de saneamiento y EDAR de Tapia de Casariego.

Se proyecta la red de colectores principales en gravedad y presión que permite agrupar los vertidos de saneamiento de los núcleos del Municipio de Tapia de Casariego hasta la futura E.D.A.R. de Tapia de Casariego, renovando la red principal de la capital del concejo.

A continuación, se citan las principales características del anteproyecto:

3.1.- COLECTORES

Se diseña una red de colectores principales de gravedad y presión con una longitud de 7.599 m.

La red de colectores de gravedad se ejecuta mediante tuberías de PVC SN8 de diámetros de 400mm en la red principal. Sólo se diseña el colector de vertido de la EDAR con diámetro DN 500 mm.

La red de colectores a presión se resuelve mediante tuberías de diámetros comprendidos entre 500mm y 110mm de PE-100 PN6 y PN10.

La mayoría de los colectores principales a excepción de la sustitución del colector A8, discurre por terrenos rústicos sin interferencias significativas. El colector de sustitución del colector A8 discurre por calles y viales, siendo necesario la gestión del tráfico y accesos, demolición y reposición del pavimento.

Adicional a la red de colectores expuesta anteriormente, será necesario ejecutar los colectores de alivio de cada estación de bombeo y aliviadero, que parten desde la estructura de alivio hasta el punto de vertido en arroyo definido. Todos los colectores de alivio se diseñan con tubería de PVC SN8 y diámetro DN 400 mm.

Geotécnicamente la red de colectores discurre por rellenos antrópicos y rasa (Arenas limosas y gravas) con profundidades variables en cada tramo que oscila entre 1.0m hasta 4.35m, posteriormente aparece roca de transición (pizarras y areniscas) y cuarcitas y areniscas. En casi todos los casos será necesario equipos de excavación de gran potencia que permita retirar la roca del sustrato inferior, así como el cribado del material excavado si se quiere reutilizar como relleno seleccionado o adecuado.

El trazado en alzado de los colectores de gravedad ha sido desarrollado por los condicionantes geométricos e hidráulicos, cota de salida, llegada y cruces de arroyos, calzadas o vías. En todos los casos se ha considerado una pendiente mínima del 0.5% con objeto de garantizar la velocidad mínima de diseño, aireación y capacidad de los colectores: La pendiente máxima es próxima al 2%, alcanzándose valores muy puntuales de hasta 6% puntualmente, y procediéndose a la ejecución de resaltos donde es necesario.

El trazado en planta de los colectores de gravedad se ha definido por poligonales discurriendo en lo posible por medianerías de parcelas y/o paralelo a caminos existentes.

En todos los cambios de dirección se ha dispuesto pozos de registro ejecutados con base hormigonada in situ HA-30/B20/IV-Qb SR con cunas de cambio de dirección, pozo prefabricado estanco de dimensión DN 1200mm con pates de polipropileno colocados cada 30 cm y tapa de fundición DN 700 mm y carga D-400. Para garantizar la estanqueidad de la arqueta se dispondrá de juntas hidroexpansivas en la unión de las tuberías y en solera-alzado, además de entre piezas prefabricadas.

El trazado de los colectores de impulsión ha sido particularizado en cada ramal con objeto de minimizar las afecciones y reducir al máximo la longitud del colector. El trazado en planta se define por tramos rectos y poligonales, que conforman con diversos ángulos las curvaturas (comerciales) y radios de giro permitidos en las tuberías. Para ángulos superiores a 45º se dispondrá de macizos de anclaje función del diámetro adoptado y presión de trabajo, cuyo detalle se adjunta en el Documento nº2 Planos.

El trazado en alzado se ha adecuado los siguientes criterios generales:

- Relleno de tierras desde la generatriz superior e interior del tubo de 1.0m mínimo
- Pendientes mínimas de la conducción: Descendente en dirección del flujo: 5‰, Ascendente en dirección del flujo: 2‰
- Pendientes máximas en desagües o paso de arroyos: 20%.
- Puntos bajos de la conducción ubicados en los puntos con mayor facilidad para realizar el desagüe.

- Puntos altos de la conducción: en cambios de alineación de la conducción en zonas altas, donde se dispondrá de arquetas de ventosa.
- Intersecciones con carreteras existentes se realizarán a través de hinca, según se ha expuesto en apartados anteriores.

Se disponen arquetas de desagüe en puntos bajos y ventosa en puntos altos. Las arquetas se ejecutan con base hormigonada in situ HA-30/B20/IV-Qb SR con cunas de cambio de dirección y pozo prefabricado de dimensión DN 1200mm y 1500 mm según el diámetro del colector.

Las secciones tipo adoptadas se adecúan a las condiciones geotécnicas del terreno en cada tramo. De forma genérica se adopta sección trapezoidal con taludes subverticales 1H/5V, adoptándose una berma intermedia de 1.0m de ancho a altura de 3.0m, más por razones de seguridad laboral que de la propia estabilidad de la zanja.

Para el caso de cruce de arroyos se adoptará un talud de 1H/1V, y en el caso de la conexión con la estación de bombeo de Xungueiras en terreno aluvial, se adopta 2H/3V.

En todos los tramos ejecutados en calles se ha considerado la necesidad de ejecutar zanja entibada por razones de seguridad laboral.

La sección tipo adoptada se realizará según se cita a continuación:

- La tubería apoya en una cama de arena de espesor mínimo 15 cm y abrazada en un ángulo de 120º.
- El relleno de riñoneras se realiza mediante suelo seleccionado con tamaño máximo 33mm hasta 30 cm por encima de la clave del tubo.
- Posteriormente se procede al relleno de cobertura con suelo adecuado de tamaño máximo 150 mm.
- Finalmente se procede al relleno de 30 cm de tierra vegetal.

A continuación, se adjuntan las principales secciones tipo adoptadas según el diámetro de la tubería:

DN (nominal)	Ancho mínimo zanja entibada (m)	Ancho mínimo zanja (m)	B(m)= Ancho disponible	Apoyo (cm) cama arena silícea c/inundación	Recubrimiento cobertura mínimo (cm)	Profundidad mínima s/ clave (m)	separación mínima en tubería doble (m)	áng. Apoyo	Talud general	Talud cruce arroyos h<2,5m
90	0,80	0,80	0,36	15,00	30,00	1,00	0,80	120º	1H/5V	1H/1V
160	0,80	0,80	0,32	15,00	30,00	1,00	0,80	120º	1H/5V	1H/1V
180	0,80	0,80	0,31	15,00	30,00	1,00	0,80	120º	1H/5V	1H/1V
200	0,80	0,80	0,30	15,00	30,00	1,00	0,80	120º	1H/5V	1H/1V
300	0,80	0,80	0,25	15,00	30,00	1,00	0,80	120º	1H/5V	1H/1V
400	1,20	1,20	0,40	15,00	30,00	1,00	0,80	120º	1H/5V	1H/1V
500	1,30	1,30	0,40	15,00	30,00	1,00	0,80	120º	1H/5V	1H/1V

Los cruces de arroyos se realizarán de forma generalizada por debajo del cauce, modificando la sección tipo de la zanja con el fin de evitar erosiones y además proteger la tubería:

- Se ejecuta una excavación zanja con taludes 1H/1V previo desbroces y retirada de la tierra vegetal estimado en 0.3m. La profundidad de cruzamiento dispondrá de al menos 1.0m de recubrimiento sobre clave de la tubería o un valor equivalente al calado máximo esperado.
- Se apoyará la tubería sobre una base de 15 cm de hormigón HM-20, y se recubrirá tanto en riñoneras como clave con un hormigón HM-20. La altura mínima de relleno sobre clave será de

0.30m.

- Sobre el hormigón se dispondrá de un manto de escollera de 100 Kg y 0.5m de espesor. El manto de escollera se extenderá por los bordes del talud de protección del cauce y sobre el relleno generado hasta la cota de coronación de cauce. El ancho mínimo de la protección será de 3.50m.
- Sobre el manto de escollera se repondrá parte del lecho móvil con suelo adecuado y tierra vegetal en un espesor variable estimado en 0.3m.
- A ambos lados del cruzamiento se dispondrá de arquetas o pozos de registro cuando así se requiera. La separación de las arquetas se ubicará fuera del DPH a una distancia mínima de 5.0m
- Los paralelismos por la zona de policía del cauce público, siempre que sea posible, deberán realizarse respetando la zona de servidumbre de uso público de 5 m. Caso que sea imprescindible llevarlas por esta zona, deberán ir adecuadamente protegidas, sin que sobresalga elemento alguno por encima de la cota del terreno natural

COLECTORES PRINCIPALES	Diámetro Nominal tubería (mm)	Material	Long. (m)	nº POZOS	Nº arquetas ventosa	Nº arquetas desagüe	Trazado	Geotecnia
COLECTOR DE DRAVEDAD SUSTITUCIÓN COLECTOR A-8	400	PVC/SN-8	736	24	0	0	- Se ejecuta a lo largo de la Calle Marqués de Casariego paralelo al colector existente realizando conexiones de recogida en cada uno de los pozos. - El trazado se encuentra siempre con al menos 20 cm por debajo del colector existente y una pendiente mínima del 0.5%, resolviendo problemas de contrapendiente identificados en el colector A8 existente. - La actuación incluye la investigación del estado de los colectores mediante el pase de cámara CCTV y análisis de resultados.	- El colector discurre por rellenos antropizados de las calles, donde si bien no se ha realizado prospecciones por temor a dañar las instalaciones existentes, se estima que la profundidad de los rellenos será de 1.5m, y el resto corresponderá a roca meteorizada o roca sana de grado III. - Es por ello que se prevé una excavación en roca del 9%, además de la demolición del pavimento existente, que corresponde a un 16% del volumen excavado.
COLECTORES DE IMPULSIÓN PRETRATAMIENTO-DEPURADORA	400 y 110	PE-100/PN-6 y PE-100/PN10	1880 + 1880	4	3	3	- El colector de impulsión parte desde el bombeo del Pretratamiento a la EDAR discurre en la misma zanja compartida del colector de gravedad EDAR-Pretratamiento. - Se dispondrá de dos colectores paralelos de diámetros DN 400mm PE-100/PN6 y DN 110mm PE-100/PN-10, alojados en la misma zanja compartida que el colector de gravedad "Depuradora-Pretratamiento".	- El colector discurre por rellenos antropizados de la calle San Andrés - A lo largo de la traza se realizaron varios sondeos, entre los que destacan el sondeo S-PT-DP-04, que muestra gravas y arenas con limos hasta profundidad de 4.0m a partir del cual aparece la presencia de roca de grado III. El sondeo S-PT-DP-01 muestra limos arenosos con gravas hasta 2.2m de profundidad a partir de donde se presenta la roca. - Por otro lado, la cata CA-PT-PD-01 muestra tierra vegetal con grava de 0.5m de espesor y suelo de alteración conformado por rasa arcillosa de hasta 2.5m de profundidad, con presencia de trozos de rocas meteorizadas a medida que se baja de profundidad. - A la vista de los resultados obtenidos, y para una profundidad media de 5.2m del colector, se estima que la roca oscilará entre valores de 2.5m y 4.0m de profundidad. Lo que se puede estimar un 50% del volumen excavado en roca (adoptando valores máximos de 2.5m). - Se estima un 19.3% del volumen total excavado en roca.
COLECTOR DE GRAVEDAD DEPURADORA-PRETRATAMIENTO	500	PVC/SN-8	1.750	35	0	0	- El colector de diámetro DN 500 mm parte de la arqueta de salida de agua tratada de la EDAR. El trazado se diseñada paralelo al camino de servicio existente discurriendo por terreno clasificado como rústico, excepto entre el PK 0+530 y PK0+977 por verse condicionado por la línea de protección de Costas (100m). Posteriormente corta con la calle San Andrés a partir del PK 1+417, cuyo trazado discurre bajo calzada existente compartiendo la zanja entibada con la impulsión del Pretratamiento-EDAR. - El trazado del colector de gravedad se comparte con los colectores de impulsión de Pretratamiento-EDAR (en su totalidad) y Mántaras-EDAR (hasta el PK 1+118), para lo que se ha previsto una zanja con berma de 3.0m de ancho donde se alojan las tuberías de impulsión. - El alzado se encuentra condicionado por el cruce de la vaguada en el PK 0+153, que obliga a excavar hasta 8.0m de profundidad.	- A lo largo de la traza se realizaron varios sondeos, entre los que destacan el sondeo S-PT-DP-04, que muestra gravas y arenas con limos hasta profundidad de 4.0m a partir del cual aparece la presencia de roca de grado III. El sondeo S-PT-DP-01 muestra limos arenosos con gravas hasta 2.2m de profundidad a partir de donde se presenta la roca. - Por otro lado, la cata CA-PT-PD-01 muestra tierra vegetal con grava de 0.5m de espesor y suelo de alteración conformado por rasa arcillosa de hasta 2.5m de profundidad, con presencia de trozos de rocas meteorizadas a medida que se baja de profundidad. - A la vista de los resultados obtenidos, y para una profundidad media de 5.2m del colector, se estima que la roca oscilará entre valores de 2.5m y 4.0m de profundidad. Lo que se puede estimar un 50% del volumen excavado en roca (adoptando valores máximos de 2.5m). - Se estima un 74.24% del volumen total excavado en roca.
COLECTORES DE IMPULSIÓN MÁNTARAS-DEPURADORA	315 y 110	PE-100/PN-6	1.353	4	3	3	- El colector de impulsión desde el bombeo de Mántaras hasta la EDAR discurre a partir del PK 0+171 en la misma zanja compartida del colector de gravedad EDAR-Pretratamiento. (Ver comentarios anteriores). Se dispondrá de dos colectores paralelos de diámetros DN 315mm y	- El colector de impulsión de Mántaras se diseña de diámetro DN 315mm PE-100/PN6 y DN110 PE-100/PN6, cuyo trazado y zanja converge con el de la impulsión del pretratamiento. Es por ello que es extrapolable los resultados obtenidos en las catas y sondeos anteriormente citados. - Adicionalmente se realzó el sondeo S-PTDP01 que muestra la presencia de gravas arenosas y arcillosas hasta 2.8m de profundidad, a partir de la cual aparece roca conformado por areniscas grises y pizarras, con un grado de fracturación III. En este nivel (sustrato rocoso) los ensayos

COLECTORES PRINCIPALES	Diámetro Nominal tubería (mm)	Material	Long. (m)	nº POZOS	Nº arquetas ventosa	Nº arquetas desagüe	Trazado	Geotecnia
							110mm alojados en la misma zanja compartida.	standard de penetración dan valores de rechazo R=50. - Al discurrir el colector a una profundidad media de 2.5m, se estima que la roca estará sobre los 2.2 y 2.80m, por lo que se ha considerado un 22.4% del volumen en roca.
TOTAL			7.599	67	6	6		
TOTAL Gravedad			2.486	67				
TOTAL presión			5.113		6	6		

La red de colectores secundarios parte de la acometida a vivienda y tendrá una disposición telescópica incremental hasta conectar con el colector principal.

Con carácter general se ha considerado que todos los tramos de zonas pavimentadas deberán ejecutarse con entibación cuajada, mientras que los tramos denominados como tierras se ejecutarán con la sección tipo de zanja trapezoidal. A efectos de valoración presupuestaria se ha considerado la ejecución de los colectores en tierra con una profundidad media de 2.5m y una anchura media de la excavación de 1.7m, de los cuales el 20% corresponde a roca. La ejecución de las excavaciones en zanjas entibadas (descontado el pavimento) tienen una profundidad media de 2.2m y una anchura media de 1.2m, de los cuales un 20% corresponde a la excavación en roca.

La reposición del pavimento supondrá una anchura media de 1.50m. en su profundidad.

Respecto a la valvulería asociada a los colectores de impulsión, se ha considerado:

a) Ventosas:

Se ha dispuesto una ventosa trifuncional, para asegurar un adecuado funcionamiento en la fase de llenado y vaciado. Las características se resumen en la siguiente tabla:

Diámetro de la tubería (mm)			Ventosa trifuncional (mm)	Válvula de cierre (VC1)	DN1 (mm)	PN. (atm)
60	-	80	Trifuncional	Compuerta	25	16
100	-	150	Trifuncional	Compuerta	50	16
200	-	250	Trifuncional	Mariposa	65/80	16
250	-	350	Trifuncional	Mariposa	100	16
400	-	500	Trifuncional	Mariposa	150	16

La ubicación de las ventosas cumple los requerimientos expuestos en el Anejo nº2: criterios de diseño, con una separación máxima de 1000m.

b) Desagües:

Las impulsiones objeto de anteproyecto disponen de puntos bajos en los cuales se ha dispuesto desagües conformados arqueta adosada para extracción del vertido mediante bombeo.

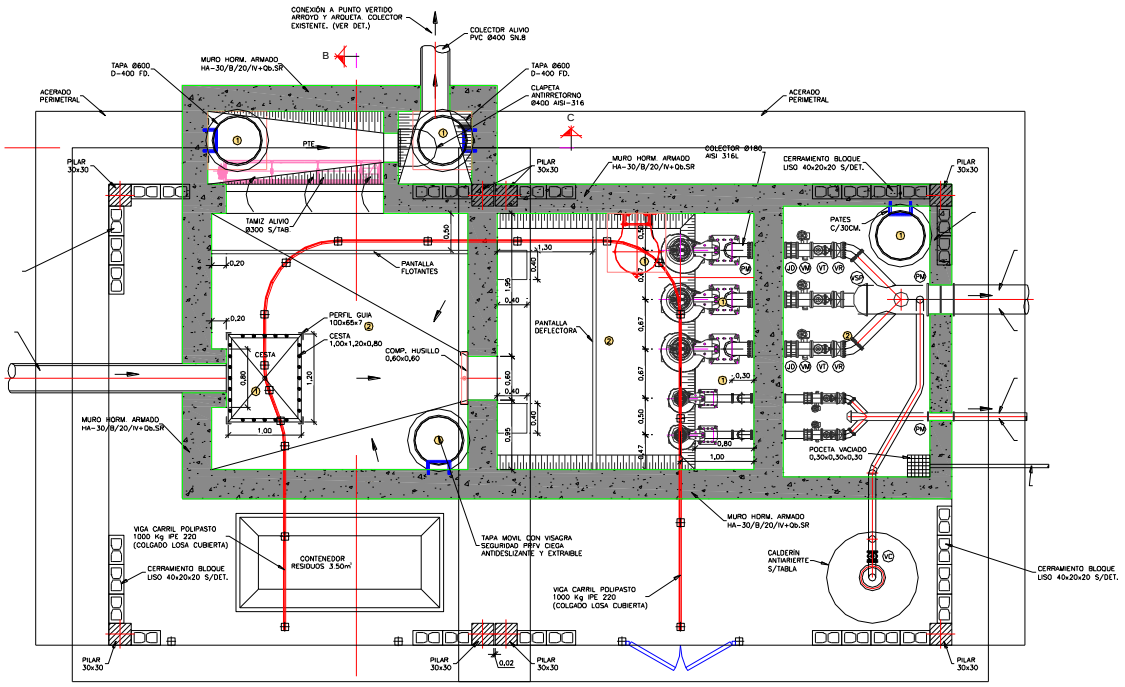
El diámetro y valvulería del desagüe se ha diseñado para permitir un vaciado suficientemente rápido, lo que dependerá de la longitud del tramo a evacuar y del diámetro de la tubería. Además, se limita la velocidad de salida para evitar fallos en válvulas y daños en las zonas de recepción de los caudales desaguados.

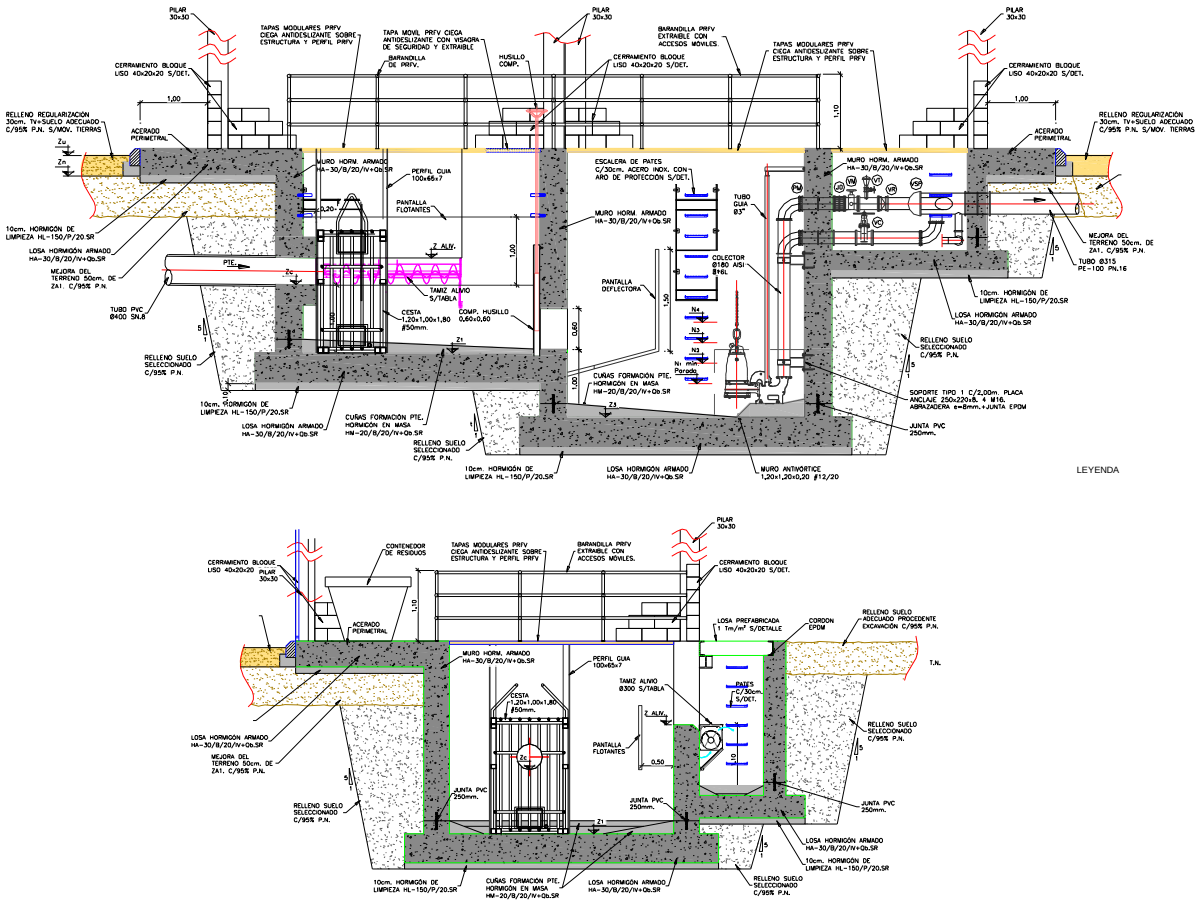
DN tubería	Velocidad vaciado	Qvaciado tubería	DN desagüe	Material
140	0,4 (m/s)	6 (l/s)	75/80	PE-100/PN6
160	0,4	8	75/80	PE-100/PN6
200	0,4	13	100/110	PE-100/PN6
250	0,4	20	100/110	PE-100/PN6
315	0,4	31	100/110	PE-100/PN6
400	0,4	50	125	PE-100/PN6
450	0,4	64	125	PE-100/PN6
500	0,4	79	125	PE-100/PN6

3.2.- ESTACIONES DE BOMBEO

Se han diseñado 2 estaciones de bombeo encargadas de impulsar las aguas residuales a la EDAR. Las estaciones de bombeo han sido clasificadas según tres tipologías geométricas condicionadas no tanto por el requerimiento hidráulico como por las dimensiones geométricas mínimas que han de tener los pozos de gruesos, y cántara de bombeo para una adecuada explotación y definidos como criterios de diseño.

		Tipo-2	Tipo-3
Pozo gruesos	Ancho (m)	3,50	3,50
	Largo (m)	3,50	5,00
	Profundidad respecto cota roja de tubo (m)	1,00	1,50
	Aliviadero lateral	vertedero	tubería DN500
Cántara de bombeo	Ancho (m)	3,50	3,50
	Largo (m)	3,50	5,00
	Profundidad respecto cota roja de tubo (m)	1,00	1,00
Estación de bombeo		• Mántaras	• Pretratamiento





La construcción de la estación de bombeo es enterrada en su totalidad y ejecutada con hormigón armado HA-30/B20/IV-Qb-SR, según los criterios estructurales definidos en el Anejo-2 y Apéndice 10.3. Se dispondrá de cuñas de regulación HM-20 y cuñas antiincrustación.

Las estaciones de bombeo dispondrán de los siguientes elementos:

a) Pozo de gruesos y alivio

Todas las estaciones de bombeo dispondrán de pozo de gruesos dimensionado con el volumen mínimo de retención correspondiente al caudal de laminación + caudal necesario para recoger 20 minutos de tormentas, adoptando 10 l/s-Ha impermeable.

Para el caso de caudales laminados previamente cumplirán la dimensión de 2.5x2.5m con objeto de garantizar de forma adecuada operaciones de explotación y mantenimiento. La profundidad mínima desde la cota roja del colector entrante será de 1.0m.

Para la recogida de gruesos se dispondrá cesta de dimensiones mínimas 0.8x0.8x1.2m de acero inoxidable AISI-316L con separación máxima entre barrotes de 50 mm.

b) Aliviadero, tamiz y pantalla deflectora

En todos los casos y de forma generalizada donde existe estación de bombeo se opta por longitud de aliviadero mínimo de 1.0m, comprobándose que el calado de vertido para caso de fallo de los grupos de bombeo es siempre inferior a 20 cm y en situaciones excepcionales de 30 cm. La condición de calado sobre alivio de hasta 20 cm se debe a la necesidad de no generar un exceso de sobreelevación de la lámina en los colectores de aguas arriba, ya que estos son muy pequeños (generalmente DN400 PVC).

En las estaciones de bombeo tipo-2, se opta de forma generalizada por longitudes de alivio de 2.0m, aunque se cumplan calados pequeños, dotando así de un margen de seguridad y garantía para evitar sobreelevaciones de la lámina de agua.

En todos los casos se diseña la cota del aliviadero teniendo en cuenta la condición de contorno de la embocadura a arroyo, y que la sobreelevación del caudal circulante en el arroyo no suponga riesgo de entrada en los colectores. La cota de aliviadero igualmente es deseable ponerla que no supere a la coronación de la tubería de entronque, ya que esta circunstancia supondrá la entrada en carga del colector. El análisis de estos parámetros ha permitido comprobar que no siempre se dispone de cota para realizar un alivio que cumpla los dos condicionantes, por lo que siempre se ha optado garantizar que el agua del arroyo nunca entre en el colector.

Para el caso del colector salida de la EDAR, este se dimensiona 500 mm de diámetro de PVC –SN8. Al estar limitada la capacidad del bombeo del emisario, se dimensiona un pozo de alivio con objeto de no anegar la cántara existente.

Se dispondrá de una pantalla de deflectora de flotantes de polipropileno reforzado y estructura de acero inoxidable AISI 316L, y posteriormente de un tamiz de malla de paso 6 mm.

Adosado al aliviadero se dispone de una cámara de descarga de alivio de anchura mínima 1.0m, con profundidad mínima de 1.0 respecto la cota de aliviadero. Adosada a dicha arqueta se dispone de otra arqueta de dimensión 1.0x1.0, donde se aloja una clapeta antirretorno para evitar que en caso de crecidas de arroyo pueda verse afectada la entrada de caudal.

El vertido del agua residual al río se realizará mediante tubería de diámetro DN 400 mm de PVC SN8, y obra de fábrica en el punto de vertido, donde se ha considerado la restitución del cauce mediante un manto de escollera y protección de 4.0m de ancho.

c) Cántara de bombeo:

Junto al pozo de gruesos de dispone de la cámara de bombeo de profundidad mínima 1.0m respecto la solera del pozo de gruesos. En dicha cámara se dispondrá de una pantalla deflectora y muros antivórtices de separación de los grupos de bombeo. Los cálculos hidráulicos de las estaciones de bombeo se han realizado siguiendo las recomendaciones del CEDEX y del Hidraulic Institute.

Las cántaras de bombeo han sido dimensionadas para garantizar tiempos de arranque mínimos de 10 minutos.

Para garantizar la limpieza, reparación y corte del caudal entrante, en caso de que se quiera acceder al interior de la cántara de bombeo, se dispondrá de una compuerta de husillo accionable dese superficie mediante volantín manual, que será impermeable en cuatro caras y de acero inoxidable AISI316L con dimensiones 0.6x0.6m

Para prevenir la acumulación de sedimentos, las generatrices de la solera de las cámaras de aspiración estarán achaflanadas dándole pendiente hacia el centro de la misma.

Independientemente de cuál sea su geometría, todos los compartimentos que integren la estación de bombeo deberán ser accesibles, debiendo tener capacidad para poder extraer o introducir los equipos instalados en caso de avería o sustitución. Por ello se dispondrá de tapas móviles antideslizantes de PRFV sobre estructura de PRFV. Perimetralmente además se dispondrá de barandilla móvil de PRFV que se instalará cuando se realice operaciones de extracción de tapas.

d) Grupos de bombeo

De forma general se ha optado por bombas centrífuga antideflagrante – trituradora con paso de sólidos según caudal comprendido entre 65mm (pequeños caudales) y de hasta 100mm (grandes caudales),, totalmente sumergible con motor Efficiency que, de acuerdo con IEC 60034-30, alcanza la eficiencia IE3, con velocidades de 1450 rpm y puntualmente se ha optado por grupos de 2928 rpm y 400 V, capaz de elevar un caudal unitario especificado a la altura manométrica máxima de trabajo

El motor de accionamiento será asíncrono trifásico, con rotor de jaula de ardilla inducido en cortocircuito y funcionamiento en seco. Clase de protección IP 68 y aislamiento clase H. La protección con sondas térmicas limita la temperatura a 140 ºC, lo que permite aumentar la vida útil del motor. Sistema de refrigeración mediante glicol + agua en camisa cerrada (opcional para motores PE3) y libre circulación del medio para motores PE1 y PE2. El motor es apto para servicio continuo en la zona indicada por su curva característica. Ejecución compacta con eje de una sola pieza y características anteriormente definidas.

Los caudales de diseño son los resultantes de caudales máximos definidos en el Anejo-9, y como resultado de la acumulación de caudales de cada tramo. La síntesis de caudales agrupados se adjunta en el esquema de funcionamiento incluido en el Apéndice 10.1.1 y 10.1.2.

Con los datos teóricos de diseño (caudal y manométrica) se ha solicitado el encaje de las curvas a varios fabricantes, resultando finalmente la definición de los grupos para cada estación de bombeo. A este respecto se ha de indicar que el fabricante de bombeo en algunos casos ha considerado ha presentado motores de los grupos posiblemente elevados. No obstante, se ha optado por dejarlos para prever posibles cambios que se pudiera dar en la realidad. Dicho aspecto permite dejar el diseño del lado de la seguridad.

En relación a la manométrica de trabajo en general ha sido ligeramente mayorada con valores de entre 2-5.0mca según los casos, con objeto de cubrir las posibles variaciones de cota y empeoramientos de la rugosidad por envejecimiento de la red a futuro.

El análisis de la curva de gasto y manométrica se adjunta en el Apéndice 10.1.3, en el que se han considerado las pérdidas de carga localizadas de los diversos elementos, las pérdidas de carga lineales y las pérdidas de carga adicionales de reserva de forma que permita garantizar un adecuado funcionamiento del grupo de bombeo.

En el Apéndice 10.1.3 se adjuntan las curvas características con y sin variador de frecuencia aportadas por fabricantes, para las diferentes alternativas estudiadas.

Por otro lado, se ha de indicar que no se ha considerado la variación de la lámina de agua en el pozo de gruesos, que se traduce en una reducción de la manométrica de bombeo. Esta circunstancia favorecerá el rendimiento del grupo de bombeo de forma general.

Para la gestión de los grupos de bombeo se dispone de sonda de control de nivel y accionamiento mediante ultrasonidos y reserva con boya de posición. Se establecen diversos puntos de funcionamiento mediante la instalación de variador de frecuencia, para evitar tiempos de retención excesivos y graduar el caudal a lo largo de la red de colectores.

La gestión de los grupos de bombeo se realiza mediante CCM de características descritas en el Apéndice 10.1.

A continuación, se adjuntan las principales características de los grupos de bombeo:

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS		
	B-TC-2 Mántaras (alt-5 EDAR)	B-TC-1 pretratamiento (alt-5 EDAR)
Alternativa seleccionada	si	si
Tipología de estación de bombeo s/ dimensiones	Tipo-2	Tipo-3
Diámetro impulsión	315	400,00
Tipo material	PE-100/PN5	PE-100/PN5
Longitud (m)	1.332	1.867
Observación		
Caudal de diseño (m3/s)	0,1062	0,1719
Caudal de diseño (m3/h)=	382,47	618,89
Nº de bombas principales instaladas=	2,00	2,00
Nº de bombas principales reserva =	1,00	1,00
Qmax Bp= Caudal unitario adoptado(m3/h)=	191,24	309,44
Qmax Bp bomba principal= Caudal unitario adoptado(m3/s)=	0,05	0,09
ALTURA MANOMETRICA DE BOMBEO ADOPTADO. (Valor redondeado curvas)	29,70	46,50
ALTURA MANOMETRICA DE BOMBEO ADOPTADO. (S/ CÁLCULO)	30,80	43,70
Altura geométrica (desde solera a punto de entrega)	18,00	28,00
Variador de frecuencia	SI	SI
Bomba Jockey	1+1R 10l/s (Hm=42,6m)	1+1R 10l/s (Hm=64,9m)

e) Arqueta de válvulas

Se dispondrá de una arqueta de válvulas adosada a la cántara de bombeo. Las dimensiones mínimas de dicha arqueta serán de 1.5x1.5x1.5m, debiéndose adecuar su anchura a la anchura de la arqueta de bombeo y número de colectores. Igualmente, para el caso de no disponer de una edificación o acceso fácil a la arqueta se garantizará una altura superior a 2.0m.

En el interior de la arqueta se dispondrá de los siguientes elementos:

i. Cada colector de impulsión dispondrá de:
   1. Válvula de corte del mismo diámetro del colector de impulsión
   2. Válvula de retroceso del mismo diámetro del colector de impulsión.
   3. Carrete de desmontaje
   4. Ventosa trifuncional con válvula de corte

ii. El colector general dispondrá de:
   1. Válvula de presión-rotura y vaciado que minimice el efecto de golpe de ariete
   2. Conexión a calderín de apertura por sobrepresión.
   3. Tubería de conexión y vaciado de PE-100.

f) Calderín antiariete

Para mitigar el golpe de ariete se dispondrá de calderines en todas las estaciones de bombeo. El detalle de los cálculos realizados se adjunta en el Apéndice 10.1.6, que se resume en:

Bombeo	Nº de calderines	Volumen del Calderín (l)
Mántaras	1	1.500
EBAR - EDAR	1	6.000

g) Equipos de elevación

Las estaciones de bombeo dispondrán de polipastos con capacidad adecuada a los equipos a elevar y una capacidad mínima de 1000Kg (izado de las bombas y valvulería).

h) Desodorización

A fin de evitar la proliferación de malos olores, todos los elementos que integran las estaciones de bombeo irán alojados en un edificio cerrado, con renovación y tratamiento del aire.

El número mínimo de renovaciones previsto será:

- 5 renovaciones hora en cámara húmeda y 2m de altura de la superficie a tratar
- 3 renovaciones hora en los edificios secos y altura de la superficie a tratar

Se ha proyectado un sistema de desodorización por vía química, con un ventilador de caudal y conducción de aspiración con tomas en diferentes puntos localizados en los lugares donde se prevea la formación y concentración de malos olores.

i) Medidor de o2

En las zonas húmedas de los tanques o estaciones de bombeo se instalarán medidores de O2 para analizar la concentración de oxígeno en el aire, con el fin de que el acceso del personal de mantenimiento a estas zonas se realice con seguridad. Se instalarán equipos aptos para zonas de atmósfera explosiva 1, con medio de protección antideflagrante.

j) Edificación e integración arquitectónica.

La estación de bombeo, a excepción del tipo-3, dispondrá de una edificación integrada estéticamente en el entorno, con dimensiones interiores asociadas a cada tipología y capaces de disponer del espacio suficiente para alojar un contenedor de recogida, el calderín y el equipo de desodorización.

La estructura se realizará de hormigón armado con cerramiento de bloque Split enfoscado interiormente con dos manos de pintura plásticas y exteriormente revestido con placas de pizarra multicolor estéticas y cerramiento de entarimado de madera tratado.

Dispondrá de cubierta inclinada a dos aguas conformada por losa estructural de 30 cm sobre la que se dispondrá de lámina asfáltica impermeable, mortero de regularización rastreles de madera cada 0.6m y correas cada 0.2m donde apoyará losetas de pizarra negra tipo Galicia de dimensiones 400x250mm. La cubierta volará 0.5m sobre cerramiento.

Con objeto de garantizar la luminosidad en el interior se dispondrá de acristalamiento en coronación con estructura de aluminio y revestido estéticamente mediante tablones de madera tratados, y ventanas acristalada de seguridad 5+5mm con perfil exterior de aluminio lacado estético, provista de perfil de cerco con patillas de anclajes, sellado con masilla a base de silicona.

La iluminación artificial aportará entre 150 y 500 lux dando preferencia a aquellas tecnologías que supongan un bajo consumo energético. Para ello se dispondrá de tubos fluorescentes en superficie, báculos adosado y lámpara VSAP 150W para iluminación de los pozos y recinto exterior.

El acceso se realizará mediante dos puertas de dos hojas 2x95x3.75 m de carpintería metálica lamas estética incluso guías y herrajes de colgar, cerco, contra cerco, y herrajes de colgar y seguridad, herrajes de tiro, correderas o practicables, totalmente pintada color negro dos manos.

Para ventilación interior natural se dispondrá de lamas de acero S-275J mediante perfiles de 100 mm de ancho y espesor de lama de 5 mm, perfiles L50-5 y ventilador centrífugo de 1500 Kw.

El solado de la zona de bombas dispondrá de pintura antideslizante

El pozo de entrada, pozo de gruesos y caseta de valvulerías estará cubierta por tapas ciegas antideslizantes de PVC. Además, se dejará provisto de barandilla perimetral extraíble de PRFV que podrá ser desmontada en caso de necesitar el acceso al interior del pozo.

El acceso al interior del pozo se realizará mediante escaleras de acero inoxidable tipo barco con tramos extensibles.

Exteriormente a la edificación dispondrá de acerado perimetral de 1.0m de ancho ejecutado con hormigón estructural HA-30.

k) Urbanización

La urbanización de cada una de las estaciones de bombeo se ha adecuado a las circunstancias espaciales y ambientales de cada ubicación. De forma general la urbanización de las estaciones de bombeo se diseña según los siguientes criterios:

- El acceso desde exterior, donde sea necesario, se ejecutará con zahorra artificial de 5.0m de ancho con 30 cm de espesor compactada al 95% del próctor normal, y cunetas perimetrales.
- El acceso se realiza mediante un camino de 4.0m de ancho con pavimento y superficie preparada para aparcamiento. El pavimento en el parking será de adoquín tipo lanza ecológico o similar de 18x12x8 sobre capa de arena (6 cm) y base de zahorra artificial de 20 cm compactada al 95% PM
- En zonas de paso peatonal o de alto impacto ambiental se utilizará pavimento ajardinado constituido por tierra vegetal, sustrato germinal preparado a base de sustrato con compost enriquecido con arcilla y fibras de 2 a 3 cm. de espesor, rejilla de RC-LDPE tipo Ecocésped o similar rellena de sustrato y precultivado con césped con engranajes entre sí. sobre 30 cm de zahorra artificial
- Los pavimentos peatonales tendrán una pendiente mínima del 2% en la sección transversal.
- Los diferentes tipos de pavimentos se limitarán con bordillos.
- Se dispondrá de puerta de acceso de dos hojas de 2.5x2.0m, y puerta peatonal de 2.0x0.85.
- En las parcelas próximas a los núcleos rurales o urbanos se dispondrá de cerramiento tipo-1 de 2.0m de altura compuesto por malla 10x30-63 galvanizada en caliente plastificada color (a elección de la dirección facultativa) en bastidores tubulares de acero S-275J de 1ª calidad galvanizado en caliente, de diámetro 80 mm y 1.5 mm de espesor, sobre muro de hormigón de 0.25x0.35m de altura variable, en acabado visto, sobre zapata de hormigón HM-20. En las parcelas alejadas de los núcleos rurales o urbanos y en los que exista pantallas vegetales se dispondrá de cerramiento tipo-1 de malla de simple torsión.
- El interior de la estación de bombeo se cubrirá mediante paneles rígidos antideslizantes y estructura de PRFV dimensionada para una carga de 1tn/m2 y barandilla tubular perimetral extraíble de PRFV de 1.1m de altura. El acceso a las diferentes cámaras se realiza mediante pates de polipropileno separados cada 0.3m, y se dispondrá de protecciones tipo barco en pozos de profundidad superior a 2.5m.

Con objeto de integrar paisajísticamente la estación de bombeo se dispondrá de ajardinamiento de la superficie no pavimentada. En terrenos no afectados y dedicados a ajardinamiento se dispondrá de formación de césped por siembra de una mezcla de 3 especies rústicas. Perimetralmente se dispondrá de un seto estético y pantalla visual.

3.3.- ACTUACIONES EN EL PRETRATAMIENTO Y EMISARIO

El Anejo nº 12 del presente anteproyecto incluye los trabajos de inspección del emisario existente.

Tras la prospección realizada se verifica que las dimensiones del emisario son coincidentes con las previstas en el anteproyecto en lo referente al diámetro y material: DN 200 de polietileno PE-100, si bien no ha sido posible encontrar los 24 difusores que debían existir. En el extremo se localizan cuatro difusores, pero ninguno operativo con boquilla.

El estado del emisario es defectuoso, no estando operativos los difusores existentes. La mayor cantidad del efluente vertido se realiza por el extremo del emisario que no dispone de brida ciega.

La velocidad de emisión del efluente es muy elevada encontrándose al límite de su capacidad.

El caudal máximo que llega a la EDAR se estima en 278 l/s. según se expone en el Anejo-9. El diseño previsto en el anteproyecto contempla que el agua tratada y aliviada de la EDAR retorna a pretratamiento, desde donde se bombea al actual emisario cuya capacidad resulta insuficiente.

El emisario actualmente dispone de dos grupos de bombeo de 35 l/s y una tubería de diámetro interior 200mm de polietileno, resultando actualmente velocidades de 2.22 m/s, que son apreciadas en la prospección realizada.

Al ser el caudal saliente de la EDAR (bien tras tratamiento o por vertido en alivio) muy superior a la capacidad del emisario, será necesario incrementar los bombeos del emisario y ampliar la sección del emisario.

En este anteproyecto se contempla incrementar el bombeo del emisario en 35 l/s ubicando una bomba de características similares a las existentes en la bancada libre.

Al incrementar el caudal en 35 l/ se alcanzarán un caudal total de 105l/s, y velocidades de 3.35 m/s en el emisario existente, valores considerados límite para este tipo de infraestructuras.

Por otro lado, el caudal máximo del efluente vertido por la EDAR estimado en 278 l/s no podrá ser vertido al emisario, resultando 178 l/s sin posibilidad de ser bombeados. Es por ello que se ha previsto un alivio de emergencia anterior a la entrada al pretratamiento, tanto por fallo de los grupos de bombeo como por limitación de capacidad de los mismos, que verterá al acantilado junto al aliviadero del pretratamiento existente mediante una tubería de DN 500 mm PVC.

El trazado de dicho colector ha de discurrir por debajo de los colectores de alivio del emisario, y la conducción de impulsión del emisario, para lo que se ha considerado necesario colocar otra arqueta resalto que permita disponer la cota roja del colector de alivio al menos a 3.0m bajo la cota del terreno natural.

Los datos del pozo de aliviadero del pretratamiento se definen en la ficha -6 incluida en el Anejo-4 Topografía.

El esquema y datos generales relativos a las interferencias se incluye en el Documento nº2: Planos.

3.4.- EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO

La E.D.A.R. está calculada para la totalidad del saneamiento del concejo de Tapia de Casariego si bien su carácter modular facilitará la construcción de la misma en función de los caudales a tratar. Las principales características de la EDAR se resumen en:

3.4.1.- Emplazamiento

La EDAR se ubicará en el polígono 6 y parcela 782 sita en el municipio de Tapia de Casariego, correspondiente a la alternativa de ubicación nº4 definida en el Anejo-6, y cuya selección se debe a su mayor lejanía del núcleo urbano y menor impacto ambiental y visual.

Dicha parcela se encuentra clasificada como rústica dentro del PGOU, y dentro de la definición de PESC (Plan Especial de Costas, lo que supone que ha de cumplir los correspondientes requerimientos ambientales.

El Plan Especial del Suelo No Urbanizable de Costas es instrumento de ordenación territorial con el que el Principado pretende salvaguardar y consolidar la imagen de excelencia del territorio litoral. Este plan da un paso más respecto del Plan de Ordenación del Litoral de Asturias (POLA), que clasificaba todo el suelo englobado en la franja de los 500 metros como suelo no urbanizable de costas, sin distinciones, mientras que ahora se zonifican y pormenorizan aquellos enclaves que dentro del suelo no urbanizable de costas merecen una caracterización específica.

Esta parcela tiene una superficie de 9.418 m2, y una topografía que presenta una ligera inclinación de que va de la cota 36 a la 32 hacia el mar.

3.4.2.- Conexiones con el Exterior

Se han proyectado las siguientes conexiones con servicios generales:

3.4.2.1.- Llegada Agua Bruta

El agua bruta llega a la parcela de la EDAR, desde los dos bombeos de Mántaras y Tapia de Casariego, mediante sendas tuberías de PE-100/PN6 de 315 y 400 mm

Los colectores se conducen hasta la parte más alta de la parcela, dando inicio a la línea de agua por gravedad.

3.4.2.2.- Vertido de Agua Tratada

El agua tratada en retornada al actual emisario de Tapia de Casariego ubicado en el edificio de pretratamiento existente, mediante una tubería de PVC-SN8 de 500 mm Ø, y cuyo trazado discurre paralela a la de impulsión de la estación de bombeo del pretratamiento.

El emisario actualmente dispone de dos grupos de bombeo de 35 l/s y una tubería de diámetro interior 200mm de polietileno, resultando velocidades de 2.22 m/s.

Al ser el caudal saliente de la EDAR (bien tras tratamiento o por vertido en alivio) muy superior a la capacidad del emisario, será necesario incrementar los bombeos del emisario y ampliar la sección del emisario. En este proyecto se contempla incrementar el bombeo con una bomba más, de 35 l/s, similar a las existentes, obteniéndose velocidades de 3.35 m/s.

Posteriormente será necesario ampliar el número de grupos de bombeo y el emisario existente con otro nuevo conducto, al menos similar al actual de DN 200 mm.

3.4.2.3.- Punto de Enganche de Energía Eléctrica

La acometida eléctrica en Media Tensión, se define en el expediente 41223, con la denominación: SAN ANTONIO, B.,EDAR FOLGU,SAN ANTONIO(TAPIA DE CASARIEGO,33747. La línea de media tensión se realiza mediante una canalización subterránea hasta parcela, donde se dispondrán los correspondientes equipos de medida, centro de seccionamiento y transformadores.

3.4.2.4.- Agua Potable

El agua potable se suministra desde la población de Tapia de Casariego, tomando una derivación de la tubería que transcurre por la vía de servicio.

Desde este punto, se proyecta una conducción de PE de calidad alimentaria y de 40 mm Ø hasta la parcela, colocando un armario para el contador.

3.4.2.5.- Retirada de Fangos

Los fangos producidos en el proceso, serán almacenados en una tolva y retirados mediante camiones para su uso agrícola o en compostaje.

3.4.2.6.- Telefonía

El proyecto contempla dos líneas ADSL/GSM/GPRS para conexión del control y telemando de la agrupación de vertidos al SCADA de la EDAR, así como mantener líneas de telefonía.

Igualmente se incluye el presupuesto de una acometida telefónica que se enterrará y discurrirá a lo largo del camino de servicio de acceso.

3.4.2.7.- Camino de Acceso

El camino de acceso a la parcela de la EDAR se realiza a través del camino existente que será reforzado y adecuado. Para ello se ha previsto el cajeo de ensanche de ancho de al menos 1.0 a cada lado del camino existente para mejora de la plataforma existente, la ejecución de una base de 30 cm de zahorra artificial de 4.4m de ancho y una mezcla bituminosa de 5 cm de espesor del tipo

Perimetralmente al camino de acceso se ejecutarán cunetas para la recogida de la escorrentía superficial . Transversalmente se dispondrá de un salvacunetas ejecutada con una tubería de hormigón armado de diámetro 500 mm. Para permitir el acceso a las parcelas se ha previsto salvacunetas de diámetro DN 300 mm.

3.4.3.- Implantación

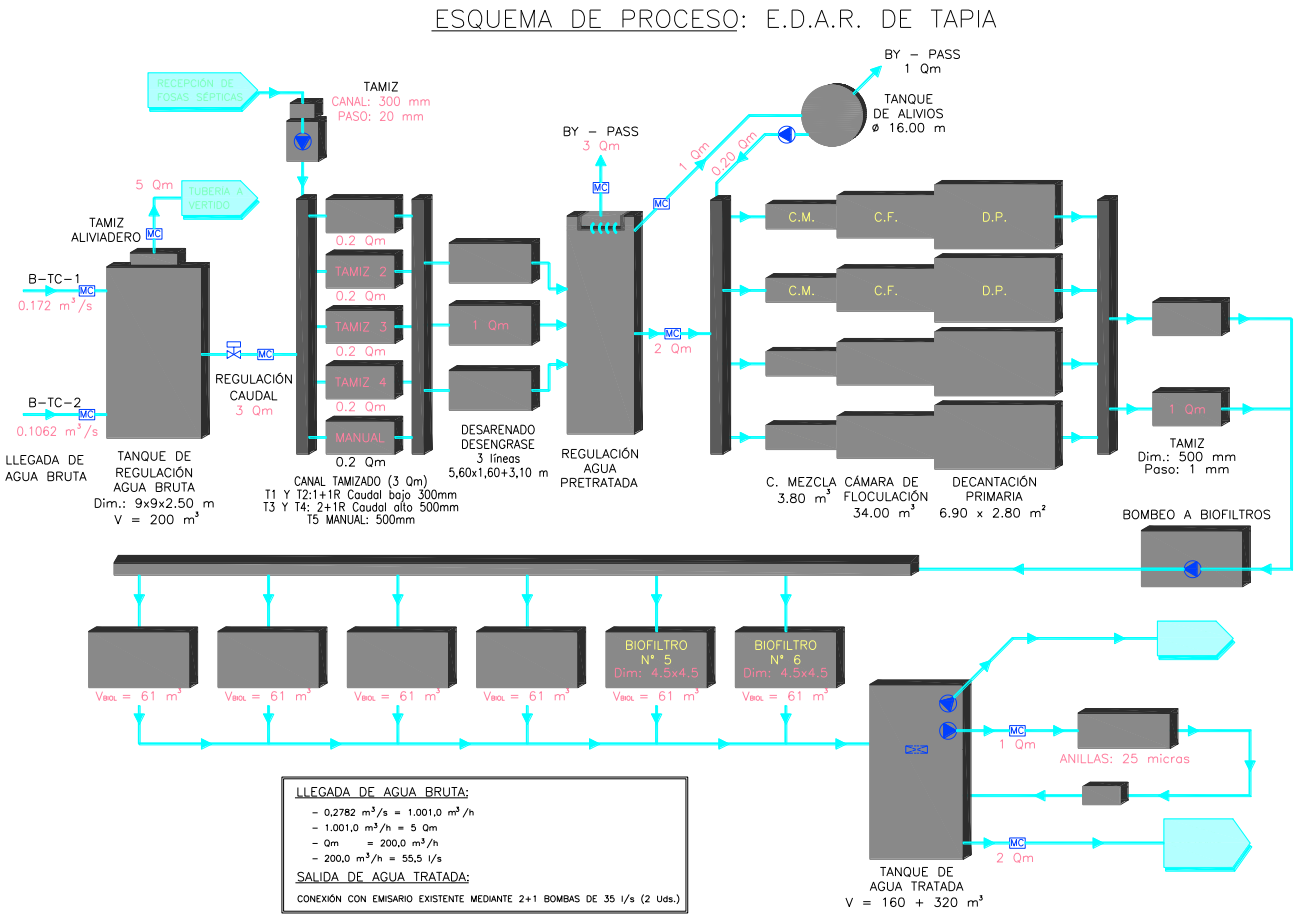
Se ha proyectado una distribución de procesos y una geometría de equipos, que serán ubicados en el interior de edificaciones cerradas, así, se cuenta con:

- Una primera zona del edificio de proceso, alberga la totalidad del pretratamiento, contenedores de residuos y recepción de vaciado de camiones de limpieza de fosas sépticas
- Otra zona del edificio industrial en la que se aloja la totalidad del tratamiento primario, incluyendo los decantadores y el almacenamiento de reactivos
- Una tercera zona en la que se ubicarán los equipos de tratamiento de fangos, instalación de cal, mezclador de estabilización y equipos de deshidratación. Solo la tolva de fangos queda en el exterior, pero está cubierta.
- Un segundo edificio albergará las instalaciones del tratamiento biológico, galería de válvulas e instalaciones de lavado
- El tercer edificio significativo es el de control, que alberga todos los servicios administrativos, laboratorio, taller etc.
- El cuarto es el edificio eléctrico en el que alojar el centro de transformación, cuadros generales de MT y BT así como el grupo electrógeno

El detalle de las soluciones arquitectónicas y accesibilidad se desarrolla en el Anejo H.

3.4.4.- Esquema del Proceso

El esquema de proceso de la EDAR proyectada es el siguiente:



La EDAR se ha proyectado con los siguientes procesos unitarios:

3.4.4.1.- Línea de Agua

Que incluye:

- **Bombeos exteriores**, protegidos con desbaste de 30 mm de paso.
- **Depósito de regulación en cabecera** de EDAR para absorber las puntas entre los 5 Qm que pueden llegar a entrar y los 3 Qm que serían tratados. Su volumen será como mínimo de 1 hora a caudal medio futuro.

  Se dispondrá de un equipo de agitación aireación que garantice como mínimo una potencia relativa de 20 W/m3
- **Tamizado de los eventuales reboses** de agua bruta, para evitar impacto ambiental de vertidos de residuos sólidos. Será calculado para el máximo caudal entrante, 5 Qm futuro y tendrá malla de 6 mm
- **Pretratamiento** dimensionado para el caudal de 3 Qm, con un número de líneas que permita dotar de flexibilidad y fiabilidad al explotador
- **Desbaste de finos**, con paso de 3 mm. En 4 líneas en total, 1+1R para caudales bajos y 2+1R manual para caudales altos.
- **Sistema de descarga de camiones** de fosas sépticas. Compuesto por canal de desbaste y bombeo a cabecera de EDAR.
- **Desarenador y desengrase**, en canal aireado, en 3 líneas
- **Discriminación de caudales** de agua pretratada:
  - 2 Qm hacia tratamiento secundario
  - 1 Qm hacia tanque de alivios
  - Hacia el by-pass general a bombeo emisario, con capacidad para 3 Qm
- **Tanque de alivios** para acumulación puntual de 1 Qm y posterior incorporación al biológico. Con geometría y equipamiento de decantador circular y puente de arrastre de lodos. Pozo de vaciados a cabecera.
- **Tratamiento primario Físico Químico**, dimensionado para 2 Qm, para reducir la carga entrante a los Biofiltros. Se proyecta en 4 líneas cada una de las cuales dispondrá de cámara de mezcla, doble cámara de floculación y decantación lamelar con sistema de barrido de lodos.
- **Tratamiento secundario biológico** dimensionado para 2 Qm. Proceso de Biofiltros con relleno mineral, flujo ascendente y establecido en 6 líneas. Equipamiento de lavado automático con agua y aire. Precedido de tamizado a 1 mm de paso con tamices 1+1R de tipo tambor y montaje en canal.
- **Tanques de almacenamiento de agua para** lavados, aguas fangosas procedentes de los lavados.
- **Tratamiento terciario de afino**, para 1 Qm, mediante filtración de anillas.
- **Tratamiento de desinfección final**, mediante equipos de ultravioleta en tubería.
- **Tanque de laminación de agua tratada** para retorno a bombeo de emisario, para no sobrepasar la capacidad del actual bombeo del emisario.
- **Colector de conexión entre EDAR** y cámara de bombeo de emisario
- **Ampliación de grupos de bombeo de emisario** : 1 Ud 35l/s

- Actuación futura de incremento de la capacidad del emisario, ampliando la tubería de impulsión.

3.4.4.2.- Línea de Fango

- **Purga de fangos primarios**. Mediante bombeo de las purgas de los decantadores a espesado.
- **Aguas de lavado de Biofiltro**. Que se almacenan para ser bombeadas a cabecera del F-Q
- **Espesado**. En una unidad con mecanismo de espesado
- **Deshidratación**. Con dos unidades de decantadora centrífuga y tres bombas de husillo para impulsión del fango espesado.
- **Equipo de preparación de polielectrolito**. Una línea y tres bombas dosificadoras.
- **Estabilización de fango**. Contando con el siguiente equipamiento:
    - Tolva de óxido cálcico
    - Tornillo dosificador
    - Mezclador de cal y fango en seco
    - Bomba de elevación fango estabilizado
    - Silo de almacenamiento de fango estabilizado

Pasando a continuación a desarrollar cada uno de ellos, su dimensionamiento y parámetros de proceso.

El detalle del cálculo del proceso y análisis de flexibilidad se incluye en el Anejo -B.

3.4.5.- Línea Piezométrica

La cota hasta a la que debe ser elevada el agua desde los bombeos ha de ser la 39

Cota de vertedero de emergencia	38,50
La cota de inicio lámina agua en EDAR	35,20
En desarenador	34,84
En cámara de mezcla	34,13
En decantación lamelar	33,73
En decantador de alivios	33,91
En este punto se cuenta con un bombeo para elevación a biofiltros	
En canal de reparto a Biofiltros	35,50
En lecho de biofiltros	34,00
En depósito de agua tratada	33,45
Rasante tubería conexión con tubería de retorno	32,15

El detalle de los cálculos hidráulicos de la EDAR se encuentra desarrollado en el Anejo-C

3.4.6.- Calidad de las Conducciones

Las conducciones proyectadas serán:

– Línea de agua por gravedad, hasta 500 mm Ø, de PVC-SN8 de similares características a las definidas en los colectores de la agrupación de vertidos.

- Líneas de agua impulsada. En tramos vistos, de acero inoxidable AISI 316 L, EN 1.4436. En tramos enterrados, de PE-100/10 o Fundición dúctil. En el caso de circulación por galerías o soportes, deberán preverse los necesarios para evitar flechas de curvatura en las conducciones, por excesiva distancia entre ellos.
- Líneas de fango por gravedad, purgas: de acero inoxidable AISI 316 L, EN 1.4436
- Líneas de fango impulsadas. En tramos vistos, de acero inoxidable AISI 316 L, EN 1.4436. En tramos enterrados, de PE-100/10 o FD
- Líneas de aire. Serán de acero inoxidable AISI 316L
- Líneas de reactivos: polipropileno. Protegidas bajo otro tubo en los cruces con otras líneas o pasos de viales o de servicios.

El detalle de los cálculos hidráulicos de la EDAR se encuentra desarrollado en el Anejo-C

3.4.7.- Línea de Agua. Dimensionamiento del Proceso

Relacionamos los diferentes procesos que conforman la línea de agua

3.4.7.1.- Tanque Regulador de Agua Bruta

Tiene por objeto minimizar el efecto de las puntas de caudal debidas a los bombeos en momentos de lluvia.

Su volumen es de 200 m3, equivalentes a una hora de retención a caudal medio de proyecto.

Sus dimensiones son de 9*9 m en planta y 2,50 m de altura útil.

Para evitar que se den condiciones anaerobias en caso de permanencia prolongada del agua en el tanque, se instala un aireador que hace las dos funciones de agitación y aporte de oxígeno para conseguir unas condiciones aerobias:

Este agitador de 6 KW aportará 4000 gr de oxígeno a la hora y un rendimiento circulatorio de 190 m3/h al nivel máximo de llenado.

La losa de este tanque tendrá una ligera pendiente hacia la tubería de salida, de PE de 500 mm hasta el pretratamiento.

El caudal de entrada a la EDAR se regula hasta un máximo admisible de 3 Qm, 600 m3/h, mediante una válvula reguladora mediante servomotor eléctrico.

Los arranques de la agitación y de la válvula reguladora se controlan a su vez mediante un medidor de nivel de tipo radar.

3.4.7.2.- Tamizado Excedentes

Ante una lluvia prolongada o de gran intensidad puede darse la situación de que se supere el volumen de 200 m3 del tanque regulador.

Para evitar que un eventual vertido contenga sólidos en suspensión, en el vertedero de excedentes se instalará un tamiz, sobre un vertedero de 2 m de longitud, con paso de 6 mm y capacidad de hasta 1000 m3/h, el máximo de 5 Qm que podrían llegar a ser bombeadas hasta la EDAR.

Es un modelo de flujo ascendente y de limpieza por efecto hidráulico sin energía eléctrica, que deja los sólidos en el interior del tanque.

3.4.7.3.- Recepción de Fosas Sépticas

Para el vaciado de los camiones que transportan residuos procedentes de las operaciones de vaciado de fosas sépticas, se ha previsto:

– Un canal de desbaste, de 300 mm de anchura, accesible desde el exterior del edificio, con una reja de desbaste de limpieza automática, de 20 mm de paso.

– Un pozo de bombeo en el que se instalan dos bombas 1 + 1R de 20 m3/h. Estas bombas elevan el agua hasta el inicio del proceso, en la obra de reparto a los canales de desbaste.

3.4.7.4.- Tamizado

Dado el gran abanico de caudales de llegada, de 40 a 1000 m3/h, se han proyectado:

– Dos canales de 300 mm de anchura y 700 mm de altura, uno en reserva, con tamices rectos de limpieza automática de 3 mm de paso

– Dos canales de 500 mm de anchura y 700 mm de altura, con tamices similares.

– Un canal en by-pass, de 500 mm de anchura y equipado con una reja de desbaste de limpieza manual de 15 mm de separación entre pletinas.

Cada canal contará con sus correspondientes compuertas de aislamiento de entrada y salida, compuertas con accionamiento motorizado y servicio todo-nada con indicador de posición

En el diseño del desbaste se tendrá en cuenta:

– Velocidad de acercamiento en el canal > 0,4 m/s a caudal mínimo.

– Velocidad de paso a caudal máximo< 1,2 m/s (con atascamiento máximo del 30%).

El resguardo de la coronación de los canales sobre el máximo nivel de lámina previsto será al menos de 40 cm. La guarda hidráulica, es decir, la diferencia de cota entre el punto más alto de los barrotes y la máxima lámina teórica del agua, será como mínimo de 15 cm.

Los tamices han de ser construidos en acero inoxidable 316 y en caso de disponer de uñetas o elementos móviles, estos podrán ser de materiales plásticos.

Las compuertas han de ser de acero inoxidable 316 y su accionamiento será motorizado, preferiblemente eléctrico, con apertura todo-nada e indicador de posición en el SCADA de control.

La disposición de las compuertas será tal que en cualquier caso garantice la no acumulación de grasas o flotantes en la lámina de agua.

El arranque y parada de los mecanismos de limpieza se controlarán por nivel aguas arribas de las rejas y temporizado.

Para la evacuación del detritus de rejas y tamices se utilizarán preferentemente tornillos transportadores que descargarán sobre contenedores, incluyendo el suministro del número de éstos que se estime como resultado de cálculos y de la implantación y acceso a la nave.

Todos los canales tendrán la posibilidad de ser vaciados de manera individual, disponiendo para ello de la correspondiente válvula.

Se dispondrán tomas de agua a presión de la red de servicios, con objeto de poder realizar una fácil limpieza de la zona.

3.4.7.5.- Desarenado Desengrase

Proceso que a su vez comprende:

3.4.7.5.A.1.- Tanques Desarenadores

Se han proyectado tres líneas, cada una para 1 Qm, 3 Qm en total, en canales longitudinales aireados, divididos longitudinalmente en dos zonas, para separación de arenas y flotantes y equipados con puentes de desplazamiento longitudinal que a su vez sustentan las bombas de extracción de arenas y el mecanismo de arrastre de los flotantes:

Los caudales de diseño son:

- Caudal medio 200 m3/h
- Q punta 400 m3/h
- Q máximo 600 m3/h

Las dimensiones de cada tanque son:

- Longitud total 5,20 m
- Anchura zona aireación 1,00 m
- Anchura zona flotantes 0,40 m
- Anchura útil total 1,40 m
- Altura total 3,10 m

Y con ello, las condiciones operativas son:

- Carga superior a Q med 10 m/h
- Carga superior a Q máx 29 m/h
- Tiempo de retención a Q m 21 minutos
- Tiempo de retención a Q máx 7 minutos

El puente será de acero galvanizado en caliente y en acero inoxidable 316 los elementos en contacto con el agua. Con una anchura mínima de 80 cm.

Deberá disponer de un cuadro local para accionamiento de motor de traslación, bomba de arenas y rasqueta de flotantes.

Todos los canales tendrán la posibilidad de ser vaciados de manera individual, disponiendo para ello de la correspondiente válvula.

3.4.7.5.A.2.- Preaireación

El aire introducido deberá cumplir con

- > 2 Nm³/m3·h del volumen del tanque
- > 4 Nm³/m²·h a caudal medio.
- > 8 Nm³/m²·h a caudal máximo.
- > 18 Nm³/h*m de longitud del tanque

Se ha seleccionado un grupo electrosoplante de émbolos rotatorios, con un caudal de 100 Nm3/h, montado en el interior de una cabina de insonorización.

El número de equipos es de 3, uno por línea y uno similar en reserva.

La distribución de aire se realiza mediante una tubería independiente a cada tanque, en acero inoxidable. El número de difusores es de 13, de burbuja gruesa inatascables.

3.4.7.5.A.3.- Gestión de Arenas

El caudal de la mezcla agua arena garantizará poder extraer una ratio de 80 l/h sobre el caudal medio diario y 50 l/h por m3/h de caudal máximo de entrada.

Cada tanque dispondrá de una bomba especial antiabrasiva suspendida del puente, cuyo caudal es de 12 m3/h, con el que se garantiza lo anterior.

Las bombas impulsan la mezcla agua arena a un canal central y desde este canal se envía la mezcla a un separador de arenas, de tipo tornillo, construido totalmente de acero inoxidable 316 y con capacidad nominal de hasta 50 m3/h.

Las arenas, con un contenido menor del 5% de materia orgánica se acumulan en un contenedor metálico estándar y el agua clarificada se envía a la red vaciados de edificio.

3.4.7.5.A.4.- Gestión de Flotantes

Cuando el puente se aproxima al extremo del tanque un fin de carrera abre una compuerta que crea una fuerte corriente superficial que arrastra los flotantes a un canal transversal común para las tres líneas.

Este canal se descarga mediante una válvula de paso integral y accionamiento neumático que dirige la mezcla agua-grasas a un concentrador.

El concentrador proyectado, en una unidad compacta construida en acero inoxidable 316, con tapa protectora tiene una capacidad de hasta 20 m3/h

El agua clarificada se envía a la red vaciados de edificio.

3.4.7.6.- Reparto Agua Pretratada

Desde el canal de salida de los desarenadores, se establecen las siguientes alternativas del agua pretratada:

- Con un máximo de 2 Qm, 400 m3/h, hacia la siguiente etapa de tratamiento primario, mediante una tubería de 350 mm Ø que contará con un medidor de caudal de 300 mm Ø

  El inicio de la tubería dispone de una compuerta reguladora que permita limitar el caudal a tratar por vía biológica.

- El exceso entre los 3 Qm pretratados y los 2 Qm que se admiten en Biológico, es enviado, a través de un vertedero de 1 m de labio, al tanque de alivios, mediante una tubería de 250 mm Ø en la que se instala un medidor de caudal de 200 mm Ø

- El agua puede ser enviada a la línea general de by-pass a través de una compuerta, motorizada, y una tubería de 350 mm en la que se instala un medidor de caudal de 300 mm Ø

3.4.7.7.- Decantador de Alivios

Se adopta una configuración similar a la de un decantador, circular con puente de tracción radial y el canal de salida, exterior

Se dimensionará para 1 Qm, 200 m3/h y sus dimensiones son:

- Diámetro interior 16,00 m
- Altura en la generatriz 3,00 m
- Volumen 648 m2

Y con estas dimensionas, a caudal máximo nominal trabajaría con los siguientes parámetros:

- Carga superficial a caudal máximo nominal 1 m/h
- Tiempo de retención 3,24 h

Dispondrá de una tolva para recogida de flotantes, de tipo sumergido, con salida a través de válvula neumática o motorizada.

Será construido en acero galvanizado y los elementos en contacto con el agua de acero inoxidable 316. Los vertederos podrán ser de inoxidable o aluminio.

Se equipará con un sistema de lavado de canales consistente en una bomba suspendida del puente cuya impulsión consistirá en unas boquillas que efectuarán la limpieza del canal de salida de

agua decantada. Para el accionamiento de la bomba el colector de anillos deberá contar con los necesarios para esta bomba.

El pozo interior del decantador estará en conexión con un pozo de bombeo para el vaciado. El caudal de bombeo será como máximo el 20 % del entrante y el tiempo de vaciado no superará 24 horas.

Para el vaciado se dispone de dos bombas sumergidas de 40 m3/h, una en reserva. La impulsión se enviará al canal de salida del pretratamiento. En la tubería se instalará un medidor de caudal de tipo electromagnético.

El pozo de bombeo dispondrá de un polipasto manual para facilitar la manutención de las bombas.

En el caso de que se produjera rebose de agua, se dirige al exterior a través de la red de by-pass, ya que sus características permitirían el vertido con una mínima incidencia ambiental ya que equivaldría a una decantación primaria que a su vez se diluye con el agua tratada.

3.4.7.8.- Canal de Inicio del Tratamiento Primario

Al agua pretratada se recibe en una cámara común en la que un juego de compuertas permitirá enviar el agua al tratamiento Físico Químico o, en épocas de baja carga orgánica, ser enviada directamente a cabecera del biológico.

El tratamiento físico químico resulta indispensable como etapa previa al biológico por Biofiltros.

Se ha definido para un caudal medio de 200 m3/h y un máximo de 2Qm, 400 m3/h, y para cubrir el abanico de caudales esperado, se ha proyectado este proceso en cuarto líneas en paralelo, que se definen a continuación.

A estos caudales se añaden los retornos de la línea de fangos, de espesado y deshidratación así como la recuperación de agua de lavado de filtros.

De ahí que los caudales de proyecto son:

- Caudales de retorno 59 m3/h
- Caudal medio 259 m3/h
- Caudal máximo 459 m3/h

En este canal se instala un medidor en continuo de DQO, que permita decidir la aplicación o no de reactivos de floculación o incluso la necesidad del propio tratamiento primario pudiendo enviar el agua a los biofiltros.

3.4.7.9.- Cámara de Mezcla De Reactivos

El tiempo mínimo de retención en las cámaras de mezcla será de 2 minutos a caudal punta y 3 minutos a caudal medio.

En cuatro líneas de disposición prismática de sección cuadrada.

La entrada a la cámara se hará por la parte inferior en tanto que la salida a la floculación se hará por rebosadero.

Dimensiones de cada cámara:

- Longitud / Anchura 1,40 * 1,40 m
- Altura útil 2,20 m
- Volumen 4,3 m3

- Volumen total 17,2 m3
- Tiempo de retención a Q m 4 minutos
- A Q máximo 2,26 m

Cada cámara estará dotada de agitador mecánico de eje vertical, de 0,37 KW.

Todos los canales tendrán la posibilidad de ser vaciados de manera individual, disponiendo para ello de la correspondiente válvula.

3.4.7.10.- Cámaras de Floculación

Se conforma también en cuatro líneas, pero de doble cámara cada línea

El tiempo de retención en las cámaras de mezcla será de 15 minutos a caudal punta y 30 minutos a caudal medio entre las dos cámaras.

Dimensiones de cada cámara:

- Longitud / Anchura 2,80 *2,80 m
- Altura útil 2,20 m
- Volumen de cada cámara 17,2 m3
- Volumen total 138 m3
- Tiempo de retención a Q m 32minutos
- A Q máximo 18 m

Cada cámara estará dotada de agitador mecánico de eje vertical, de 0,37 KW, de baja velocidad y que estará dotado de variador de frecuencia.

Todos los canales tendrán la posibilidad de ser vaciados de manera individual, disponiendo para ello de la correspondiente válvula.

3.4.7.11.- Cloruro Férrico

Como coagulante se empleará cloruro férrico comercial de riqueza 40%

La dosis de diseño es de 25 ppm con un máximo de 50 ppm

La instalación consta de:

- Un depósito de cloruro férrico de Polietileno, de doble pared, de 5 m3. Dotado de todos los accesorios exigidos por el APQ-6 de productos químicos corrosivos; bancada, canal de recogida, protecciones antiproyecciones, nivel interior, retención de derrames, etc…

  El llenado se realizará desde el exterior del edificio en donde se habilita una boca de carga sobre una arqueta de recepción de eventuales escurridos.

- Tres bombas dosificadoras, una en reserva, de hasta 50 l/h, de tipo membrana, gobernadas por la señal de medidor de caudal de agua a tratar.

  La impulsión, en tubería de PP dispondrá de medidor de caudal electromagnético.

  Y un aporte de agua para dilución y limpieza de las conducciones

3.4.7.12.- Polielectrolito

Como floculante se empleará polielectrolito con el que se preparará una dilución al 0,5% en un equipo de preparación automática a partir del producto seco.

La dosis de diseño es de 1 ppm con un máximo de 2 ppm

La instalación consta de:

- Un equipo de preparación automática de dilución, con capacidad de preparación de hasta 500 litros hora, con un mínimo de dos compartimentos y fabricado en acero inoxidable 316 o polipropileno.

  Dispondrá de aporte automático de agua de red

- Tres bombas dosificadoras, una en reserva, de hasta 150 l/h, de tipo husillo, con variador de frecuencia, gobernadas por la señal de medidor de caudal de agua a tratar.

  La impulsión, en tubería de PP dispondrá de medidor de caudal electromagnético.

3.4.7.13.- Decantación Primaria

Se proyectan también cuatro líneas en paralelo, para un caudal total medio de 259 m3/h y máximo de 459 m3(h, siendo alimentadas a través de un canal de reparto y una compuerta motorizada para aislamiento de cada unidad.

En este canal se deja una compuerta de by-pass que permita enviar el agua directamente a Biológico.

Los decantadores son del tipo lamelar, con disposición rectangular:

- Tipo de lamela: en celda de abeja, hueco 80 mm.
- Superficie específica mínima; 6,25 m2/m3
- Angulo de inclinación 60°.
- Material PVC

Las dimensiones de cada unidad son:

- Longitud útil 6,90 m
- Longitud total 7,80 m
- Anchura 2,80 m
- Altura del paquete lamelar 1,50 m
- Volumen de lamelas en cada unidad 29 m3
- Volumen total de lamelas 116 m3
- Superficie lamelar total. 725 m2

Con estas características constructivas, las condiciones de trabajo resultantes son:

- Velocidad ascensional 0,66 m/h
- Tiempo de retención 0,7 horas

Bajo las lamelas se debe disponer de una altura libre mínima de 2 m.

La recogida de fangos se realiza mediante un rascador de fondo de funcionamiento hidráulico, que cubre todo el ancho del decantador y que arrastra el fango hacia una tolva transversal al flujo en la zona de entrada del agua.

El fango de purga de esta tolva mediante válvulas de apertura neumática que dirige las purga hacia un pozo de bombeo desde el que se inicia la línea de fangos.

Se dispone de una purga de flotantes mediante campana sumergida y una válvula neumática cuya apertura dirige la lámina superficial al pozo de vaciados del edifico de proceso.

El agua clarificada se recoge en canales vertedero, tres por decantador, en sentido longitudinal.

Estos canales conducen el agua a un canal general de agua clarificada.

3.4.7.14.- Canal Agua Decantada

El agua clarificada se recoge en un canal de 800 mm de anchura. Desde este canal parten dos tuberías:

Una dirigida al Biológico, a través de una tubería de 350 mm Ø

Una tubería del mismo diámetro a la red de by-pass. Línea que se podrá emplear en condiciones de entrada de carga que permitan su vertido tras la decantación primaria, con o sin aplicación de reactivos.

3.4.7.15.- Balance de Cargas en el Agua Clarificada

En caso de no aportación de reactivos en la decantación primaria, se ha considerado un rendimiento de eliminación de DBO del 30% y del 60 % en SS.

Esto supone que el agua de salida presentará las siguientes concentraciones enviadas al biológico:

DBO5	210 mg/l	1008 Kg/día
SS	120 mg/l	576 Kg/día

Y en caso de que se aportaran reactivos para floculación, estos rendimientos pasarían a ser de rendimiento del 60% en caso de la DBO5 y del 90 % en SS.

Para el diseño del proceso biológico se ha considerado la primea hipótesis

3.4.7.16.- Tamizado de Muy Finos

Para proteger los lechos filtrantes de los biofiltros, se ha proyectado un tamizado previo.

Se han proyectado dos canales, uno en reserva, de 500 mm de anchura en los que se instalan sendos tamices de tipo tambor rotatorio con luz de paso 1 mm y totalmente construidos en acero inoxidable 316.

Estos tamices disponen de un tornillo de extracción de residuos que son elevados por encima del nivel del canal para ser acumulados en un contenedor.

Debe disponerse una acometida de agua para el lavado de los tamices.

3.4.7.17.- Elevación a Biofiltros

Debido a la gran pérdida de altura que supone el sistema de biofiltros adoptado, se hace necesario proceder a elevar la cota piezométrica de manera que no tengan que enterrarse demasiado los biofiltros.

Para escalonar adecuadamente el caudal a tratar, se ha proyectado un grupo de 5 bombas sumergidas, una en reserva, con un caudal de 100 m3/h cada una.

Las impulsiones individuales elevan el agua hasta un canal de reparto.

El sistema de bombeo dispondrá de un variador de frecuencia flotante entre las diferentes unidades de bombeo.

Se contará con un polipasto para izado y manutención de las bombas.

El pozo de bombeo, de 5*1,80 m, se encuentra dentro del edificio que alberga la totalidad de los equipos del tratamiento biológico.

3.4.7.18.- Biofiltros

El proceso será el de lechos de Biofiltración con flujo ascendente.

El proceso se desarrollará en una etapa, ya que no se exige eliminación de nutrientes, solo eliminación de contaminación carbonosa.

La tecnología empleada es la de filtración de flujo ascendente, con parrillas de difusores de aire y crepinas embutidas en un falso fondo soporte del material filtrante.

El material de soporte biológico empleado está formado por arcilla expandida con una granulometría de 3 a 6 mm, comercialmente denominado Filtralite

- Coeficiente de uniformidad <1,5
- La densidad aparente, seco 825 kg / m3 ± 75 kg / m3
- Densidad de partículas, seco (PDD) 1450 kg / m3 ± 100 kg / m3

Como se aprecia en el Anejo de cálculos justificativos se han comparado dos situaciones; un elevado rendimiento del F-Q con aportación de reactivos y para un caudal total de 4800 m3 diarios y para un caudal menor, de 2400 m3 diarios en cuyo caso no se emplearían reactivos de floculación.

Tomando el caso más desfavorable, se han dimensionado un total de 6 celdas de las siguientes características:

- Longitud / Anchura 4,50 * 4,50 m
- Superficie de cada celda 20,25 m2
- Superficie total 121,5 m2
- Altura del relleno 3 m
- Volumen de relleno en cada filtro 61 m3
- Volumen total 366 m3

Con lo que se obtienen unas condiciones de trabajo:

- Carga volumétrica 1,6 Kg DBO5 / m3 y día
- Carga hidráulica a Q punta 3,3 m/h

Aparte de la altura de relleno biológico debe tenerse en cuenta al menos una altura de 50 cm para la carga de arena gruesa o grava para cubrir las crepinas y los difusores de aire.

Cada filtro dispone de una serie de válvulas para maniobra automática, que serán de mariposa con actuadores eléctricos o neumáticos.

- Para entrada de agua a tratar 200 mm Ø
- Salida de agua tratada 200 mm Ø
- Entrada de agua de lavado 300 mm Ø
- Salida de aguas fangosas 350 mm Ø
- Entrada de aire de lavado 200 mm Ø
- Entrada de aire de proceso 125 mm Ø
- Vaciado rápido 100 mm Ø

Para evitar la fuga de material durante las fases de lavado, se instalará en el vertedero unos deflectores a modo de barrera para retener el material en suspensión como consecuencia de los lavados

en contracorriente.

3.4.7.19.- Aire de Proceso

La DBO5 a abatir en el proceso, en condiciones de máximo caudal, 4800 m3 diarios y un agua decantada sin aplicación de reactivos es de 456 Kg/día habida cuenta que se admite una concentración de 25 mgl en el vertido.

El proceso requiere de 1,1 kg Ox por Kg DBO5, que sumado a los 9,17 mg/l necesarios para saturación del agua, llevan a una cifra de 546 Kg de Ox/día o lo que es lo mismo 22,7 Kg Ox/h.

Tras la aplicación de un coeficiente global de transferencia de 0,52 y una corrección por puntas de 2,50, la cifra resultante es de 43,4 KgOx/h en condiciones medias y de 99,8 KgOx/h, que referido a cada celda es de 16,6 KgOx/h por unidad.

Por ello se instalarán un total de 7 grupos electrosoplantes de tipo trilobular, de 450 Nm3/h. Todas las impulsiones son individuales a cada celda, con tubería de acero inoxidable de 125 mm Ø. Cada celda dispone de una parrilla inferior con difusores de burbuja fina.

3.4.7.20.- Lavado de Biofiltros

El lavado de esos Biofiltros se realiza mediante inyección de agua y aire en sentido ascendente.

La secuencia de lavado consta de las siguientes etapas: vaciado parcial, lavado con agua y aire, lavado solo con agua y aclarado final. Todas estas operaciones se realizan de manera automática.

3.4.7.21.- Lavado con Aire

Se emplea una ratio de introducción de aire para lavado de 60 m3/m2*h para obtener la expansión necesaria que arrastre la materia en suspensión retenida.

Para ello se dispone de dos grupos electrosoplantes, uno en reserva, de 1250 m3/h. De tipo trilobular y montado en el interior de una cabina insonorizadora.

Se realiza una instalación con un colector común de 125 mm Ø del que se irán produciendo derivaciones a cada celda, teniendo en cuenta que no se lavan de manera simultánea.

3.4.7.22.- Lavado con Agua

Para el arrastre de la materia en suspensión se precisa un caudal de 25 m3/m2*h. Para ello se instalarán dos bombas centrífugas de 510 m3/h.

Serán bombas horizontales en cámara seca instaladas en una sala del edificio de Tratamiento Biológico.

Se realiza una instalación con un colector común de 350 mm Ø del que se irán produciendo derivaciones a cada celda, teniendo en cuenta que no se lavan de manera simultánea.

3.4.7.23.- Tanque de Agua para Lavados

Dada la duración de unos 30 minutos del lavado con agua, el consumo medio en cada lavado es de 255 m3.

Se ha previsto un tanque de 320 m3 que se llena con agua tratada.

Sus dimensiones son de 12*6,10 m con 4,60 de lámina de agua. Volumen útil 336 m3

De este tanque aspiran las bombas de lavado ya mencionado

Adosado a este se proyecta un segundo depósito, de 6,1*6,1 * 4,60 = 171 m3 que serviría para acumular agua tratada sometida a tratamiento terciario para aquellos momentos en que se decida este tratamiento de afino.

3.4.7.24.- Recuperación de Aguas de Lavado

En un tanque de 10*6,1 m y 4,8 de profundidad, 293 m3 se almacena el agua fangosa procedente del lavado de un biofiltro.

Este depósito dispondrá de un agitador sumergido para evitar sedimentaciones. Un agitador de 3,5 KW

El volumen generado en un lavado es de 253 m3. Este volumen es retornado a cabecera, realmente a lo obra de reparto del proceso F-Q, para que coadyuve a la floculación y los sólidos sean en todo caso retirados del proceso a través de la purga de fangos de la decantación.

Este volumen será retornado en 6 horas, por lo que se instalarán dos bombas, una en reserva, sumergidas, de 42 m3/h.

La tubería se dirige a la cámara de reparto del F-Q y podrá ser dirigida de modo ocasional directamente al espesador.

3.4.7.25.- Tratamiento Terciario

Este proceso no será necesario mantenerlo en servicio en todo momento, ya que la calidad del agua depurada obtenida del tratamiento biológico permite su vertido bajo las estrictas condiciones fijadas por la legislación vigente.

No obstante, para épocas de turismo y alto uso de las playas así como si se plantea la reutilización del agua regenerada, se ha proyectado un sencillo tratamiento terciario, para 1 Qm, 200 m3/h y que incluye las siguientes operaciones:

3.4.7.26.- Bombeo de Agua Tratada

Un grupo de tres bombas, una en reserva, de 100 m3/h, que aspiran del depósito de salida de biológico y que se instalan en cámara seca en la sala de bombas del edifico de Biológico, impulsan el agua tratada al tratamiento terciario, que consiste en:

3.4.7.27.- Filtración Anillas

Se ha proyectado una filtración por anillas con separación de 25 micras, para garantizar una alta calidad, bien sea para vertido o para reutilización.

La instalación consta de dos líneas de 12 unidades filtrantes de, con colectores de 3 “ Ø.

El lavado es automático por inversión del sentido del paso de agua y dado el número de elementos filtrantes, mientras se lava uno, no se interrumpe el proceso de filtrado en el resto.

3.4.7.28.- Desinfección Ultravioleta

Se ha proyectado garantizar la desinfección del agua mediante equipos de radiación ultravioleta en reactores montados en tuberías.

La instalación la forman dos equipos de 100 m3/h cada uno, con conexiones de 150 mm Ø, con ocho lámparas cada uno y una transmitancia de 55%.

La potencia de desinfección es de 23 mJ / cm2

Los equipos disponen de limpieza mecánica automática. Se montan en by-pass se manea que puedan dejarse fuera de servicio en momentos en que no se considere necesario.

3.4.7.29.- Salida Agua Tratada

Los depósitos de agua tratada, el de 320 y el de agua regenerada, de 170 m3 disponen de un vertedero a una arqueta de la que arranca una tubería de 350 mm Ø que inicia el colector de retorno de agua tratada hacia el bombeo del emisario.

Cerca de la entrada a la EDAR, se construirá una obra de presentación del agua tratada.

3.4.8.- Línea de Fangos. Dimensionamiento Del Proceso

La totalidad de los fangos del proceso se concentran en la decantación primaria y se extraen a partir de la purga de este proceso.

Para el diseño de la línea de fangos se ha considerado el caudal total de 4800 m3 diarios con la aplicación de reactivos de floculación, más los correspondientes al bilógico que se retornan con las aguas de lavado.

3.4.8.1.- Balance de Fangos

Por un lado, la cantidad de fango primario obtenida en el F-Q es de 1296 Kg/día.

A esto hay que sumar los obtenidos en el biológico. Por eliminación de DBO5, ratio de 1 Kg / Kg de DBO5 eliminada, 456 Kg/día.

La línea de fango se ha proyectado por tanto para tratar 1752 Kg/día, de los que el 71,3% serán orgánicos.

Considerando que en la purga de la decantación puede obtenerse una concentración del 1,5%, se tendrían que purgar 117m3/día.

3.4.8.2.- Bombeo de Fangos

Se establece un bombeo de fangos que sea capaz de extraer la totalidad del fango producido, en una jornada de 8 horas. De ahí que sea necesario disponer de una capacidad de bombeo de 14,6 m3/h

En un pozo de bombeo próximo a los decantadores, se reciben las purgas de fangos de las cuatro líneas, instalándose en él, dos bombas sumergidas, una en reserva, de 15 m3/h.

La impulsión, que contará con un medidor de caudal, se dirige al espesador.

3.4.8.3.- Espesado

Se ha proyectado un espesador convencional, por gravedad, cilíndrico vertical, exterior, en obra civil y equipado con puente rascador de accionamiento central, soportado en pasarela de hormigón, de las siguientes características:

- Diámetro 7,5 m Ø
- Altura en la generatriz 3 m
- Volumen total 144 m3

Con estas dimensiones los parámetros de servicio son:

- Carga de sólidos 40 Kg/m2 y día
- Carga hidráulica 0,33 Kg/m2 y día
- Tiempo de retención de fangos 2,3 días
- Tiempo de retención hidráulica 1,2 días

Considerando una concentración del 4% en la salida de fangos, el caudal diario a extraer es de 43,6 m3 /día, que son bombeados a deshidratación.

3.4.8.4.- Deshidratación

Se emplearán decantadoras centrífugas, diseñadas para deshidratar el fango producido diariamente en una jornada de 7 horas diarias en cinco días de operación a la semana.

Por esto, los 43,6 m3 diarios producidos nominalmente, se convierten en 61,3 m3 diarios

efectivos.

Con una jornada de servicio de 7 horas, el caudal necesario es de 8,73 m3/h.

Se establecen dos líneas de trabajo, por lo que se instalarán tres bombas de tipo husillo, de 4,4 m3/h cada una, permaneciendo una en reserva. Bombas que dispondrán de variador de frecuencia.

Para la deshidratación se han proyectado dos líneas, con decantadora centrífuga, de capacidad hidráulica de 5 m3/h, que obtendrán una sequedad del fango entre 22 y 25 % dependiendo del contenido de volátiles presente en el mismo.

3.4.8.5.- Floculante en Deshidratación

Para coadyuvar la separación de fango, se aplica polielectrolito en dosis de aporte de hasta 7 gr/kg de fango.

El polielectrolito se prepara en un equipo compacto de dos cámaras, con aporte automático de producto sólido y agua, de manera que se forme una dilución al 0,5%. Este equipo tiene una capacidad de producción de hasta 550 l/h

Esta dilución se aporta al fango mediante tres bombas de husillo de 310 l/h, (el caudal teórico es de 240 l/h), que dispondrán de variador de frecuencia para adaptarse al caudal de fango enviado a deshidratar.

3.4.8.6.- Estabilización de Fangos

Debido a la corta estancia del fango en el medio aerobio de los Biofiltros, no se obtiene una edad de fango que permita la estabilización.

Para esta estabilización se ha proyectado hacerlo mediante aporte de óxido de calcio, cal viva, en vía seca.

El fango deshidratado es mezclado con la cal en un mezclador mecánico, en el que permanecen un tiempo en contacto antes de ser elevados al silo de almacenamiento.

La cantidad de fango producido como máximo diariamente es de 2453 Kg.

El 71,3 % es orgánico, lo que supone tener que estabilizar 1749 Kg/día

Se debe aportar un 20% para garantizar la estabilización, lo que supone aportar 350 kg/día.

El conjunto de la instalación consta de:

3.4.8.6.A.1.- Almacenamiento y Dosificación de Cal

El conjunto lo compone:

- Un silo de cal en polvo. De 15 m3 de volumen, vertical de 2000 mm Ø, lo que supone una capacidad de almacenamiento para 15 días.

  Este silo está equipado con filtro de mangas, control de nivel, tubería para llenado neumático y sistema interior antibóvedas.

- Un tornillo dosificador de cal, regulable de manera automática, con capacidad hasta 100 Kg/h

- Sistema mezcla fangos con cal: Conjunto de equipos para mezcla de fangos con óxido cálcico, compuesto por tolva entrada fangos con detector de nivel, mezclador de doble rotor y sistema de captación y lavado de polvo.

- Dos rotores secantes- paso izquierdo y paso derecho- Ø nominal: 200/300/400/500 mm Paletas dentadas orientables en acero tratada, montaje helicoidal sinfín inversor a la evacuación

3.4.8.6.A.2.- Almacenamiento Fangos Tratados

La mezcla de fango y cal que se ha realizado en el mezclador es elevado a una tolva de 40 m3, cuya capacidad garantiza un tiempo de retención a caudal diario nominal de 4 días.

La tolva es metálica, vertical, de sección cuadrada de 4*4 m y 3,5 m de altura. Se monta sobre una estructura metálica de manea que se pueda colocar debajo un camión para descarga.

El vaciado se realiza mediante una compuerta de 1*1 m de accionamiento eléctrico.

La tolva, de acero protegido contra la corrosión, dispondrá de medida de nivel, bocas de acceso y tubería de llenado y una toma para aspiración de aire para desodorización.

El fango es elevado a la tolva mediante una bomba de husillo especial para sólidos, con tolva de precarga, de hasta 2 m3/h a 12 bar.

Se deja una instalada y se ha valorado otra unidad que quedará como reserva en taller.

3.4.9.- Desodorización

Este proceso cobra una importancia ya que la concepción de esta EDAR comporta un alto cuidado con la emisión de olores o perturbaciones ambientales, por ello todos los procesos de depuración han sido proyectados en el interior de edificios.

Como se aprecia en el anejo de cálculos justificativos, para mantener una capacidad de renovación de aire de 6 y 10 veces / hora, dado el volumen de los edificios, se llega a la necesidad de extraer hasta 39.000 m3/h

Para evitar la necesidad de empleo y almacenamiento de productos químicos o la gran superficie que sería necesaria en el caso de emplear filtros biológicos, se ha proyectado el sistema BIOTRICKLING.

Es un sistema basado en un reactor biológico con Scrubber vertical que incorpora un relleno plástico ligero. Los microorganismos se desarrollan sobre este soporte y eliminan en su proceso metabólico los contaminantes presentes en la corriente gaseosa.

El relleno plástico es fácil de lavar y, a diferencia de otros tipos de soporte, no requiere sustitución.

Las eficacias alcanzadas en este tipo de procesos son iguales o superiores a los scrubbers químicos tradicionales, ampliando además la variedad de contaminantes absorbidos. Al no ser necesarios los reactivos químicos o ser necesarios en muy baja cantidad, los costes de operación son mínimos y el proceso no genera efluentes tóxicos que requieran tratamiento.

Para este caudal se precisan de dos columnas de 3500 mm Ø que se instalan en el exterior, en tanto que el ventilador se monta en el interior del edificio industrial, cerca de la zona de deshidratación.

3.4.10.- Bombeo De Vaciados

Se tienen tres focos de aguas que retornar a cabecera de la EDAR:

- Todos los escurridos de los concentradores y vaciados de los tanques y equipos instalados en el edificio de proceso, serán canalizados por la red interior de saneamiento y conducidos hacia el pozo de bombeo que hemos indicado para elevar las aguas procedentes de los camiones de fosas sépticas.
- El tanque de tormentas o de aliviados dispone de su propio pozo de retorno de agua, que ha sido ya justificado en su apartado.
- Todas las aguas producidas en los edificios de control y de Biológico, serán conducidas a un pozo de bombeo que se sitúa en las proximidades del segundo y que permitirá también

recoger los vaciados de todos los tanques.

Este pozo se equipa con dos bombas sumergidas de 40 m3/h cada una y la impulsión se dirige a cabecera de la EDAR.

3.4.11.- Instrumentación De Campo

Para el control del proceso y optimización de las labores de explotación de la EDAR, se ha previsto incluir los siguientes elementos:

Medición de caudal en tubería sección parcial

- Caudal de agua del tanque de regulación a entrada a EDAR
- Caudal aliviado del tanque de regulación a red by-pass
- Caudal de agua pretratada aliviada hacia tanque de tormentas
- Caudal de agua pretratada a red de by-pass

Medición de caudal electromagnético en tubería sección llena

- Caudal de agua a Tratamiento Primario / Biológico.
- Caudal de agua tratada
- Caudal del bombeo de vaciado de camiones de fosas sépticas
- Caudal de vaciado de tanque de alivios
- Caudal de aguas fangosas enviadas a cabecera
- Caudal de fango primario enviado a espesado
- Caudal de fango espesado enviado a deshidratación
- Caudal de agua para lavado de Biofiltros
- Consumo de reactivos, cloruro férrico y polielectrolito del F-Q

Medición de másicos para media de gases

- Caudal de aire de proceso en Biofiltros
- Caudal de aire de lavado de Biofiltros

Estos caudalímetros dispondrán de:

- Contacto de alarma por fallo
- 1 indicador local
- Salida tipo 4-20 mA.

Medidor de oxígeno disuelto

- Tratamiento biológico, uno por celda, 6 uds

Parámetros de calidad del agua

- Medidor en continuo de DQO en arqueta agua pretratada
- Medidor en continuo de Sólidos en Suspensión en el agua tratada

Medida de nivel de tipo radar

- En tanque de recepción agua bruta
- En pozo de bombeo a Biofiltros

- En cada celda de Biofiltro, 6 uds
- En tanque de agua tratada
- En tanque de agua para lavados
- En tanque de agua tratada por terciario
- En tolva de fangos

Medida de nivel de tipo hidrostático

- En rejas de desbaste
- En depósitos de reactivos

Otros parámetros

- pH y Tª en entrada de agua bruta
- Turbidez en el depósito de agua tratada

3.4.12.- Servicios Generales

En los puntos siguientes se relacionan todo el equipamiento complementario con el que debe contar la EDAR y que se ha valorado en el presupuesto.

3.4.12.1.- Fuente de Presentación

Se construirá una arqueta para vista del agua tratada, con una formación en rampa y que será revestida con un material cerámico vitrificado en cuya base se mostrará el escudo del Principado de Asturias.

3.4.12.2.- Agua Potable

Desde el punto más cercano del pueblo, se llevará hasta la EDAR una tubería de PE, alimentaria, de 50 mm Ø, hasta el límite de la parcela en la que se instala un armario homologado con el contador.

El agua potable se distribuirá a:

- Edificio de control
- Edificio de personal
- Laboratorio
- Taller
- Puntos de agua de emergencia
- Determinados puntos en los espacios en los que sea frecuente la presencia de personal.

Igualmente se prevé una conexión de la red de agua potable con la de agua de servicios, por si en algún momento no fuera posible el uso de ésta.

3.4.12.3.- Agua de Servicios

Para los usos para los que no sea necesario el empleo de agua potable se empleará agua reciclada.

El agua se toma del depósito de agua tratada y se cuenta con un equipo de presión compuesto por dos bombas centrífugas verticales de 20 m3/h cada una. Un sensor de presión y un variador de velocidad adaptan el régimen de trabajo a la demanda de agua.

Se establece una red de distribución en PE, que dará servicio a:

- Puntos de limpieza y baldeo
- Conexiones en las tuberías de fangos.
- Dilución de reactivos
- Limpieza de centrífugas
- Instalación de Desodorización
- Red de Riego

3.4.12.4.- Riego

Se proyecta una red de riego automático programado con varias zonas y el empleo de rociadores y aspersores, en las zonas susceptibles de ajardinamiento o plantación de árboles o arbustos.

Se alimenta de agua de servicios y de manera opcional con una derivación de la red de agua potable.

3.4.12.5.- Aire de Servicio

Para accionamiento de todos los componentes y accionamiento de válvulas y compuertas neumáticas, se prevé una red de aire a presión, en acero galvanizado, con terminales de latiguillos flexible a todos los puntos necesarios.

Esta red comienza en una instalación con dos compresores, uno de reserva, de 450 l/min, de tipo pistón con carenado insonorizado.

El equipamiento se completa con un secador térmico, filtro y separador de gotas.

3.4.12.6.- Manutención De Edificios

Todos los pozos de bombeo, como se ha venido indicando en la presente memoria, estarán equipados con un polipasto manual de 500 Kg que permita extraer las bombas para operaciones de mantenimiento.

En los edificios de pretratamiento y de F-Q se contará con puentes grúa de 20 y de 14 m de anchura y con capacidad para elevación de 2 Tm

El carril de rodadura está soportado en la estructura de la edificación

Otros espacios menores como la zona de deshidratación, la galería de válvulas del Biológico o las salas de soplantes y bombas de lavado serán dotados de polipastos de accionamiento eléctrico.

3.4.12.7.- Telefonía

Se contará con una línea de dos pares, que permita conexión ASDL con velocidad mínima de 100 MB

Habrá terminales telefónicos en despachos, laboratorio y taller.

3.4.12.8.- Laboratorio

Se ha incluido en el presupuesto una partida para equipamiento de laboratorio que como mínimo debe contemplar la capacidad de analizar:

DBO5

DQO

Sólidos en Suspensión

Sólidos Volátiles

Nitrógeno y derivados nitrogenados

Fósforo y derivados

E.coli

Microscopia

Balanza electrónica

Nevera

Placa calefactora

Vitrina protegida y extractor de aire

Mobiliario auxiliar, armarios, etc.

3.4.12.9.- Taller

Se ha contemplado un equipamiento en el taller, que como mínimo debe contemplar:

Herramienta eléctrica

Herramienta mecánica

Elementos de corte

Soldadura, eléctrica y autógena

Bomba de achique portátil con 50 m de manguera

Elemento manual de elevación

3.4.12.10.- Mobiliario

Se equiparán los edificios administrativos, taller y laboratorio con el mobiliario necesario para el ejercicio de su función.

Se ha dejado una partida en el presupuesto que se aplicará a este fin según los criterios que establezca la Dirección de Obra.

3.4.12.11.- Repuestos

Se ha previsto una partida en el presupuesto para equipamiento de repuestos a dejar en almacén, según indicaciones de la Dirección Facultativa y de la empresa de gestión de la EDAR, que como mínimo debe contemplar los necesarios para cubrir el periodo de garantía de dos años:

Para bombas sumergidas

Bombas horizontales

Agitadores

Soplantes

Puentes rotatorios y de traslación

Rejas y tamices

3.4.12.12.- Seguridad Contra Intrusismo

El acceso principal, los accesos a los edificios industriales y el edificio de control dispondrán de un sistema de seguridad mediante detectores de presencia y magnéticos de superficie, que se recogen en una centralita que se sitúa en el puesto de control

3.4.12.13.- Protección Contra Incendios

Según el RSCIEI, no es necesaria la instalación de BIE, por lo que no es necesario disponer de un grupo de presión especial ni de una reserva de agua.

Las medidas de PCI se limitarán a los extintores necesarios, en número tal que no haya ningún espacio de trabajo a más de 15 m de uno.

Asimismo se dispondrán pulsadores de alarma y una señal acústica que sea fácilmente audible en el espacio de La EDAR

3.4.12.14.- Tomamuestras

Se incluyen dos tomamuestras automáticos con reserva de 24 botellas y programable. Uno para toma de agua bruta y el otro de agua tratada.

3.4.12.15.- Ventilación y Climatización de Edificios

El detalle de los cálculos de ventilación y climatización se desarrolla en detalle en el Anejo-G. A continuación se adjuntan las principales características:

Los edificios industriales se diseñan con rejas de ventilación natural, así como un sistema de ventilación forzada.

El edificio de explotación conjunta (pretratamiento y decantación primaria), dispondrá de rejas de ventilación, sistema de desodorización y sistema de ventilación forzada en la galería diseñada para un caudal de 1.500 m3/h con un colector de aspiración/impulsión de polipropileno de diámetro DN 200 mm y rejas de aluminio. Los soportes de los colectores se diseñan de acero inoxidable.

La sala de CCM´s dispondrá de rejillas de ventilación y un equipo de ventilación forzada de 2.500 m3/h y aire acondicionado.

El edificio de Biofiltros dispondrá de rejas de ventilación natural en las salas de soplante y terciario. La sala inferior de terciario y galería dispondrán de extractores forzados de 13500m3 con colectores de polipropileno de 700mm de diámetro y rejas de ventilación de aluminio.

El edificio de control dispondrá de climatización mediante equipos de Split con las condensadoras en la cubierta. Serán de tipo invertir, bomba de calor y con control individual en cada dependencia, que como mínimo:

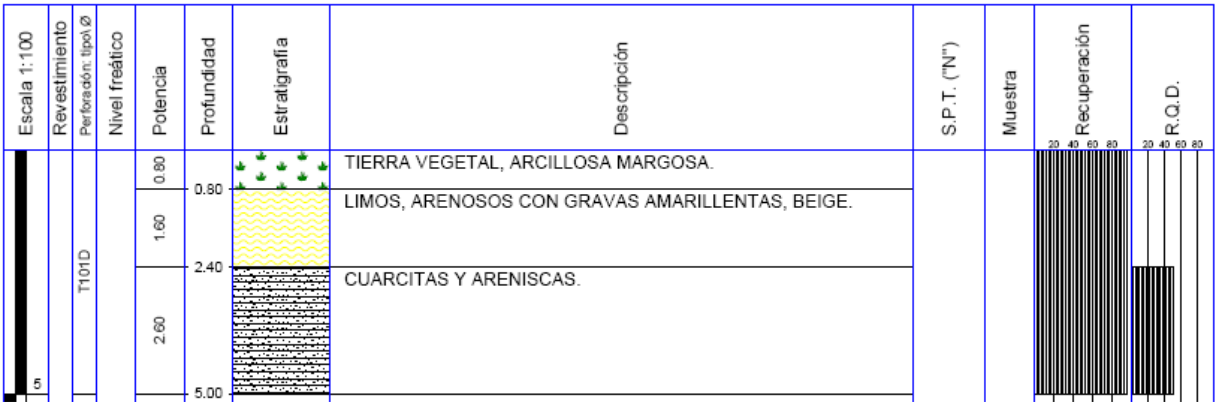
- Despachos
- Sala de control
- Comedor
- Sala de reuniones
- Laboratorio

3.4.13.- <u>Obra Civil</u>

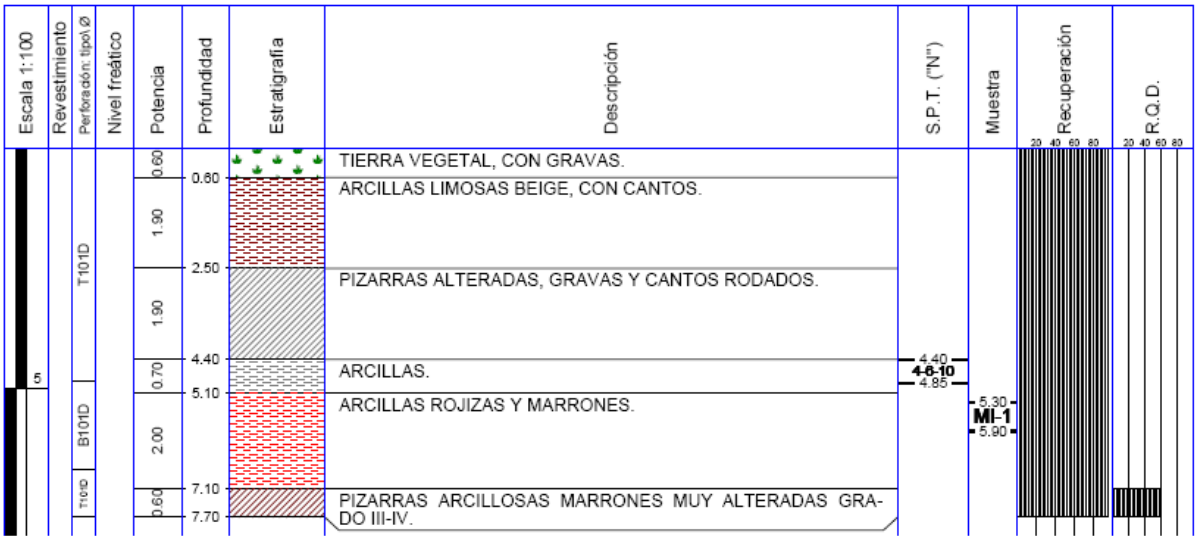
3.4.13.1.- Movimiento de tierras

La EDAR se encuentran ubicadas en terreno clasificado geológicamente como cuaternario (arcillas limosas y rasa) sobre pizarras, cuarcitas y areniscas. Para la caracterización de los suelos se procedió a la visita de campo y ejecución de dos sondeos y un penetro, además de la caracterización de suelos correspondiente.

S-PT-DP-02



S-PT-DP-03



La plataforma prevista de cimentación de las estructuras oscila entre 2.0m a un máximo de 6.0m de profundidad sobre la cota de plataforma establecida en la 34.0 (aproximadamente +-1.0m de la cota del terreno natural).

El resultado de las prospecciones realizada muestra una divergencia de resultados:

- El sondeo S-PT-DP-01 (Parte media y baja de parcela: próximo a biofiltros y edificio de control), se observan cuarcitas y areniscas donde se ha realizado rechazo en el penetro y SPT>50 a una profundidad de 2.4m.
- El sondeo S-PT-DP-02 (parte alta de la parcela: próximo a depósito de regulación y pretratamiento) la presencia de arcillas blandas entre estratos de pizarras alteradas, alcanzándose las pizarras a profundidades superiores a 8.0m.

Esta circunstancia, junto con el posible riesgo de cimentación de las losas, zapatas de estructuras y arquetas en terrenos de tránsito, duros de alta capacidad portante y lajas blandas de menor capacidad portante hace recomendable adoptar como criterio de diseño para la cimentación la mejora global del terreno en todos los apoyos, debiéndose discretizar posteriormente en obras y tras la redacción del proyecto constructivo de detalle. La mejora consistirá en la sobreexcavación y posterior relleno de una base cimentada de 1.0m de espesor de zahorra artificial compactada al 95% del Proctor normal, consiguiéndose garantizar siempre una capacidad portante superior a 1.5 kg/ cm2.

Por otro lado se ha de indicar que durante la ejecución de las prospecciones no se localizó presencia freática.

El movimiento de tierras prevé el desbroce total de la parcela, desmonte y terraplenado para crear una plataforma de urbanización a la cota 34.0, y los cajeados con excavación de cada uno de los elementos de la EDAR. Se ha considerado la mejora del terreno en todos los elementos estructurales de apoyo aunque las cargas transmitidas puedan ser inferiores a 1 kg/ cm2. De esta forma se dota de un margen de seguridad ante el riesgo de asientos diferenciales provocados en transiciones.

La caracterización geotécnica de los suelos de ubicación del depósito se encuentra descrita en el Anejo-3 Geología y Geotecnia.

3.4.13.2.- Estructuras

Los criterios de diseño y valoración se definen en el Anejo-E., que se resume en:

Las estructuras de los diferentes elementos de la EDAR se han resuelto mediante obras de hormigón ejecutadas in situ con hormigón HA-35/B20/IV-Qb-SR, diseñadas con una durabilidad de 100 años y fisuración de 0.1mm en contacto con el agua residual y 0.3mm en exterior, siendo capaces de absorber los esfuerzos y cargas permanentes y variables previstas.

Los muros tendrán un espesor mínimo de 1/10 de la altura y las losas tendrán un espesor de 1/10 de la altura +0.1m.

Los principales elementos estructurales definidos en el presente proyecto corresponden a:

a) **Depósito de regulación**: configurado por muros de 0.3m y losa de 0.4m. El depósito tiene una profundidad de excavación próxima a 1.0m sobre plataforma.

   La cuantía estimada es de 85 kg/m3

b) **Arquetas de medida de caudal:** Conformado por muros de 0.3m y losa de 0.4m. Se prevé carga de tráfico superior y tránsito peatonal.

   La cuantía se estima en 85kg/m3.

c) **Fosa séptica:** arqueta con muros y losa de 0.3m, con una altura máxima de 3.2m. La arqueta se ve sometida a variación de caudales y cargas laterales peatonales. La estructura está confinada en una losa de 0.3m de espesor.

   La cuantía se estima en 95kg/m3.

d) **Pretratamiento:** El pretratamiento de la EDAR está configurado por muros de espesor 0.3m y losas de 0.4m, con altura de hasta 4.0 m.

   La presencia de muchos recovecos y solapes hace que la cuantía estimada será de 115 kg/m3

e) **Depósito de alivios:** El depósito de alivios está configurado como un decantador de muros 0.3m de espesor y losa de 0.4m de espesor, con altura de carga de 3.0m. La altura máxima de rellenos se estima en 3.5m. El pozo de bombeo tiene un espesor de muros de 0.3m y losa de 0.4m, con altura de hasta 5.3m, y 4.50 de tierras.

   En el Anejo-D, se adjunta cálculo del decantador de alivio, resultando cuantías próximas a 75 kg/m3 que deben ser incrementadas por el alto grado de solapes en la base. Para el presente proyecto se ha considerado 100 kg/m3.

f) **Biofiltros y depósitos de almacenamiento:** Está conformado por muros de 0.4m y losas de 0.5m, con alturas de hasta 5.0m

   La presencia de muchos recovecos y solapes hace que la cuantía estimada será de 115 kg/m3

g) **Espesador:** El espesador está configurado como una estructura circular de muros 0.3m de espesor y losa de 0.5m de espesor, con altura de carga de 2.5m. La altura máxima de rellenos se estima en 1.5-0.5m.

En el Anejo-D, se adjunta cálculo del espesador, resultando cuantías próximas a 75 kg/m3. Para el presente proyecto se ha considerado 100kg/m3.

h) Otros elementos:

Las cuantías aplicadas a los diferentes elementos se resumen en:

- Bombeo de vaciados: 115 kg/m3
- Losa de edificios de espesor e=0.2m #12/20: 110 Kg/m3
- Losa de edificios de espesor e=0.3m #12/20: 75 Kg/m3
- Losa de edificios de espesor e=0.5 #12/20: 45 Kg/m3
- Zapatas: 55 Kg/m3
- Vigas: 100 kg/m3
- Pilares: 95 kg/m3
- Riostras: 95 kg/m3

El proyecto contempla tres edificios:

- Edificio de explotación conjunta, que incluye retratamiento, decantación primaria y deshidratación y reactivos.
- Edificio de Biofiltros que incluye sala de soplantes y sala de tratamiento terciario, estando los biofiltros sin cubrir.
- Edificio de control

3.4.13.3.- Edificios

El detalle de las soluciones arquitectónicas se define en el Anejo-H.

Se proyectan los edificios industriales de la EDAR conforme a los requisitos aplicables del CTE y las prescripciones específicas de la normativa municipal. Los materiales y soluciones constructivas están previstos para optimizar su funcionalidad, operatividad y durabilidad, minimizando las futuras labores de mantenimiento y conservación, con criterios medioambientales de integración paisajística.

El proyecto contempla tres edificios:

- Edificio de explotación conjunta, que incluye retratamiento, decantación primaria y deshidratación y reactivos.
- Edificio de Biofiltros que incluye sala de soplantes y sala de tratamiento terciario, estando los biofiltros sin cubrir.
- Edificio de control.

3.4.13.3.A.1.- Edificios industriales

Los edificios de explotación conjunta y el edificio de Biofiltros se diseñan como edificios industriales de similares características.

Los edificios industriales se diseñan con una estructura monolítica mediante la formación de pórticos paralelos a base de elementos prefabricados HA45-IIa, tanto soportes como vigas, de hormigón armado y de hormigón pretensado, con cubiertas en general inclinadas formadas por vigas prefabricadas tipo delta, de inercia variable, con pendiente en el ala superior del 10% y correas igualmente prefabricadas.

La cota de solera se establece en la 34.10m con una altura. Los pilares serán prefabricados y

tendrán una altura de 8.50m-9.5m

Perimetralmente se dispondrá de jácenas en U, H y L con 40 cm de canto, que se encargarán de recoger las aguas vertidas y actuarán como canalón.

El apoyo de las vigas se realiza mediante ménsulas de apoyo prefabricadas.

Las envolventes de fachadas se diseñan con paneles modulares prefabricados de hormigón armado. Los paneles estarán constituidos por dos placas resistentes a impacto, interior y exterior, a base de hormigón armado de 50mm de espesor cada una, con alma intermedia aligerada a base de bloque de aislamiento térmico de poliestireno expandido de 100mm de espesor, totalizando el panel prefabricado un espesor de 200mm, con una anchura estándar de 1.200mm y una longitud modulada para su anclaje a la estructura portante.

Con objeto de dotar de aspecto estético exterior se distinguen diversos acabados: lico o rugoso y acanalado

Las fachadas se dotan de ventanales para iluminación natural y ventilación, siguiendo la modulación de los paneles, adaptadas al módulo base de prefabricación de 1,20m. Estos ventanales se conformarán mediante el correspondiente marco de perfilería de aluminio lacado con acristalamiento doble.

Se dispondrá de vierteaguas de piedra artificial de 25x3 cm. con goterón, pulido en fábrica, recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40), i/rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5.

Tanto las puertas peatonales de acceso, como los portones para acceso de vehículos y/o equipos, así como las rejillas de fachada para ventilación, se realizarán con perfilería de chapa de acero prelacado al horno para garantizar su resistencia a la corrosión.

Los portones de vehículos y las ventanas practicables de difícil acceso se mecanizarán para permitir su apertura automática.

La cubierta será de tipo "sándwich" formada por chapa de acero galvanizada 0,6 prelacada P/30 omegas separadoras aislamiento IBR-80 chapa acero galvanizado prelacado P/30 con. Canalones, cumbreras y remates laterales

También se prevé cubierta tipo "sándwich" translúcido, formada por dos placas de poliéster grecado reforzado con fibra de vidrio, permitiendo dotar de luminosidad al interior de las salas.

La losa de apoyo se diseña de hormigón armado HA-30/B/20/IV-Qb de espesor 20 cm, apoyada sobre un encachado de grava 20/40 o 40/80 de 20 cm y lámina de poletileno con geotextil antipunzonamiento.

El solado se resolverá mediante suelo industrial donde se incluye: limpieza, fresado o chorreado superficial del pavimento base, impregnación, sellado y recubrimiento, con aplicación de resinas sintéticas mezcladas con arena de cuarzo pulido gris natural/color, mediante fratasado y pulimentado mecánico, aplicación de productos industriales de curado superficial con dotación de cuarzo 4,5 Kg/m2.

El solado de la sala de CCM´s será suelo técnico compuesto por baldosas de 600 x 600 x 30 mm, bandeja de acero galvanizado inferior, núcleo de madera de fibra alta densidad en su interior, incluso recubrimiento superior de estratificado o inferior de aluminio revestido y perímetro formado por perfil de PVC, apoyado sobre estructura reticular semirrígida formados por una varilla de acero galvanizado y juego de cabeza-base de aluminio fundido de una altura total de 500 mm.

Se dispondrá de red de drenaje de escurridos y rejas lineales de 30 cm de ancho donde proceda. La red de pluviales será como mínimo de diámetro DN 200 mm PVC.

3.4.13.3.A.2.- Edificio de control

Se dispondrá de un edificio de control de 250 m2m con las siguientes salas y configuración que incluirá: Recepción; Oficinas; Laboratorio; Vestuarios; Sala de control; Un almacén; Un taller para mantenimiento; Aseos

Tendrá las siguientes características:

- Estructura: pilares y vigas de hormigón armado HA-30 ejecutadas "in situ". Forjados de viguetas prefabricadas autorresistentes de hormigón pretensado y bovedillas cerámicas.
- Cerramiento de fachadas:
    - Fábrica con bloque de hormigón machihembrado de medidas 40x20x20 cm., sentado con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río M 10, para revestir.
    - Chapado pizarra estético multicolor, recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-10, fijado con anclaje oculto.
    - Chapado de entarimado de lamas de madera de iroko o ipé, con tratamiento para clase de riesgo 3, según norma UNE EN 335-1, de 75x25 mm. de sección, incluso subestructura a base de perfiles de aluminio anodizado.
    - Enfoscado liso pintado.
- Solados: pavimento continuo de hormigón impreso en color y textura a elegir.
- Paredes y techos vistos interiores: enfoscado fratasado sin maestrear con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/4 (M-80), en paramentos horizontales de 15 mm. de espesor. Pintura plástica lavable lisa.
- Cubierta: Cubierta inclinada formada con tabique palomero, recibidos con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40) y separados 80 cm. con maestra superior del mismo mortero, arriostrados transversalmente cada 2 m. aproximadamente según desnivel, para una altura media de 1 m. de cubierta, tablero machihembrado de 100x30x4,50 cm., capa de compresión de 30 mm. de idéntico mortero y teja cerámica mixta. recibida con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/8 (M-20). Aislamiento térmico mediante planchas de poliestireno extruido y p.p. de limas, caballetes, emboquillado, remates, medios auxiliares y elementos de seguridad.
- Cerramiento interior: Aislamiento y fábrica de ladrillo rasillón 30x15x7mm con mortero de cemento con enfoscado interior
- Tabiquería interior de ladrillo macizo de ½ pie enfoscado en cuartos de baño y enlucido en salas.
- Puertas y portones:
    - En taller: carpintería metálica en puertas y portones, pintadas sobre una mano de imprimación, según diseño a definir en obra.
    - En salas y cuartos: carpintería de madera de pino de primera calidad en puertas de paso interiores, con una hoja ciega, cerco, contracerco y tapajuntas, incluso herrajes de colgar y seguridad,
- Falso techo de placas de escayola lisa y pintura lisa plástica en paramentos horizontales y verticales
- Ventanas: carpintería de aluminio lacado y acristalada con luna tipo climalit. Vierteaguas de piedra artificial de 25x3 cm. con goterón, pulido en fábrica, recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40), i/rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5.

3.4.13.4.- Urbanización

La urbanización y acceso a los edificios se diseña con un camino de servicio de al menos 5.0m de ancho conformado por 30 cm de zahorra artificial y 5 cm de mezcla bituminosa AC16/22 (S-12), con bordillos perimetrales de doble capa de hormigón H-400 achaflanado, de 17 cm de base y hasta 30 cm de altura, asentado sobre base de hormigón HM-20.

Perimetralmente a todas las edificaciones y diversos elementos (espesador, depósito de alivios, y depósito de regulación) se dispondrá de un acerado de 1.0m de ancho ejecutado como pavimento Monolítico de Hormigón Impreso HA-25 pigmentado 7cm espesor, con incorporación de capa monolítica PAVICRON pigmentada (rendimiento 4,0 kg/m2) mediante espolvoreo y con acabado impreso texturado sobre solera de hormigón HM-25 en fresco de 15 cm, empleando moldes elastoméricos aserrado de juntas de retracción con disco de diamante y sellado con la masilla elástica. Bajo dicho pavimento se ha considerado una base de 15 cm de zahorra artificial.

El acceso a los diferentes elementos se realizará mediante caminos peatonales de hormigón de 1.0m de ancho de similares características al indicado anteriormente.

Perimetralmente a la parcela se dispondrá de los siguientes elementos:

Acceso:

- Puerta metálica 2.5x0.90 galvanizada en caliente pintada color tipo verja, formada por una hoja y marco de tubo rectangular con pestaña
- Puerta metálica dos hojas de 2.1x2.1 o una hoja 4.2x2.1 con apertura deslizante lateral o giratoria, galvanizada en caliente y pintada, formada por dos hojas conformadas por marco de tubo rectangular con pestaña, montantes tubulares cada 15 cm, provistas con dispositivo de cierre para candado

Cerramiento perimetral:

- Cerramiento tipo-1 en los primeros 50m a cada lado de la puerta de acceso: 2.0m de altura compuesto por malla 10x30-63 galvanizada en caliente plastificado color en bastidores tubulares de acero S-275J de 1ª calidad galvanizado en caliente, de diámetro 80 mm y 1.5 mm de espesor, sobre muro de hormigón blanco de 0.25x0.35m de altura variable, en acabado visto, sobre zapata de hormigón HM-20
- Cerramiento tipo-2 en el resto de la parcela de 2.00 m de altura realizado con malla de doble torsión galvanizada en caliente de trama 40/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/ replanteo y recibido de postes con hormigón en masa, coronada en alambre de espino, sin incluir puerta de acceso.

El cerramiento tipo-2 dispondrá de un seto perimetral que permita la integración paisajística de la EDAR en el entorno y una pantalla visual.

3.4.13.5.- Red de pluviales

Se diseña una red de pluviales a la cual se conecta la red de escurridos y vaciados de los edificios. La red de pluviales está configurada de forma telescópica de tuberías de 200mm y 300mm de PVC SN-8 con sumideros rectangulares de 30x50cm y lineales de 30 cm de ancho repartidos a lo largo de la urbanización y pavimento existente. La red de pluviales se conectará con el colector general de vertido de la EDAR.

La red de pluviales dispondrá de pozos de registro en puntos singulares y cada 50 m. Los pozos de registro se realizan mediante una losa de 30 cm de hormigón HA-30 donde apoyan anillos prefabricados estancos de diámetro 800 mm. El acceso a los pozos se realiza mediante una tapa de fundición DN600 de carga D-400 y pates de polipropileno colocados cada 30 cm.

Perimetralmente a la parcela se ejecutará una cuneta guarda para la recogida de la escorrentía superficial, que será conectada al arroyo colindante. Se prevé la ejecución de salvacunetas de DN 500 HA.

3.4.13.6.- Integración paisajística

En el Anjeo-16 "Documento Ambiental", se incluye la justificación de la integración paisajística de la EDAR, así como la selección de especies.

Además del propio ajardinamiento de la parcela, se incluye un seto perimetral que permita realizar la afección al impacto visual.

El resumen de especies seleccionadas se adjunta a continuación:

m²	Preparación del terreno	1.500,00
m²	Formación césped rústico<5000 m2	1.500,00
ud	Plantación de Lonicera periclymenum cont. l con tutor 1.5m altur	1.000,00
ud	Plantación de arbutus unedo a de 0,50-0,75 cm en contenedor	20
ud	Plantación de Cupressus macrocarpa 2-2,5	500
ud	Plantación de Laurus Nobilis 14-16 CE	10
ud	Plantación de Quercus robur 14-16 cm. CEP.	6
ud	Plantación de Daboecia Cantábrica de 20-40 cm en cont	270
ud	Plantación de Ruscus aculeatus de 20-40 cm en bandeja forestal	270
ud	Plantación de Vaccinum Myrtillus de 20-40 cm en bandeja forestal	270

Si bien puede no llegar a ser necesario, se ha previsto una red de riego y servicio para mantenimiento de especies.

4.- ELECTRICIDAD

4.1.- ESTACIONES DE BOMBEO Y TANQUE DE TORMENTAS

El Anejo 10, Apéndice 10.5 del presente Documento incluye los cálculos eléctricos de los elementos asociados a los colectores (estaciones de bombeo y tanque de tormentas).

Las actuaciones a realizar en las estaciones de bombeo y tanque de tormentas consisten en:

- Derechos de enganche, refuerzo de línea y acometida en MT o BT, proyecto de normalización y pago de tasas, conexión eléctrica
- Suministro a punto de acometida de cada estación de bombeo. Esta, en función de la disposición y cercanía requerirá la ejecución de un transformador, complementar el existente o simplemente conectarse a la red en baja tensión próxima propiedad de VIESGO, utilizando una caja de protección y medida.
- Centro de transformación y celdas de protección donde procede
- Conducción enterrada desde el cuadro de protección y medida, hasta el CCM y Cuadro General de Baja Tensión
- CCM-1: Cuadro de control de motores de los grupos de bombeo
- CCM-2: Cuadro de equipos que dispondrá de las protecciones previas y conexionado a los subcuadros correspondientes si procede. Los elementos a conectar serán:
    - Cuadro de Polipasto eléctrico
    - Cuadro de Filtro tamiz y electroválvulas de filtro

  - Cuadro desodorización
  - Ventilación y AACC
  - Cuadros de fuerza
- Cuadro general de Baja tensión e iluminación
  - Transformador 24V y conexiones a señales e instrumentación
  - Alumbrado exterior
  - Alumbrado exterior de gran potencia
  - Alumbrado interior de sala
  - Alumbrado interior de pozo
  - Alumbrado de emergencia
- Cuadro auxiliar bombeo
  - Alumbrado:
    - Alumbrado interior: El alumbrado interior de la sala de bombeo se realizará mediante 6 puntos de luz compuesto por dos luminarias fluorescentes estancas de 2x32 w IP65 con equipo de encendido electrónico para tubos T5, montaje en superficie e interruptor de encendido.
    - Alumbrado en el interior de pozo de bombeo y pozo de gruesos: Se realizará mediante 2 unidades luminaria IP-67 antideflagantes Exde IIB T1/T5
    - Alumbrado de emergencia: Se instalarán luminarias de luz de emergencia de 300 lm IP 65 clase II, de instalación en superficie, en los lugares que se indican en los planos de planta.
    - Alumbrado exterior: Se instalará una luminaria exterior de 150 w VSAP adosada a fachada
    - Red de toma tierra de masas de Baja Tensión: La red de tierra está conformada por un anillo de cable desnudo de 35 mm de Cu conectado a dos picas picas de 14mm y 2.0m de largo

Para la gestión de los elementos de control se dispondrá de un autómata programable (PLC) que recoja las señales de los distintos elementos de control y de los autómatas periféricos para enviarlos GPRS, al centro de control. Para asegurar la disponibilidad del sistema de control del depósito, se ha previsto la instalación de una fuente de alimentación ininterrumpida (SAI) de 800 VA 230 V, que mantenga la alimentación al PLC.

El SAI, contará con las salidas de las siguientes características:

- +48Vcc, rectificador 2x2500W
- +24Vcc, rectificador 2x1500W
- 230Vca rectificador 1x1500W
- Batería de acumuladores con autonomía de 15 horas, 600W.

Para el control en continuo del nivel en las dos cámaras del depósito, se instalarán dos sondas de presión piezorresistivas en la tubería de vaciado de las mismas. Además, y como medida de seguridad en caso de fallo de la sonda en continuo, se instalarán un juego de sondas de nivel en cada cámara que darán señal de alarma en los siguientes casos: nivel de alivio y nivel mínimo

4.2.- EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO

El Anejo-E del Documento nº6, se incluyen los cálculos eléctricos del Anteproyecto de la EDAR de Tapia de Casariego.

Las actuaciones a realizar consisten en:

- Derechos de enganche, refuerzo de línea y acometida de media tensión, proyecto de normalización y pago de tasas, conexión eléctrica
- Centros de transformación y celdas:
    - Celdas Centro de seccionamiento y medida
    - CT-1: Potencia (KVA): 400 y CT-2: Reserva (KVA): 400 en casetas prefabricadas
    - Generador de emergencia 100 KVA
    - Red de tierras
- Conducción enterrada desde el cuadro de protección y medida, hasta el CCM y Cuadro General de Baja Tensión: El servicio a los distintos Cuadros y Equipos de la planta, así como el necesario para los usos comunes, será efectuado en Baja Tensión, en sistema trifásico con neutro, siendo la tensión entre fases de 400 V y la existente entre cualquiera de las fases y el neutro de 230 V. Se proyecta un Cuadro de Distribución para la alimentación de los Centros de Control de Motores el cual estará ubicado en el edificio de pretratamiento.

  Desde el C.G.D. se da servicio a los siguientes cuadros:

    - CCM-1: Recepción y Pretratamiento
    - CCM-2: Tratamiento Primario
    - CCM-3: Tratamiento Biológico y Terciario
    - CCM-4: Línea de Fangos
    - Cuadro de Servicios Generales y Alumbrado

  - Alumbrado:
    - Alumbrado interior La iluminación interior media será de: instalación de alumbrado normal prevista, contempla la obtención de las siguientes iluminancias medias:
        - Sala de control y laboratorios: 500 lux
        - Despachos: 300 lux
        - Taller-almacén: 300 lux
        - Salas de cuadros: 200 lux
        - Salas de proceso: 200 lux
        - Servicios y vestuarios: 200 lux
        - Pasillos y zonas comunes: 150 lux
    - Alumbrado de emergencia: Se instalarán luminarias de luz de emergencia de 300 lm IP 65 clase II, de instalación en superficie, en los lugares que se indican en los planos de planta.
    - Alumbrado exterior: Se instalará una luminaria exterior de 150 w VSAP adosada a fachada
    - Red de toma tierra de masas de Baja Tensión: La red de tierra está conformada por un anillo de cable desnudo de 35 mm de Cu conectado a dos picas picas de 14mm y 2.0m de largo en cada edificio y elemento.

En relación a las acometidas hasta el punto de suministro solicitado, la empresa INGIOPSA se puso en contacto con la suministradora VIESGO, en el que se distinguen dos tipos de trabajos que han sido presupuestados:

- Tipo-I: Trabajos de refuerzo, adaptación o reforma de instalaciones existentes. Dichos trabajos han sido presupuestados por la empresa VIESGO, considerándose necesarios para el suministro de la acometida
- Tipo-II: Trabajos a realizar desde punto de acometida identificado por la empresa VIESGO hasta el punto de solicitud de demanda. Dicho trabajo no ha sido valorado por VIESGO, pudiéndose realizar por esta empresa o por terceros. A efectos de valoración presupuestaria se ha realizado una estimación particularizada para cada punto de suministro, en base a los croquis de acometida aportados por VIESGO en el que se distingue el punto de acometida y las canalizaciones estimadas por ellos mismos.

  A este respecto se ha de indicar que los escritos de punto de suministro de VIESGO fueron recibidos muy al final del plazo de redacción del presente anteproyecto. Además, varias de las contestaciones de VIESGO incluían errores en la ubicación del punto de suministro o demanda, lo cual fue notificado a la empresa suministradora para su corrección. En los casos de error identificado se ha realizado un ajuste presupuestario del tendido o canalización necesaria hasta el punto de solicitud, manteniendo una solución conservadora ante la ausencia de información suministrada. En particular se han identificado errores en los escritos:

  - Expediente 41224: EB Mántaras. Hay que prolongar la acometida hasta la ubicación real de la estación de bombeo. Se ha considerado de forma errónea. Se presupuesta la ejecución de un tendido subterráneo en media tensión que discurre paralelo al camino y posteriormente a lo largo de la medianería de las parcelas hasta llegar a la estación de bombeo: 460 m de canalización 4x160 mm PVC en zanja y 100m de canalización 4x160 mm PVC hormigonada, con restitución de pavimento en 100m. El tendido se realiza mediante cable 3x150mm2 Al+TT 95mm2 Al. Se valora un transformador de 100 KVA en caseta prefabricada.
  - Expediente de acometida a la EDAR: Se ha considerado una potencia demandada inferior a la realmente demandada de 400 KW. Al ser un suministro realizado en media tensión no es necesario ampliar las canalizaciones o cables considerados, pero sí será necesario proceder a una nueva tramitación de potencia.
  - Expediente 41219: Estación de bombeo de pretratamiento: Hay que prolongar la acometida prevista en media tensión subterránea por Viesgo a lo largo de la calle de San Andrés hasta el punto de suministro. Se ha valorado la ejecución de la canalización completa y la inclusión de un nuevo centro de transformación en caseta prefabricada y adosada a la edificación existente.

Las acometidas realizadas en baja tensión por VIESGO, en los que se incluye la ampliación y sustitución del transformador existente, no requiere la inclusión de uno nuevo en el punto de suministro.

4.2.1.- Acometida

La definición de la acometida se encuentra incluida dentro de la denominación: SAN ANTONIO, B.,EDAR FOLGU,SAN ANTONIO(TAPIA DE CASARIEGO,33747, la cual requiere trabajos complementarios y refuerzo de línea. El tendido hasta la EDAR se realiza mediante instalación subterránea por encontrarse la parcela dentro de la denominación PESC.

La documentación recibida por parte de VIESGO contenía ciertos errores relativos a la potencia solicitada, estos fueron comunicados a la compañía, quien informó que no variaría los trabajos de refuerzo requeridos.

En consecuencia a efectos presupuestarios se incluyó: Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente, y acometida hasta parcela , incluyendo: Ampliación de derechos de enganche, acometida eléctrica, proyecto, pago de tasas de tramitación y aprobación de industria, OCA´s, marcado de cajas, introducción de expedientes en sistema, des conexionados, grupo electrógeno temporal, desmontaje de instalaciones existentes y temporales, transportes y cargas a vertederos autorizados, conversiones aéreo-subterráneo (si procede), canalizaciones-tendidos, cableados, toma tierras, cambio/modificación/reubicación de centro de transformación intemperie , nuevo transformador de potencia necesaria requerida, aportación de material especial, maniobra descargo red, colocación conjunto terminales en punta cable, señalizaciones necesarias, etc.

Adicionalmente se valoraron los trabajos de acometida, canalización y tendido subterráneo hasta la EDAR, cuyo trazado discurre por la calle y vial existentes, hasta disponer el espacio suficiente en la berma de la misma.

4.2.2.- Medida

Previa conexión de la línea de media tensión en el centro de transformación, se dispondrá de un equipo de medida denominado “tipo-3” y cuyas características se encuentran incluidas en el Anejo-E, conformado por contador, registrador, bloque de pruebas, modem para RTC, modem GSM, armario de medida, transformadores de tensión, transformadores de intensidad, precintado y placas, cableados y resto de elementos.

4.2.3.- Centro de Transformación

Se ha previsto la instalación de un nuevo centro de seccionamiento y medida alojado en un edificio de hormigón armado, tipo prefabricado, en el que se alojarán los siguientes equipos:

- 3 Celdas RM6 de línea motorizadas telemandadas (UF) de 400 A/24-20kV/16kA
- 1 Celda GIM de paso de barras.
- 1 Celda IM de línea motorizada de 400 A/24-20kV/16kA
- 1 Celda GBCB de medida +3TT +3TI de 400 A/24-20kV/16kA
- 2 Celda DM1C de protección general (int. automático + relé Sepam S41+B21) de 400 A/24kV/16kA
- 1 Armario de contadores
- 1 Equipo de teledisparo.

El centro de seccionamiento objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 62271-200.

El centro tendrá una capacidad superior al 125% de la potencia máxima simultánea de funcionamiento de los circuitos que alimentan.

- CT-1: Potencia (KVA): 400
- CT-2: Reserva (KVA): 400

Se dispondrá de un Grupo Electrógeno para poder alimentar al 50% de los circuitos de iluminación, automatización e instrumentación y a todos los equipos electromecánicos asociados a los siguientes procesos de pretratamiento y decantación primaria. De acuerdo con los cálculos el Grupo Electrógeno deberá tener una potencia mínima del 25% de la potencia total correspondiente a 100 Kw

4.2.4.- Red en Baja Tensión

El servicio a los distintos Cuadros y Equipos de la planta, así como el necesario para los usos comunes, será efectuado en Baja Tensión, en sistema trifásico con neutro, siendo la tensión entre fases

de 400 V y la existente entre cualquiera de las fases y el neutro de 230 V. Se proyecta un Cuadro de Distribución para la alimentación de los Centros de Control de Motores el cual estará ubicado en la sala de CCM´s del edificio de pretratamiento.

4.2.4.1.- Cuadro General de Distribución

Desde el C.G.D. se da servicio a los siguientes cuadros:

- CCM-1: Recepción y Pretratamiento
- CCM-2: Tratamiento Primario
- CCM-3: Tratamiento Biológico y Terciario
- CCM-4: Línea de Fangos
- Cuadro de Servicios Generales y Alumbrado

4.2.4.2.- Centros de Control de Motores

Dispondremos de 4 centros de control de motores de Baja Tensión situados en la sala de C.C.M., desde donde alimentaremos y controlaremos todos los equipos de planta. Los cuadros van a ser de envolvente de chapa de acero laminada. Serán del tipo extraíble y la compartimentación será de forma 4b según UNE-EN 60439-1, con grado de protección del conjunto de IP 54, y podrán ser ampliados por ambos extremos sin que se precise ninguna operación de corte, taladro o soldadura en la estructura del cuadro.

En todos los cuadros se va a dejar un espacio vacío, en reserva para futuras ampliaciones, equivalente al 30% del espacio total. Todo el material utilizado (cables, canaletas, bornas, etc…) va a seguir la norma UNE-EN 60332 y UNE 50267, no propagador de llama y con baja emisión de gases y humos, tóxicos y corrosivos.

Los motores eléctricos instalados son de máxima eficiencia energética (IE2-IE3).

En cada una de las acometidas a los cuadros y a continuación del interruptor general se han colocado tres transformadores de intensidad de relación X/5 A y un analizador de redes para supervisión de los principales parámetros eléctricos.

Los motores que estén regulados en velocidad, estarán controlados por un variador de frecuencia y se integrarán en el sistema de control distribuido mediante el bus de campo Profibus DP. Dispondrán a su vez de un panel de control instalado en el cuadro eléctrico que permitirá su configuración y arranque manual.

Siempre que no estén regulados a través de un variador de frecuencia, los motores eléctricos de potencias inferiores a 5 Kw dispondrán de unos equipos de control de consumos, marcha , paro y protección.

Siempre que no estén regulados a través de un variador de frecuencia, los motores eléctricos de potencia igual o superior a 5 Kw dispondrán de un arranque suave, con control de consumos, marcha, paro y protección, conexionado a través del bus de campo Profibus al control distribuido de la planta.

4.2.4.3.- Cableado

Para cables que discurren al aire o sobre bandeja se asigna una tensión de 0,6/1 KV, de tipo RZ1-K (AS).

En instalaciones bajo tubo se van a emplear cables de tensión asignada de 450/750 V, que responden al tipo H07Z1-K (AS).

En cualquier caso, los conectores están dimensionados para la intensidad de arranque del motor y están protegidos para IP68, además que dispondrán de características antideflagrantes y

antiexplosivas.

Los cables de alimentación se han dimensionado de acuerdo con las siguientes condiciones mínimas:

- Alimentación a motores: 125% del valor nominal.
- Alimentación a CCM: igual al valor nominal del interruptor general automático.
- Transformadores (primario y secundario): 125 de la potencia nominal.
- Alimentación a paneles de alumbrado: 125% de la carga conectada con corrección de 1,8 para lámparas de descarga.

Los cables se han dimensionado para limitar la caída de tensión debida a las cargas iniciales como sigue:

- Cables de alimentación: 1% de la tensión nominal.
- Tensión en los terminales del motor: como máximo 3% de la tensión nominal con la carga normal de operación.
- Alumbrado: 3% de la tensión nominal de la lámpara.

Las secciones mínimas para los cables de baja tensión serán las siguientes:

- Fuerza: 4 mm2
- Alumbrado: 2,5 mm2
- Control: 1,5 mm2
- Alumbrado exterior: 6 mm2
- Tomas de corriente y motores fraccionales: 2,5 mm2

Para los factores de corrección se han utilizado los siguientes coeficientes de agrupamiento:

- Cable de baja tensión enterrado en zanja: 0,5
- Cable aéreo: 0,7

4.2.4.4.- Canalizaciones

- En el interior:

Las acometidas de cuadros a bandejas se efectuarán mediante bandeja de PVC.

Las acometidas de bandejas a receptores se realizarán protegidas con tubo flexible de PVC instalado al aire. Las bandejas serán de PVC, provistas de tapas del mismo material en todos los caminos exteriores e interiores.

- En el exterior:

Los cables irán tendidos en canalización subterránea protegidos bajo tubo de PVC o canaleta prefabricada. Las acometidas a máquinas discurrirán bajo tubo o bandeja de PVC.

4.2.4.5.- Corrección del factor de potencia

Con objeto de cumplir la reglamentación vigente y obtener un ahorro en la facturación, instalaremos equipos automáticos de compensación de energía reactiva.

El equipo de compensación estará colocado en Baja Tensión e incluirá un armario de control automático del factor de potencia, que regulará la entrada y salida de los grupos de compensación en función de la demanda hasta un cosφ de 0,98.

Se incluirán también, un condensador fijo conectado directamente al secundario del transformador de potencia, que será calculado para compensar la potencia reactiva del transformador.

Elegiremos una batería de condensadores de 80 KVAr.

4.2.4.6.- Tierra

Se dispone de una red de tierra en todos los edificios, conformada por cable de cobre de 35 mm y picas de 2.0m de diámetro 14.2mm.

4.2.4.7.- Alumbrado

Las distintas iluminaciones previstas en el exterior son las siguientes:

- Iluminación de viales: se ha previsto la colocación de luminarias de tipo vial de 150 vatios de vapor de sodio sobre báculos troncocónicos de chapa de acero galvanizado, de 8 m de altura, 4mm de espesor y 60 mm de diámetro en punta. Se ha calculado la distancia entre las mismas para conseguir un nivel de iluminación medio en viales de 20 lux.
- Iluminación de edificios: se instalarán apliques murales con luminarias fluorescentes estancas de 2x18W para la señalización de fachadas e iluminación de accesos de los edificios.
- Iluminación de zonas de proceso al exterior: en la zona exterior de los diferentes procesos, biológico, depósito de alivios etc. se instalarán columnas de 10 m con dos proyectores con lámparas de 400 vatios de vapor de sodio.
- El alumbrado exterior se efectuará con proyectores estancos IP66, con lámpara de vapor de sodio de 150W.
- Se dispondrá de proyectores 400w de iluminación exterior adosada a fachadas de entrada en puntos localizados

El alumbrado interior de los edificios se resuelve según se indica:

- La iluminación de los edificios se hará a base de equipos fluorescentes estancos de 2 x 36 W.
- Para el alumbrado de salas de gran altura se ha previsto la instalación de luminarias suspendidas cerradas con lámparas de 150 W tipo CDM.
- En zonas donde el acceso puede ser un problema para el mantenimiento se han previsto proyectores murales de 70/150W del tipo CDM
- En las entradas de las instalaciones se ha previsto proyectores de 400w.
- La instalación de alumbrado interior de las distintas dependencias de los edificios se realizará bajo tubo de PVC rígido en superficie y en las zonas nobles se realizará bajo tubo empotrado tipo corrugado.

Todas las salas de los diferentes edificios dispondrán de alumbrado de emergencia con las siguientes características:

- Se instalará alumbrado de emergencia en la salida de los locales y en las zonas de paso.
- El alumbrado de emergencia está constituido por aparatos autónomos de funcionamiento automático, estancos IP65 en el local de desodorización y cuadros, y antideflagrante Exd IIB-T4
- Los bloques autónomos de alumbrado de emergencia que se instalen serán de tipo permanente y con tecnología de LED.
- Se dispondrá de alumbrado de emergencia que facilite la evacuación de la instalación en caso de fallo garantizando su autonomía durante un periodo mínimo de 60 minutos

- El alumbrado de emergencia tiene por objeto asegurar la iluminación, en caso de fallo de red, en las diferentes dependencias y accesos hasta las salidas o iluminar otros puntos de interés como los medios manuales de extinción de incendios o cuadros eléctricos.

5.- CONTROL Y AUTOMATISMO

5.1.- ESTACIONES DE BOMBEO Y TANQUE DE TORMENTAS

El Anejo-10, y Apéndice 10.6 del presente Documento incluye el control y automatismo de las estaciones de bombeo y tanque de tormentas.

El sistema proyectado incluye la automatización de las estaciones de bombeo y tanque de tormentas con comunicación GPRS/GSM en tiempo real información de las variables de funcionamiento. El sistema ha de permitir funcionar en sistema automático, manual y mixto desde el SCADA de la EDAR.

En sistema integra mediante PLC y nodo de comunicaciones, todas las señales y autómatas independientes de gestión de los diversos instrumentos y equipos electromecánicos de cada estación.

Adicionalmente se incluye un sistema de alarmas y videovigilancia integrado consistente en detectores de intrusionismo, gases y alarmas, cámaras de visión nocturna, sistema de comunicaciones, hardware y software de gestión.

A efectos presupuestarios el anteproyecto incluye la formación y puesta en marcha del sistema, ingeniería y programación de PLC´s y SCADA.

5.2.- EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO

En el Anejo 21 se desarrolla en detalle la instrumentación, control y telemando de la EDAR. El sistema de control y telemando de la EDAr y la agrupación de vertido se resume en:

Se instalará un autómata por cada uno de los CCMs y otro para el cuadro sinóptico y las comunicaciones. Todos ellos se integrarán en una red Ethernet de la planta.

El seguimiento, control y proceso de la EDAR. estará gobernado por los autómatas programables citados anteriormente, que recogerán el estado de las señales digitales y analógicas procedentes de los equipos e instrumentos de la planta, procesarán las instrucciones de acuerdo con lo establecido en el programa de usuario y generarán las salidas de proceso, trasmitiendo esta información al sistema de telecontrol general de la Administración para el procesado de la información obtenida sobre todo el sistema, coordinación de los automatismos de la planta y seguimiento del proceso.

Todos los autómatas programables trabajarán en forma de inteligencia distribuida, es decir, que lo harán de forma autónoma, aun con falta de comunicación con cualquiera de los demás elementos de la Red.

Debido a la estructura de la red local de los equipos, aunque el funcionamiento del conjunto es idéntico al realizado por un solo equipo, se implementará el programa de control en el equipo de la parte del proceso correspondiente, adquiriendo la información necesaria de otros procesos a través de la red si fuera necesario. Asimismo el ordenador central de control y supervisión estará conectado en red con los autómatas programables, teniendo en todo momento la información correspondiente a los diferentes procesos y pudiendo en todo momento gobernar las instalaciones de la E.D.AR. mediante órdenes de pantalla. Todos los parámetros serán ajustados durante la puesta en marcha, permaneciendo como seguridad ante una manipulación incorrecta.

La instalación de automatización y control prevista para la EDAR de Segovia contempla la instalación de los siguientes elementos:

Se trata de un sistema de control distribuido compuesto por:

- Cuadro de PLC's:
- CPLC: Cuadro de control con los dos PLC's redundantes AS 410-5H de SIEMENS o similar para el control de toda la EDAR, instalado en la sala de control del edificio principal.
- Periferia funcional o distribuida:
- CCP-01: Cuadro de control de periferia distribuida instalado en la sala eléctrica del CCM1, que controla el pretratamiento y el tratamiento primario
- CCP-02: Cuadro de control de periferia distribuida instalado en la sala eléctrica del y controla el CCM2 Biológico y terciario.
- CCP-03: Cuadro de control de periferia distribuida instalado en la sala eléctrica del CCM3 que controla la línea de fangos.
- Sistema de distribución de comunicaciones:
- Red Ethernet para la conexión entre los PLC's y el sistema de gestión.
- Red PROFIBUS DP en doble anillo de fibra óptica para la conexión entre los PLC's y los cuadros de control de periferia distribuida.
- Red PROFIBUS DP en cable para la conexión de estaciones de E/S remotas ET200M, relés de protección motores, arrancadores estáticos, variadores de frecuencia, instrumentación, etc.
- Red PROFIBUS PA en cable para la conexión de instrumentación.
- Sistema de gestión y supervisión:
- Dos Estaciones de Operación redundantes PCS7 incluyendo también sistema de gestión energética POWER RATE y servidor WEB.
- Una Estación de Ingeniería para gestión de PCS7 y gestión de instrumentación PROFIBUS mediante paquete de software PDM.
- Una Estación de Operación específica del sistema de control y optimización de la aireación del tratamiento biológico.
- Un módem GSM/GRPS para envío de SMS.
- Un sistema VIDEOWALL.
- Una impresora láser a color.
- Un sistema de alimentación ininterrumpida SAI 3.000 VA.
- La conexión entre los PLC's de control y el sistema de gestión se realiza mediante una red Ethernet a través de switches Industrial Ethernet gestionables, con alimentación redundante y que permiten la gestión de la red y su redundancia.
- Se ha previsto un doble anillo de fibra óptica, en cable de 8 fibras multimodo 62,5/125 antihumedad y protección contra roedores, en PROFIBUS DP, para la conexión entre el cuadro de PLC's y los cuadros de control de periferia distribuida.
- Este doble anillo de FO se conecta, a nivel de los cuadros de control, mediante módulos OLM -Optical Link Module-, instalándose dos de estos módulos por cuadro. Los módulos OLM permiten el paso del bus PROFIBUS DP a cable.
- En los cuadros de control, tanto el de PLC's como los de periferia distribuida, la distribución del doble bus de PROFIBUS DP se realiza mediante cable. En el cuadro de control de PLC's son los propios PLC's que quedan conectados mediante cable. En los cuadros de control de periferia distribuida son los repetidores SIMATIC ET 200 para la conexión de la pantalla táctil, los

módulos de periferia distribuida ET200M y el distinto equipamiento -LINK-Y, DP/PA LINK,- requerido para extender el bus a campo.

El sistema de gestión de la planta, que forma el Nivel de Supervisión-Operación, está compuesto por:

- Dos Estaciones de Operación redundantes SIMATIC PCS7 OS o similar, incluyendo PC industrial IPC 647C, software V8.0 para OS individuales redundantes, con licencia flotante en memoria USB para dos instalaciones -una por OS-, licencia redundancia WinCC, paquete de sistema de gestión energética SIMATIC POWERRATE V4.0 o similar y servidor WEB.

- Una Estación de Ingeniería para gestión de SIMATIC PCS7, incluyendo PC industrial IPC 647C, software de ingeniería de AS/OS V8.0 ES y paquete SIMATIC PDM PCS7 V8.1 para configurar, parametrizar, poner en marcha, diagnosticar y mantener aparatos de campo (sensores, instrumentación y actuadores) y otros componentes de campo propios del sistema de control (E/S remotas, multiplexores, equipos de sala de control, reguladores, etc.).

- Una Estación de Operación específica del sistema de control y optimización de la aireación del tratamiento biológico, incluyendo servidor PC Fujitsu TX100, pantalla AOC 19", licencia W7 server, servidor OPC para adquisición de variables PLC vía OPC, con módulos de control y , para la optimización de la aireación y eliminación de nutrientes en el tratamiento biológico, y módulo de control para la eliminación química del fósforo.

- Un módem GSM/GRPS para el envío de notificaciones y alarmas vía SMS.

Se ha previsto la instalación de un VIDEO-WALL TFT formado por 6 pantallas LCD -TFT 46"-, resolución WXGA (1.060x609 cada pantalla), dimensiones totales 3.144x1.846 mm conectado al sistema de control.

6.- SERVICIOS AFECTADOS Y COORDINACIÓN CON ORGANISMOS

El Anejo -14 Reposiciones de Servicios, recoge los criterios a adoptar en la reposición de servicios, así como la identificación de los organismos implicados, teléfono de contacto y responsable.

Los servicios afectados por las actuaciones de la actuación se pueden agrupar en: afecciones a pavimentaciones y acerados, afecciones a elementos asociados a la urbanización, redes de abastecimiento, redes de pluviales, redes de saneamiento conexionados y afección al encauzamiento, red de instalación eléctrica y alumbrado público, redes de comunicaciones de telefonía, red de comunicaciones, y red de gas.

Durante el proceso de redacción del presente anteproyecto se enviaron cartas informativas de afección a los diversos organismos no habiéndose obtenido respuesta en parte de ellos. Es por ello que, si bien se ha recopilado suficiente trabajo e información de servicios, el contratista deberá ponerse en contacto con los diferentes responsables de servicios y proceder a la verificación de estos mediante calas y prospección microgravimétrica.

Para permitir identificar la afección se ha procedido a establecer los tramos geográficos del anteproyecto y codificación asociada a la tipología de afección. De esta forma se pretende que cada servicio quede identificado por separado y localizado respecto el PK del colector. Para el caso del pavimento, si bien queda claramente identificado se opta por medir las superficies de forma conjunta según afección, agrupando afecciones.

En referencia a las reposiciones de servicios de abastecimiento, gas, electricidad y comunicaciones se han distinguido unidades de obra de reposición completa, así como unidades de sostenimiento. De forma general, siempre que ha sido posible, y cuando el servicio corta transversalmente al colector de nueva ejecución, se ha considerado el sostenimiento del mismo. En los tramos que discurren paralelos se considera la afección al mismo.

En relación con la construcción de la estación de bombeo del pretratamiento, se incluyen los trabajos de reposición de pavimentos y conexión con el colector existente.

Con objeto de determinar el estado de conservación del colector D, al que deberá entroncar el colector de Viacoba, se ha habilitado presupuestariamente la inspección con CCTV del colector y limpieza del mismo necesaria por la baja pendiente disponible. Igualmente ha sido habilitada una partida de inspección del colector A-8 a reponer. Esta circunstancia permitirá determinar los tamos que puedan ser reutilizables. Las afecciones relativas al colector de vertido de la EDAR han sido incluidas en el capítulo "Colectores".

Por otro lado, a efectos de valoración de las afecciones de servicios de la red secundaria se ha determinado a partir de la longitud de pavimentos afectados, alguno de los cuales considera la imposibilidad de su ejecución paralela a las calzadas existentes. Este escenario permite estar del lado de la seguridad en el criterio de afección. Igualmente se han valorado varias partidas función de las diferentes tipologías de afección (gas, agua, saneamiento, …) al no disponerse de la información completa de los servicios existentes.

Las afecciones relativas a la acometida eléctrica y el camino de acceso a la EDAR han sido incluidas y desarrolladas en el capítulo correspondiente a la EDAR del presupuesto.

7.- EXPROPIACIONES

En el Anejo -15: Expropiaciones, del presente documento se describen y valoran los bienes y derechos afectados.

Observando los distintos ejes de los colectores, así como las infraestructuras existentes, se puede concluir que gran parte de la actuación transcurre en suelos no urbanizables de costas o de interés agropecuario, así como núcleo rural, y en menor en suelo urbanizable no sectorizado en la zona del polígono, así como parte de la sustitución de colector en el propio casco urbano de Tapia de Casariego.

Con el fin de integrar la obra con el planeamiento urbanístico vigente serán de aplicación las disposiciones contenidas en el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. El anteproyecto de acondicionamiento se regulará por lo dispuesto en el artículo 127 de la ley de aguas.

La legislación básica que regula el procedimiento para la determinación del valor de los bienes a expropiar es el Real Decreto Legislativo 1492/2011, de 24 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de valoraciones de la Ley del Suelo.

No obstante, la valoración realizada se corresponde con la comparación con otros procesos expropiatorios ya llevados a cabo en la zona de actuación. Mediante este método y puestos en contacto con entidades que ya han ejecutado estos procesos expropiatorios en los municipios afectados, se pretende alcanzar un valor más realista a aplicar.

El recuento y medición de todos los bienes afectados se ha hecho confeccionando, para cada finca individual, una ficha normalizada en la que se detalla pormenorizadamente, incluso gráficamente, todos los datos necesarios para tener una información clara y sucinta de la parcela afectada.

Los datos, planos y fichas de expropiación se adjuntan en el Anejo-15, en el que se incluye la expropiación permanente, ocupación temporal, y servidumbre de acueducto.

La EDAR se ubicará en el polígono 6 y parcela 782 sita en el municipio de Tapia de Casariego, correspondiente a la alternativa de ubicación nº4 definida en el Anejo-6, y cuya selección se debe a su mayor lejanía del núcleo urbano y menor impacto ambiental y visual.

Dicha parcela se encuentra clasificada como rústica dentro del PGOU, y dentro de la

definición de PESC (Plan Especial de Costas, lo que supone que ha de cumplir los correspondientes requerimientos ambientales.

El Plan Especial del Suelo No Urbanizable de Costas es instrumento de ordenación territorial con el que el Principado pretende salvaguardar y consolidar la imagen de excelencia del territorio litoral. Este plan da un paso más respecto del Plan de Ordenación del Litoral de Asturias (POLA), que clasificaba todo el suelo englobado en la franja de los 500 metros como suelo no urbanizable de costas, sin distinciones, mientras que ahora se zonifican y pormenorizan aquellos enclaves que dentro del suelo no urbanizable de costas merecen una caracterización específica.

Esta parcela tiene una superficie de 9.418 m2, y una topografía que presenta una ligera inclinación de que va de la cota 36 a la 32 hacia el mar.

El Anejo nº 15 Expropiaciones incluye las expropiaciones necesarias para la ejecución de la EDAR de Tapia de Casariego:

- Parcela de la EDAR
- Acometida eléctrica
- Camino de acceso.

8.- SOLUCIONES AL TRÁFICO

A efectos presupuestarios se ha considerado la dotación de un equipo de gestión de tráfico durante la totalidad de la obra, encargado de mantener, reponer y ejecutar los desvíos de tráficos. Adicionalmente se ha valorado las diferentes unidades de señales verticales temporales, barreras, conos, luminarias, etc, necesario para la consecución de desvíos. A estos efectos se ha considerado y valorado la superposición de fases, así como el aprovechamiento de señales para su ejecución en fases consecutivas.

9.- AFECCIONES AMBIENTALES Y ARQUEOLÓGICAS

9.1.- DOCUMENTO AMBIENTAL

En el Anejo 16 se incluye el Documento Ambiental. Dadas las características ambientales de la zona de actuación, se han identificado una serie de posibles impactos negativos que las actividades derivadas del Anteproyecto podrán ocasionar en el medio. También se han descrito los impactos positivos que residen, fundamentalmente, sobre la calidad de las aguas, lo que implica una mejora colateral del subsistema biótico en general y del sistema socioeconómico, en la fase de explotación.

En este caso la cercanía del LIC y ZEPA a obra ha hecho necesario la inclusión de un apéndice independiente sobre la afección al mismo, que por las circunstancias particulares de la cercanía del mismo y las actuaciones se puede concluir un impacto mínimo.

La vegetación de ribera es la de mayor valor en la zona de forma natural. Además de proyectarse unas plantaciones e hidrosiembras de acuerdo con la zona y las especies.

El Camino de Santiago se verá afectado en su trazado en la zona inicial de Porcia y en el ramal de desvío a la localidad de Tapias de Casariego, que se trata de una zona asfaltada y de hormigón, como se puede observar en todo el reportaje fotográfico.

Las medidas preventivas y correctoras propuestas, que permitirán minimizar los impactos negativos, se centran en la realización y seguimiento de buenas prácticas, así como de una serie de medidas estructurales. El seguimiento de estas medidas, descrito en el plan de vigilancia ambiental, junto con un diseño del anteproyecto respetuoso con el entorno en el que se ubica, conlleva a una minimización

de las posibles incidencias medioambientales que puedan ser ocasionadas con motivo de la ejecución de las actuaciones del anteproyecto.

Tomando como base lo establecido en la normativa en materia de evaluación ambiental, el Anejo contiene la siguiente información:

a) Descripción de la actuación y de las acciones que de ella se deriven.

b) Examen de las alternativas técnicamente viables y justificación de la solución adoptada para cada proyecto.

c) Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas o ambientales claves.

d) Descripción de los efectos directos o indirectos que las acciones previstas en los tres proyectos puedan causar en el ecosistema, así como la valoración de estos efectos.

e) Establecimiento de medidas preventivas y correctoras.

f) Programa de vigilancia ambiental.

9.2.- AFECCIONES ARQUEOLÓGICAS

El patrimonio arqueológico de Tapia de Casariego es muy abundante, debido fundamentalmente a la presencia de la minería romana del oro. Los numerosos y variados yacimientos existentes, materiales líticos, estructuras tumulares, asentamientos castreños, explotaciones mineras, canalizaciones, abrigos, rutas históricas, etc. abarcan gran parte de la actividad humana: poblamiento, rituales funerarios, actividades económicas, comunicaciones, utensilios, etc. Estos bienes y los lugares donde se sospecha la existencia de otros tienen protección integral en la Ley de Patrimonio.

La afección sobre la arqueología se podría deber a la alteración que los movimientos de tierra a realizar ocasionen en los yacimientos presentes en la zona. En este sentido, la traza en estudio, aparentemente, no afecta a ninguno de los yacimientos catalogados en el término municipal por los que discurre el trazado. A pesar de ello y aunque no se sabe sí las actuaciones pudieran descubrir ningún elemento con interés cultural, se contará durante la fase de construcción del proyecto con un técnico arqueólogo especialista. En caso de que la excavación de la obra descubriera algún nuevo hallazgo se dará constancia de ello, emprendiéndose un estudio que evaluará la importancia del mismo y permitirá determinar la manera de actuar.

Con respecto al Camino de Santiago en su ramal de Tapia su afección sí que se trata de un efecto previsible. Sí que se afecta de un modo temporal a la variante del Camino de Santiago a su paso por Tapia, pero su afección será mínima gracias a la adaptación del diseño del trazado y la ausencia de elementos de la infraestructura en sus inmediaciones. Será un impacto negativo, simple de baja intensidad, temporal, reversible, recuperable y compatible.

Por lo tanto, se considera un efecto sobre los yacimientos arqueológicos, idéntico para toda el área estudiada, caracterizado como: negativo, de intensidad baja, a corto plazo, permanente, irreversible, directo, simple y recuperable. De acuerdo con los criterios de valoración, se considera que el impacto que se producirá resulta ser Compatible.

10.- GESTIÓN DE RESIDUOS

En el Anejo 17, se ha desarrollado la gestión de residuos procedentes de la obra, incluida la preparación de áreas específicas para la gestión de los mismo, señalización con etiquetas identificativas, obra civil asociada (excavación, cimentación, malla metálica, accesos, etc.), medios materiales, operaciones de clasificación, retirada y proceso de gestor autorizado, permisos y canon de tratamiento

De esta forma se da respuesta a la normativa vigente, muy en particular al RD 105/2008 por el que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición, con el siguiente contenido:

- Identificación de los residuos (según OMAM/304/2002)
- Estimación de la cantidad que se generará (en Tn y m3)
- Medidas de segregación "in situ"
- Previsión de reutilización en la misma obra u otros emplazamientos
- Operaciones de valorización "in situ"
- Destino previsto para los residuos.
- Instalaciones para el almacenamiento, manejo u otras operaciones de gestión.
- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs, que formará parte del presupuesto del anteproyecto.

El presupuesto de ejecución material para la gestión de residuos ha sido detallado en el Anejo 17 e incluido en el presupuesto general de las obras., no obstante, y tal como se prevé en el Art. 5 del RD 105/2008, el contratista al desarrollar el Plan de ejecución de residuos de construcción y demolición, podrá ajustar a la realidad los precios finales y reales de contratación y especificar los costes de gestión si así lo considerase necesario. Esta relación de importes anteriores, es la que se toma como referencia para calcular las Fianzas a depositar tanto si la obra está sometida a licencia urbanística como si la obra no está sometida a licencia municipal.

11.- SEGURIDAD Y SALÚD

De acuerdo a lo especificado en el artículo 5, apartado 4, del Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, el Presupuesto del presente Estudio, que se especifica en el Documento nº 4, se incorpora como Capítulo independiente del Presupuesto General de Ejecución Material del Anteproyecto de Construcción.

El Presupuesto General de Ejecución Material del Estudio de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de CIENTO CUARENTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS VEINTICUATRO EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS. (148.324,27€)

12.- PLAN DE OBRA Y PLAZO DE EJECUCIÓN

En el Anejo-18 del presente Documento se incluye la propuesta de programación para el desarrollo de las obras.

El plazo total de ejecución de la obra y la puesta en marcha y funcionamiento de las instalaciones es de 24 meses. Se han considerado además los siguientes plazos parciales:

- Fase-1 Redacción del proyecto constructivo de la EDAR: 3 meses y 1 mes para su aprobación, resultando un total de 4 meses, con comienzo tras la firma del contrato.
- Fase-2a Ejecución de obra de saneamiento, colectores y tanque de tormentas: 21 meses, con origen desde el acta de comprobación del replanteo.
- Fase-2b Ejecución de obra de la EDAR: 17 meses tras el acta de comprobación del replanteo.

- Fase-3 Puesta en marcha: 3 meses, a los 21 meses desde el acta de comprobación del replanteo. En esta fase se realizará la puesta en marcha y funcionamiento de las instalaciones del conjunto de las instalaciones. Además se realizarán remates y terminaciones de la obra. Tras la puesta en marcha se firmará el acta de recepción de las obras.

A continuación, se adjuntan las principales restricciones a tener en cuenta:

- Restricciones informativas
  - En ningún caso, la ejecución de las obras previas impedirá el correcto desarrollo del tráfico en la zona, así como no deberá afectar al resto de servicios.
  - Para el buen desarrollo de los trabajos, la empresa constructora deberá adjuntar un programa de trabajos indicando las actividades a realizar en un plazo de 15 días, que será comunicado a los Organismos afectados y la Dirección de Obra para su aprobación.
  - Se han de solicitar los permisos necesarios para mantener los accesos y el tráfico peatonal y de vehículos en forma segura.

Por otro lado, el programa de las obras ha de considerar las paralizaciones previstas:

- Restricciones arqueológicas: Si bien no hay previsión de afección arqueológica, se contempla un seguimiento arqueológico previo y durante las operaciones de movimientos de tierras.
- Restricciones ambientales: La obra no afecta a LIC, ZEPA o Reservas naturales, si bien gran parte de las actuaciones se encuentran definidas dentro de la denominación del Plan Especial de Costas (PESC y antiguo POLA), por lo que se ha de cuidar las medidas estipuladas en el PVA.
- Restricciones horario de trabajo: En periodos calurosos de verano se emite una evaluación de riesgos donde puede incluirse puntualmente en la provincia de actuación como de alto riesgo, lo que exige el cumplimiento de horarios de jornada reducida hasta las 15.00h y la adopción de medidas preventivas referente al Plan de Incendios Forestales.
- Plan de incendios: Se ha de prever la redacción del un Plan de incendios, con la consecuente solicitud de permisos y autorizaciones.
- Restricciones por ruido: El horario de trabajo será de 7.00h a 20.00h, debiendo cumplir los requerimientos estipulados en la normativa vigente en relación a los valores sonoros. Los trabajos nocturnos sólo podrán realizarse bajo autorización. Los límites máximos admisibles para los niveles de emisión acústica por parte de la maquinaria serán los establecidos, bien por los Reglamentos número 41 y 51 anejos al Acuerdo de Ginebra de 20 de marzo de 1.958, bien R.D. 212/2002 de 22 de febrero, que regula los niveles de emisión de ruidos de maquinaria de obra que traspone la Directiva 2000/14/CEE de 8 de mayo, para la homologación de vehículos nuevos y Decretos que lo desarrollan, o en caso de ser de carácter más restrictivas, se aplicarán las normativas de carácter local autonómico (Junta de Extremadura) o estatal.
- Plantaciones: Estas se deben realizar entre los periodos de octubre a febrero.

13.- REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

13.1.- OBRA COMPLETA

El presente anteproyecto comprende todos y cada uno de los elementos necesarios para la ejecución de la obra, pudiendo ser ésta entregada al uso general o al servicio correspondiente una vez construida, por lo que se considera Obra Completa, según el artículo 12 de la Ley 9/2017 de Contratos del sector Público.

13.2.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De acuerdo con el artículo 77 de la Ley 9/2017 de 8 de noviembre, de Contratos del sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE de 26 de febrero de 2014, será requisito indispensable que el Contratista este clasificado como Contratista de Obras de las Administraciones Públicas al ser el valor estimado del contrato de las obras de **NUEVE MILLONES CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL QUINIENTOS SESENTA EUROS con NUEVE CÉNTIMOS (9.452.560,09.-€),** superior a 500.000 euros.

En estos casos, la exigencia de clasificación se extenderá también a estos subgrupos que, de acuerdo con el apartado 2, párrafo b) del Artículo 36, se limitarán a un importe de la obra parcial singular superior al 20% del precio total del contrato, salvo casos excepcionales.

Además, la Clasificación que los Órganos de Contratación exijan a los Licitadores de un Contrato de Obras se determinará con sujeción a las siguientes normas:

- En las obras cuya naturaleza con alguno de los tipos establecidos, se exigirá solamente la clasificación en el subgrupo genérico correspondiente.
- En las obras cuya naturaleza se corresponde con alguno de los tipos establecidos, pero presenten singularidades no normales a las de su clase y sí, en cambio, asimilables a tipos de obras correspondientes a otros subgrupos diferentes del principal, la exigencia de clasificación se exigirá también a estos subgrupos con las limitaciones siguientes:

a) El número de subgrupos exigibles, salvo casos excepcionales, no podrá ser superior a cuatro.

b) El importe de la obra parcial que por su singularidad de lugar a la exigencia de clasificación en el subgrupo correspondiente deberá ser superior al 20 % del precio total del Contrato, salvo casos excepcionales.

- Cuando las obras presenten partes fundamentalmente diferenciadas, que cada una de ellas corresponda a tipos de Obras de distinto subgrupo, se exigirá clasificación en todos ellos, con un máximo de 4 subgrupos.
- La Clasificación en un Grupo solamente podrá ser exigida cuando por la naturaleza de la obra resulte necesario que el contratista se encuentre clasificado en todos los subgrupos básicos del mismo. Se procurará, con el fin de no limitar inútilmente la concurrencia, exigir solamente la clasificación en uno o varios subgrupos, siempre que la naturaleza de la obra lo permita.
- Cuando en el conjunto de las obras exista una parte que deba ser realizada por una casa especializada (por ejemplo, en el caso de determinadas instalaciones), podrá establecerse en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares la obligación al contratista, en el caso de no tener clasificación en esa especialidad, de subcontratar esta parte especial de la obra con una empresa que tenga clasificación en ese subgrupo. El importe de estas partes de Obra a subcontratar será inferior al 50 % del precio del Contrato.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, nos damos cuenta de que nos afecta principalmente el apartado que hemos llamado 1: "En las obras cuya naturaleza con alguno de los tipos establecidos, se exigirá solamente la clasificación en el subgrupo genérico correspondiente."

Para la clasificación se consideran los presupuestos de los distintos capítulos en que se ha dividido la Obra Proyectada, el capítulo cuya valoración tiene un peso superior al 20% dentro del Presupuesto Base de Licitación (P.B.L.).

La Ley 9/2017 indica, en su artículo 79, que la expresión de la cuantía, en lo referente a la

determinación de los contratos a los que las empresas puedan concurrir u optar, se efectuará por referencia al valor íntegro del contrato, cuando la duración de este sea igual o inferior a un año, y por referencia al valor medio anual del mismo, cuando se trate de contratos de duración superior.

Considerando que el plazo de ejecución de las obras es de 24 meses, el cálculo de la anualidad correspondiente se hará en base al valor medio anual del valor íntegro del contrato.

Anualidad = 4.726.280,045 €

De acuerdo a lo indicado en RD 773/2015, los contratistas que acudan a la licitación deberán contar con la clasificación Grupo E Hidráulicas, Subgrupo 1 Abastecimientos y saneamientos, categoría 5.

Grupo	E	Obras hidráulicas
Subgrupo:	1	Abastecimientos y saneamientos
Categoría	5	2.400.000< AM < 5.000.000 euros
Grupo	K	Estaciones de tratamiento de aguas
Subgrupo:	8	Estaciones de tratamiento de aguas
Categoría	4	AM > 800.000 euros

13.3.- FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

Según la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, los 24 primeros meses no son revisables. El resto, se aplicará la revisión de precios según lo establezca el PCAP del contrato y de conformidad con lo previsto en el Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas, y atendiendo a que el mayor porcentaje de materiales de la obra se corresponde a hormigones, aceros y escolleras, se opta por aplicar la fórmula 561:

Nº	CONCEPTO	FORMULA
5.- OBRAS HIDRÁULICAS		
561	Alto contenido en siderurgia, cemento y rocas y áridos. Tipologías más representativas: Instalaciones y conducciones de abastecimiento y saneamiento	Kt =0,10Ct/Co + 0,05Et/Eo + 0,02Pt/Po + 0, 08Rt/Ro + 0,28St/So + 0,01Tt/To + 0, 46

Siendo:

C cemento
E energía
P productos plásticos
R áridos y rocas
S materiales siderúrgicos
T materiales electrónicos
K_t = Coeficiente teórico de revisión para el momento de la ejecución t.

En las fórmulas de revisión de precios se representan con el subíndice t los valores de los índices de precios de cada material en el mes que corresponde al periodo de ejecución del contrato

cuyo importe es objeto de revisión, así como el coeficiente Kt de revisión obtenido de la fórmula, y se representan con el subíndice 0 los valores de los índices de precios de cada material en la fecha a la que se refiere el apartado 3 del artículo 91 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

13.4.- PUESTA EN MARCHA DEL ANTEPROYECTO Y GARANTÍAS.

Una vez finalizadas las obras, antes de ser recibidas, preceptivamente se deberá probar toda la instalación, de acuerdo con lo que se especifica en el Pliego de Prescripciones, comprobando que todos los suministros y obras realizadas están de acuerdo con lo establecido en los documentos que componen el Anteproyecto, levantando el correspondiente Acta de Inspección Previa, en cuyo momento la Contrata deberá facilitar al Director de Obra, si no lo ha hecho anteriormente, toda la documentación que defina la obra ejecutada.

No será necesario que ésta sea exhaustiva, dejando a criterio de la Dirección de Obra su ampliación y concreción en el caso que lo estime oportuno.

La garantía será de un plazo de **12 meses**, contando a partir de la recepción de las obras, donde se incluye la reposición de marras correspondiente a la integración paisajística, así como el mantenimiento de las especies y riego.

14.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Las condiciones de tipo técnico que deben cumplir los diferentes materiales, unidades de obra, mano de obra, etc., incluidas en el presente Anteproyecto, se recogen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que figura como **Documento Nº 3**.

15.- DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PRESENTE ANTEPROYECTO

El presente anteproyecto consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO 1. Características principales

ANEJO 2. Criterios generales de diseño

ANEJO 3. Situación actual

ANEJO 4. Cartografía y Topografía

ANEJO 5. Geología y geotecnia

ANEJO 6. Estudio de alternativas

ANEJO 7. Pluviometría y climatología

ANEJO 8. Zonificación y población

ANEJO 9. Cálculo de caudales

ANEJO 10. Colectores

ANEJO 11. Trazado y replanteo

ANEJO 12. Emisario

ANEJO 13. Procedimientos constructivos

ANEJO 14. Reposición de servicios

ANEJO 15. Expropiaciones

ANEJO 16. Documento ambiental

ANEJO 17. Gestión de residuos

ANEJO 18. Programa de trabajo

ANEJO 19. Justificación de precios

ANEJO 20. Presupuesto para el conocimiento de la Administración

ANEJO 21. EDAR

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

MEDICIONES

Mediciones auxiliares

Mediciones generales

CUADRO DE PRECIOS

Cuadro de precios nº 1

Cuadro de precios nº 2

PRESUPUESTOS PARCIALES

PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

DOCUMENTO Nº 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº 7. DOCUMENTO AMBIENTAL

16.- PRESUPUESTO.

16.1.- CUADROS DE PRECIOS

El Cuadro de Precios nº 1 y nº 2 se ha preparado a partir de la justificación de precios.

En la misma, se obtienen los costes de ejecución material de las diversas unidades de obra, siguiendo el método habitual: cálculo de los costes de mano de obra; obtención del coste directo de cada una de las unidades; deducción del precio de ejecución material, agregando al coste anterior un 6% en concepto de costes indirectos.

En el cálculo del coste de la mano de obra se ha tenido en cuenta el Convenio Colectivo 2013-2016. Se ha considerado a su vez la no discriminación por cuestiones de género a la hora de calcular el precio de la mano de obra, siendo los salarios iguales independientemente del sexo de la persona que desarrolle los trabajos.

16.2.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.

Aplicando en las mediciones el Cuadro de precios nº 1, se obtiene el presupuesto de ejecución material:

Nº	Capítulo	€	
1.	COLECTORES	1.832.434,45	28,0%
2.	EDAR	4.527.233,44	69,0%
3.	MEDIDAS AMBIENTALES	68.184,30	1,0%
4.	GESTIÓN DE RESIDUOS	16.915,94	0,2%
5.	VARIOS	32.003,79	0,5%
6.	SEGURIDAD Y SALUD	87.961,81	1,3%
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	6.564.733,73	

El PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL se desglosa en costes directos e indirectos, según lo expuesto en la justificación de precios, ascendiendo los costes directos a la cantidad de 6.193.145,03€, mientras que los costes indirectos representan el 6 por 100 de los costes directos y ascienden a la cantidad de 371.588,70€.

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL a la expresada cantidad de SEIS MILLONES QUINIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

16.3.- VALOR ESTIMADO DE CONTRATO.

El valor estimado de contrato se ha determinado a partir del presupuesto de ejecución material al que se le añade los valores de los Gastos generales y el Beneficio industrial, con lo que se obtiene:

	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	6.564.733,73
13%	Gastos generales	853.415,38
6%	Beneficio industrial	393.884,02
	SUMA DE G.G. y B.I.	1.247.299,40
	VALOR ESTIMADO DE CONTRATO	7.812.033,13

Asciende el VALOR ESTIMADO DEL CONTRATO y PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (SIN IVA) a la expresada cantidad de SIETE MILLONES OCHOCIENTOS DOCE MIL TREINTAY TRES EUROS con TRECE CÉNTIMOS

16.4.- PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.

El presupuesto base de licitación antes de IVA se ha determinado a partir del presupuesto de ejecución material al que se le añade los valores de los Gastos generales, el Beneficio industrial Y EL 21% DE I.V.A, con lo que se obtiene:

	VALOR ESTIMADO DE CONTRATO	7.812.033,13
21%	IVA	1.640.526,96
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	9.452.560,09

Asciende el PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (IVA INCLUIDO) a la expresada cantidad de NUEVE MILLONES CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL QUINIENTOS SESENTA EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

16.5.- PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

El presupuesto para conocimiento de la Administración se ha determinado a partir del Presupuesto de Base de Licitación y añadiendo los costes de las expropiaciones, el presupuesto de patrimonio histórico, y el correspondiente al control y vigilancia de las obras, vigilancia ambiental y coordinación de la seguridad y salud.

La Ley de Patrimonio Histórico establece la obligación de destinar en los contratos de obras públicas una partida de al menos el 1% a trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español o al fomento de la creatividad artística, con preferencia en la propia obra o en su inmediato entorno.

No tendrán esta obligación:

- Las obras cuyo presupuesto total no exceda de los 601.012,10 €.

- Las obras que afecten a la seguridad y defensa del Estado, así como a la seguridad de los servicios públicos.

Resultando:

Nº	Capítulo	€
1	COLECTORES	1.832.434,45
2	EDAR	4.527.233,44
3	MEDIDAS AMBIENTALES	68.184,30
4	GESTIÓN DE RESIDUOS	16.915,94
5	VARIOS	32.003,79
5	SEGURIDAD Y SALUD	87.961,81
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	6.564.733,73
13%	Gastos generales	853.415,38
6%	Beneficio industrial	393.884,02
	SUMA DE G.G. y B.I.	2.815.560,58
	VALOR ESTIMADO DE CONTRATO	7.812.033,13
21%	% IVA	1.640.526,96
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	9.452.560,09
	EXPROPIACIONES	69.907,04
	PATRIMONIO (1%) del PEM	65.647.34
PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN		**9.588.114,47 €**

Asciende el presupuesto para el conocimiento de la administración a la expresada cantidad de NUEVE MILLONES QUINIENTOS OCHENTA Y OCHO MIL CIENTO CATORCE EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

17.- CONSIDERACIÓN FINAL Y DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

Considerando el Ingeniero que suscribe que el presente Anteproyecto ha sido redactado de acuerdo con las Normas Técnicas y Administrativas en vigor y que cumple asimismo los requisitos exigidos en la Ley 9/2017 de 8 de noviembre, de Contratos del sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE de 26 de febrero de 2014, ya que las obras a realizar constituyen una unidad completa para ser entregada a su inmediato uso público, se presenta para su tramitación.

En Oviedo, enero de 2021

El Ingeniero Técnico de Minas

Adolfo Guerra Fernández

El Ingeniero Autor del Anteproyecto

José Javier González Martínez

ANEJO-1: CARACTERÍSTAS PRINCIPALES

ÍNDICE

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO 1
2.- OBJETO DEL ANTEPROYECTO 1
3.- RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL ANTEPROYECTO 1
3.1.- CAUDALES 1
3.2.- COLECTORES 2
3.2.1.- Sección tipo de zanja 2
3.2.2.- Colectores principales 3
3.2.3.- Valvulería en conducciones a presión 4
3.3.- ESTACIONES DE BOMBEO 5
3.3.1.- Características técnicas 5
3.4.- ACTUACIONES EN EL PRETRATAMIENTO Y EMISARIO 12
3.5.- EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO 12
3.5.1.- Ubicación 12
3.5.2.- Caudales 12
3.5.3.- Cargas de contaminantes 13
3.5.4.- Requerimientos 13
3.5.5.- Esquema del proceso 13
3.5.6.- Fases constructivas 15
3.5.7.- Equipamientos generales 15
3.5.8.- Edificaciones 16
3.6.- ELECTRICIDAD 17
3.7.- CONTROL Y AUTOMATISMO 17
3.8.- SERVICIOS AFECTADOS Y COORDINACIÓN CON ORGANISMOS 17
3.9.- ACTUACIONES AMBIENTALES Y ARQUEOLÓGICAS 17
3.10.- GESTIÓN DE RESIDUOS 18
4.- PLAN DE OBRA Y PLAZO DE EJECUCIÓN 18
5.- DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PRESENTE ANTEPROYECTO 19
6.- PRESUPUESTO. 20
6.1.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL. 20
6.2.- PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN 20
7.- PLANOS 22

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente documento tiene por objeto definir las principales características del presente anteproyecto de saneamiento de Tapia de Casariego.

Este anejo, aunque recoja el estudio desarrollado de la totalidad del concejo solo se aplicará a la parte del saneamiento que se ejecutará en el presente anteproyecto.

2.- OBJETO DEL ANTEPROYECTO

El presente anteproyecto tiene por objeto desarrollar y adecuar el sistema de saneamiento y EDAR de Tapia de Casariego al cumplimiento de la Directiva 91/271.

El anteproyecto incluye:

- La construcción de la red de colectores principal, estaciones de bombeo y tanque de tormentas que agrupan los vertidos de los diferentes núcleos en la EDAR de Tapia de Casariego.
- La construcción de la E.D.A.R. de Tapia de Casariego con tratamiento biológico mediante Biofiltros, dimensionada para un caudal máximo de entrada en el depósito de regulación 1.000 m3/h, correspondiente a 26.000 habitantes equivalentes y un caudal de tratamiento de 600 m3/h.

  La EDAR se dimensiona para el caudal máximo si bien se ejecutará en dos fases constructivas:

  - Fase-1: Se desarrolla la EDAR completa donde se construye la decantación primaria con 3 líneas y el biológico con 4 biofiltros para ampliación a futuro.
  - Fase -2: Se completa la decantación primaria con 1 línea más y el biológico con 2 biofiltros adicionales.

    Toda la EDAR se dimensiona para la situación
- Red de colector de alivio y efluente de la EDAR hasta el pretratamiento existente, donde se ampliarán los grupos de bombeo con uno adicional de similares características. Al no estar dimensionado el emisario y grupos de bombeo para el caudal máximo vertido y de alivio, se dispondrá de un aliviadero de emergencia.

El anteproyecto no contempla la modificación y adecuación del emisario existente de diámetro 200 mm de polietileno. Dicha actuación se considera necesaria para un correcto funcionamiento del sistema, debiendo ser realzado en otro proyecto aparte.

3.- RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL ANTEPROYECTO

3.1.- CAUDALES

RESUMEN DE CAUDALES									
	Total Tapia	**Tapia y núcleos**	**Mántaras, S. Ant., Cortaficio**	**Casariego**	**Campos y Salave**	**Campos y Porcía**	**La Roda**	**Rapalcuarto-Calambre**	**Serantes**
SITUACIÓN ACTUAL									
Qmin-inv-2015=QDmin+QImin	9,25	2,73	1,39	0,24	0,67	0,15	2,01	0,40	1,66
Qmin-ver-2015=QDmin+QImin	19,53	9,57	2,48	0,53	1,26	0,24	2,44	0,55	2,45
QDm-inv-2015=QDm+Qim	25,13	5,47	3,76	0,47	1,34	0,31	4,02	0,80	3,37
QDm-Ver-2015=QDm+Qim	57,27	19,14	5,95	1,06	2,53	0,49	4,88	1,10	4,94

RESUMEN DE CAUDALES									
	Total Tapia	**Tapia y núcleos**	**Mántaras, S. Ant., Cortaficio**	**Casariego**	**Campos y Salave**	**Campos y Porcía**	**La Roda**	**Rapalcuarto-Calambre**	**Serantes**
Qp-inv-2015=QDp+Qip+QF	76,35	19,48	11,11	3,29	7,17	2,15	14,92	5,59	12,64
Qp-ver-2015 =	118,31	45,13	15,77	6,03	8,85	3,24	16,78	6,40	16,10
Qmax-Inv-2015	666,35	209,48	71,11	63,29	47,17	62,15	74,92	65,59	72,64
Qmax-ver-2015	708,31	235,13	75,77	66,03	48,85	63,24	76,78	66,40	76,10
SITUACIÓN FUTURA									
Qmin-inv-2040=QDmin+QImin	17,52	4,34	6,16	0,34	0,93	0,21	2,70	0,53	2,31
Qmin-ver-2040=QDmin+QImin	33,59	15,17	7,90	0,81	1,80	0,34	3,33	0,76	3,47
QDm-inv-2040=QDm+Qim	44,94	8,67	22,04	0,69	1,85	0,41	5,40	1,07	4,81
QDm-Ver-2040=QDm+Qim	85,90	30,35	25,51	1,62	3,60	0,68	6,67	1,51	7,13
Qp-inv-2040=QDp+Qip+QF	100,65	29,14	41,40	4,81	8,07	2,87	19,28	6,64	16,83
Qp-ver-2040=QDp+Qip+QF	161,63	67,37	48,99	6,75	11,83	4,48	21,88	7,04	21,68
Qmax-Inv-2040	690,65	219,14	101,40	64,81	48,07	62,87	79,28	66,64	76,83
Qmax-ver-2040	751,63	257,37	108,99	66,75	51,83	64,48	81,88	67,04	81,68

3.2.- COLECTORES

Se diseña una red de colectores principales de gravedad y presión con una longitud de 7.599 m.

La red de colectores de gravedad se ejecuta mediante tuberías de PVC SN8 de diámetros de 400mm en la red principal. Sólo se diseña el colector de vertido de la EDAR con diámetro DN 500 mm.

La red de colectores a presión se resuelve mediante tuberías diámetros comprendidos entre 400mm y 110mm de PE-100 PN6 y PN10, de los cuales 5.113m corresponde a las tuberías principales.

3.2.1.- Sección tipo de zanja

DN (nominal)	Ancho mínimo zanja entibada (m)	Ancho mínimo zanja (m)	B(m)= Ancho disponible	Apoyo (cm) cama arena silícea c/inundación	Recubrimiento cobertura mínimo (cm)	Profundidad mínima s/ clave (m)	separación mínima en tubería doble (m)	áng. Apoyo	Talud general	Talud cruce arroyos h<2,5m
90	0,80	0,80	0,36	15,00	30,00	1,00	0,80	120º	1H/5V	1H/1V
160	0,80	0,80	0,32	15,00	30,00	1,00	0,80	120º	1H/5V	1H/1V
180	0,80	0,80	0,31	15,00	30,00	1,00	0,80	120º	1H/5V	1H/1V
200	0,80	0,80	0,30	15,00	30,00	1,00	0,80	120º	1H/5V	1H/1V
300	0,80	0,80	0,25	15,00	30,00	1,00	0,80	120º	1H/5V	1H/1V
400	1,20	1,20	0,40	15,00	30,00	1,00	0,80	120º	1H/5V	1H/1V
500	1,30	1,30	0,40	15,00	30,00	1,00	0,80	120º	1H/5V	1H/1V

3.2.2.- Colectores principales

COLECTORES PRINCIPALES	Diámetro Nominal tubería (mm)	Material	Long. (m)	nº POZOS	Nº arquetas ventosa	Nº arquetas desagüe
COLECTOR DE GRAVEDAD SUSTITUCIÓN COLECTOR A-8	400	PVC/SN-8	736	24	0	0
COLECTORES DE IMPULSIÓN PRETRATAMIENTO-DEPURADORA	400 y 110	PE-100/PN-6 y PE-100/PN10	1880 + 1880	4	3	3
COLECTOR DE GRAVEDAD DEPURADORA-PRETRATAMIENTO	500	PVC/SN-8	1.750	35	0	0
COLECTORES DE IMPULSIÓN MÁNTARAS-DEPURADORA	315 y 110	PE-100/PN-6	1.353	4	3	3
TOTAL			7.599	67	6	6
TOTAL Gravedad			2.486	67		
TOTAL presión			5.113		6	6

En la siguiente tabla se pueden ver los colectores principales con la zanja tipo de cada tramo y su P.K. correspondiente:

COLECTOR	zanja tipo	tubería	pK inicial	pK final	longitud
GRAVEDAD SUSTITUCION COLECTOR "A-8"	2	1	0+000	0+ 735,66	735,663
COLECTOR DE GRAVEDAD DEPURADORA-PRETRATAMIENTO	4	1	0+000	0+ 016,06	16,058
	3B	1+2+2	0+ 016,06	0+ 332,52	316,46
	3BH	1+2+2	0+ 332,52	0+ 339,71	7,19
	3B	1+2+2	0+ 339,71	0+ 529,39	189,68
	3BH	1+2+2	0+529,39	0+ 541,88	12,49
	3B	1+2+2	0+ 541,88	0+ 785,38	243,5
	3BH	1+2+2	0+ 785,38	0+ 792,33	6,95
	3B	1+2+2	0+ 792,33	0+ 968,02	175,69
	3BH	1+2+2	0+ 968,02	0+ 977,13	9,11
	3B	1+2+2	0+ 977,13	1+ 111,67	134,54
	3A	1+2	1+ 111,67	1+ 226,59	114,92
	3AH	1+2	1+ 226,59	1+ 233,46	6,87
	3A	1+2	1+ 233,46	1+ 417,01	183,55
	3AH	1+2	1+ 417,01	1+ 738,41	321,4
COLECTOR IMPULSIÓN PRETRATAMIENTO-EDAR	3AH	1+2	0+000	0+ 332,27	332,27
	3A	1+2	0+ 332,27	0+ 503,48	171,21
	3AH	1+2	0+ 503,48	0+ 510,35	6,87
	3A	1+2	0+ 510,35	0+ 625,47	115,12
	3B	1+2+2	0+ 625,47	0+ 760,69	135,22
	3BH	1+2+2	0+ 760,69	0+771,03	10,34

	3B	1+2+2	0+ 771,03	0+ 945,72	174,69
	3BH	1+2+2	0+ 945,72	0+ 953,78	8,06
	3B	1+2+2	0+ 953,78	1+ 197,39	243,61
	3BH	1+2+2	1+ 197,39	1+208,73	11,34
	3B	1+2+2	1+208,73	1+397,41	188,68
	3BH	1+2+2	1+397,41	1+ 404,77	7,36
	3B	1+2+2	1+ 404,77	1+720,63	315,86
	3A	2+2	1+720,63	1+802,70	82,07
COLECTOR IMPULSIÓN MÁNTARAS A ZANJA COMUN IMPULSION EDAR	3	2	0+000	0+070	70
	3R	2	0+070	0+090	20
	3	2	0+090	0+171,80	81,8

3.2.3.- Valvulería en conducciones a presión

a) Ventosas: Se ha dispuesto una ventosa trifuncional, para asegurar un adecuado funcionamiento en la fase de llenado y vaciado. Las características se resumen en la siguiente tabla:

Diámetro de la tubería (mm)			Ventosa trifuncional (mm)	Válvula de cierre (VC1)	DN1 (mm)	PN. (atm)
60	-	80	Trifuncional	Compuerta	25	16
100	-	150	Trifuncional	Compuerta	50	16
200	-	250	Trifuncional	Mariposa	65/80	16
250	-	350	Trifuncional	Mariposa	100	16
400	-	500	Trifuncional	Mariposa	150	16

b) Desagües: Las impulsiones objeto de anteproyecto disponen de puntos bajos en los cuales se ha dispuesto desagües conformados arqueta adosada para extracción del vertido mediante bombeo.

DN tubería	Velocidad vaciado	Qvaciado tubería	DN desagüe	Material
140	0,4 (m/s)	6 (l/s)	75/80	PE-100/PN6
160	0,4	8	75/80	PE-100/PN6
200	0,4	13	100/110	PE-100/PN6
250	0,4	20	100/110	PE-100/PN6
315	0,4	31	100/110	PE-100/PN6
400	0,4	50	125	PE-100/PN6

3.3.- ESTACIONES DE BOMBEO

3.3.1.- Características técnicas

Se han diseñado 2 estaciones de bombeo encargadas de impulsar las aguas residuales a la EDAR. Las estaciones de bombeo han sido clasificadas según tres tipologías geométricas condicionadas no tanto por el requerimiento hidráulico como por las dimensiones geométricas mínimas que han de tener los pozos de gruesos, y cántara de bombeo para una adecuada explotación y definidos como criterios de diseño.

	Nº1	Nº2
	Mántaras	Pretratamiento
Tipología de estación de bombeo s/ dimensiones	Tipo-2	Tipo-3
CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS		
Diámetro impulsión	315	400
Tipo material	PE-100/PN5	PE-100/PN5
Longitud (m)	1.332	1.867
Caudal de diseño (m3/s)	0,1062	0,1719
Caudal de diseño (m3/h) =	382,47	618,89
Nº de bombas principales instaladas=	2,00	2,00
Nº de bombas principales reserva =	1,00	1,00
Qmax Bp= Caudal unitario adoptado(m3/h) =	191,24	309,44
Qmax Bp bomba principal= Caudal unitario adoptado(m3/s) =	0,05	0,09
ALTURA MANOMETRICA DE BOMBEO ADOPTADO. (Valor redondeado curvas)	29,70	46,50
ALTURA MANOMETRICA DE BOMBEO ADOPTADO. (S/ CÁLCULO)	30,80	43,70
Altura geométrica (desde solera a punto de entrega)	18,00	28,00
Variador de frecuencia	SI	SI
Bomba Jockey	1+1R 10l/s (Hm=42,6m)	1+1R 10l/s (Hm=64,9 m)
GEOMETRÍA DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO		
Zu=Cota urbanización	23,60	12,70
Ztn=Cota terreno natural	23,20	12,30
DN (mm) colector de entrega	400	500
Zc=Cota colector entrega	20,86	10,60
Z1= Cota pozo de gruesos	19,86	9,10
Z2= Cota cámara de transición	19,86	9,10
Z3= Cota solera pozo bombeo	18,86	8,10
Z vertido a arroyo	20,03	11,30
Z aliviadero óptimo	21,16	11,00
Zaliv-1 coronación adoptado (por estar la cota de vertido por	21,16	11,30

	Nº1	Nº2
	Mántaras	Pretratamiento
Tipología de estación de bombeo s/ dimensiones	Tipo-2	Tipo-3
encima de la cota roja de colector)		
Zc-Zaliv1	-0,30	-0,70
Zaliv-2 solera de cámara de alivio	20,56	10,70
Zaliv-3 cota tubería de alivio	20,76	10,90
DN (mm) colector de alivio	400	400
POZO DE GRUESOS		
Y1= Ancho interior pozo de gruesos (>=2,5m)	3,50	3,50
X1=Largo interior pozo de gruesos (>=2,5m)	3,50	5,00
H1=altura solera-terreno natural (altura mínima)	3,34	3,20
Zc-Z2=	1,00	1,50
e1= espesor muros perimetrales	0,40	0,40
e2= espesor solera	0,45	0,45
CÁMARA DE BOMBEO	0,00	0,00
Y3= Ancho interior (>=2,5m)	3,50	3,50
X3=Largo interior (>2,5m)	3,50	3,50
H3,1= rebaje Z3-Z1 = min (> 0,5m; sumergencia)	1,00	1,00
H3=altura solera-terreno natural	4,34	4,20
ecb1= espesor muros perimetrales	0,40	0,40
ecb2= espesor solera	0,45	0,45
X3,1= distancia muro a eje bomba (m)	1,00	1,00
X3,2= distancia eje bomba a pantalla deflectora (m)	1,20	1,20
X3,3=distancia pantalla deflectora a muro entrada de agua	1,30	1,30
Y3,1= distancia muro a eje bomba	0,70	0,70
Y3,2=separación eje bombas (m) =separación muros antivórtice (e>=0,15m)	0,70	0,70
ARQUETA DE VÁLVULAS		
Y4= ancho interior	3,50	3,50
X4= Largo interior	2,00	2,00
eav1=espesor de muro perimetral	0,30	0,30
eav2=espesor de solera	0,30	0,30
H4= Altura a solera	1,50	2,50
CÁMARA DE ALIVIO		
Y5= Largo interior (> long aliviadero)	3,50	5,00
X5=ancho interior (>1,0m)	1,00	1,00
Long. De alivio adoptado	2,00	4,00
eav1=espesor de muro	0,35	0,35

	Nº1	Nº2
	Mántaras	**Pretratamiento**
Tipología de estación de bombeo s/ dimensiones	**Tipo-2**	**Tipo-3**
perimetral		
eav2=espesor de solera	0,35	0,35
EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS Y VALVULERÍA ASOCIADA		
Nº de equipos = Nº de vanos	1,00	
Marca	Huber o similar	
Caudal diseño (l/s) = Caudal total max a aliviar / nº equipos = Caudal / vano	215,24	
Caudal diseño (l/s) / metro de tamiz	107,62	
Luz de malla (mm)	6,00	
Longitud equipo (m)	2,00	
Diámetro del tornillo (mm)	300,00	
VHt= Pérdida de carga para Qmax= (m)	0,20	
Altura de chapa de contención dmax. =	20,00	
Altura de remanso de emergencia (mm) sobre aliviadero	381,00	
Datos de motor:	0,00	
Potencia (kW)	1,100	
n=	5,3 min-1	
Grado protección	IP-68	
Tensión (V)	400,00	
In=	2,4A	
Índice de protección Ex:	II2GExeI IBT3Gb	
Frecuencia:	50 Hz	
Escuadras	si	
Material	ISI 316 L (1.4404) o superior decapado en baño ácido y pasivado	
Cuadro eléctrico de acero pintado standard, protección IP 54	WxHxD 600 x 600 x 210 mmPLC SIEMENS S7-1200Panel	

	Nº1	Nº2
	Mántaras	Pretratamiento
Tipología de estación de bombeo s/ dimensiones	Tipo-2	Tipo-3
	SIEMENS KTP 400	

Pantalla deflectora flotantes

Pantalla deflectora de flotantes. Soportes y refuerzos fabricados en acero inoxidable AISI 316, pantalla mediante láminas de polipropileno de 15 mm de espesor o acero inoxidable 5 mm AISI316L. Tornillería en A4.	si	si
Nº pantallas	1,00	0,00
Longitud	3,50	2,00
Alto (m)	1,50	1,50
Total (m2)	5,25	0,00

Clapeta

Clapeta	400mm	N/A

Valvulería

Tubería colector unitario AISI-316L	DN-180-AISI-316L-PN-6-espesor=3mm	DN-200-AISI-316L-PN-6-espesor=3 mm
Válvula de retroceso	3Ud-DN:180PN12	3Ud-DN:200PN12
Carrete desmontaje	3Ud-DN:180PN12	3Ud-DN:200PN12
Válvula mariposa accionamiento manual	3Ud-DN:180PN12	3Ud-DN:200PN12
Ventosa (mm)	3 Ud 80 mm trifuncional	3 Ud 80 mm trifuncional
Válvula antiariete piloto	1Ud-DN-300	1 Ud DN 400
Tubería colector impulsión	DN-315PE-100PN-6	DN-400PE-100PN-6
Pasamuros-1	3Ud-DN:180PN12	3Ud-DN:200PN12
Pasamuros-2	1Ud-DN-325	1Ud-DN-400

Cesta

Cesta paso entre barrotes #50 mm	1Ud 1,0x1,2x 1,80m	1Ud 1,0x1,2x1, 80m

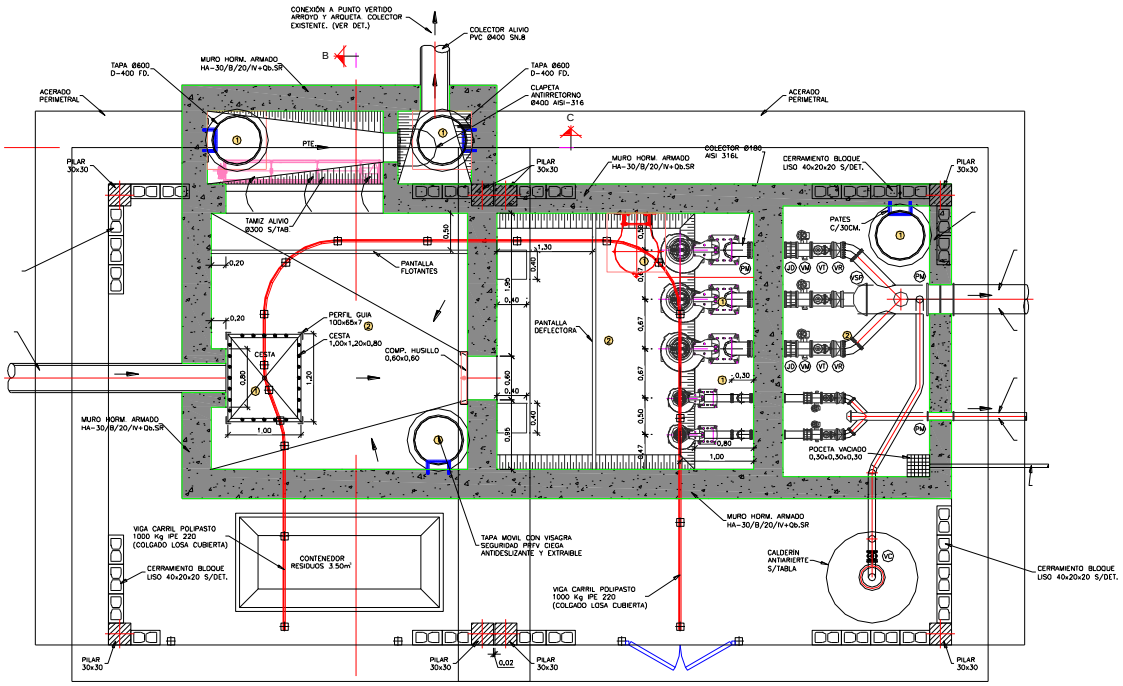
Compuerta

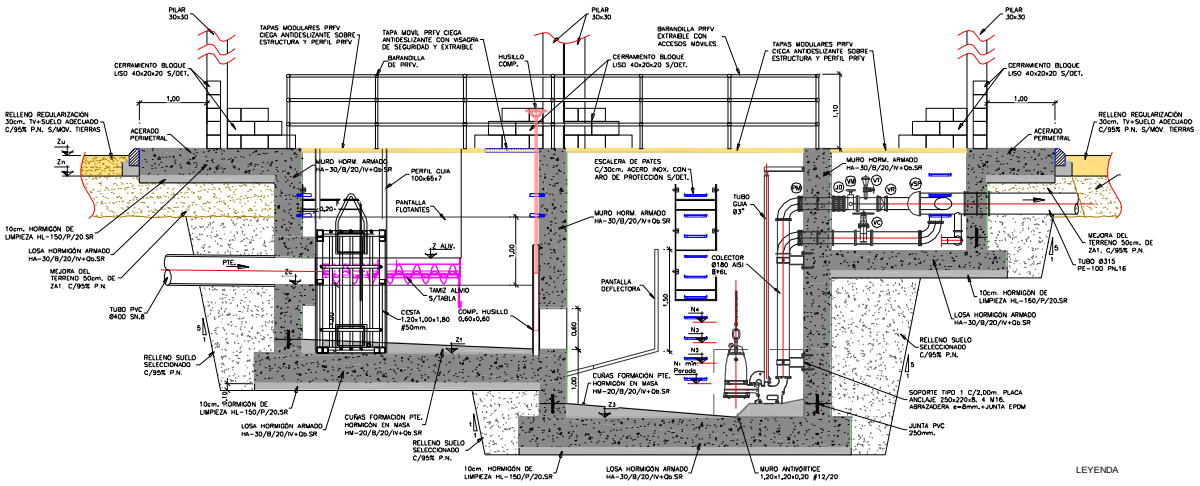
Compuerta husillo	1Ud	1Ud

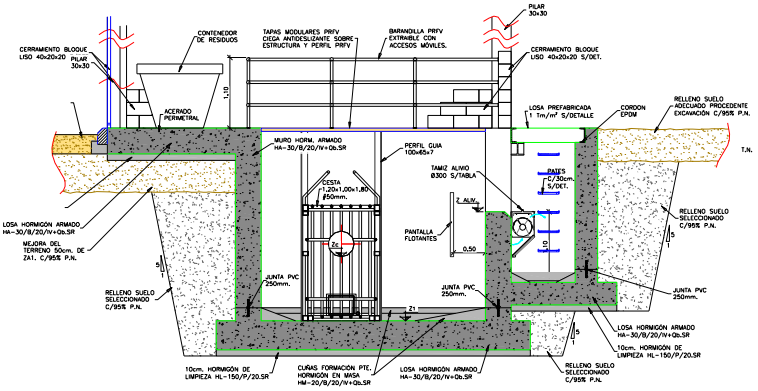
	Nº1	Nº2
	Mántaras	Pretratamiento
Tipología de estación de bombeo s/ dimensiones	Tipo-2	Tipo-3
impermeable 4 caras AISI316L	0,6x0,6m	0,6x0,6m

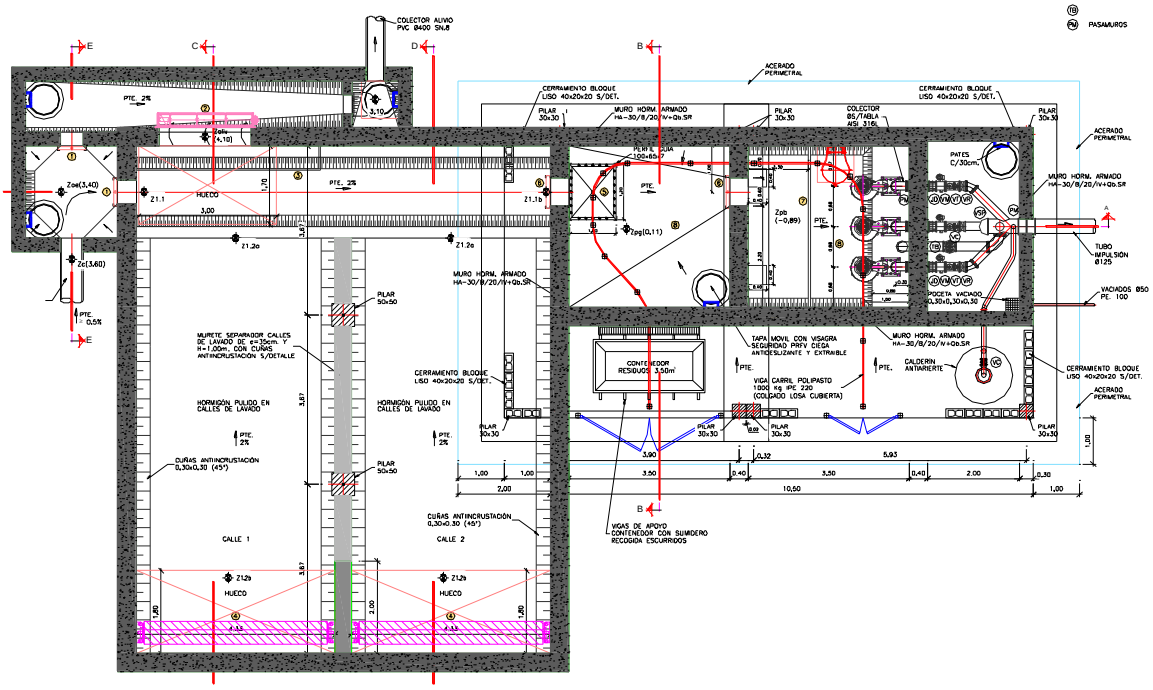
Calderín

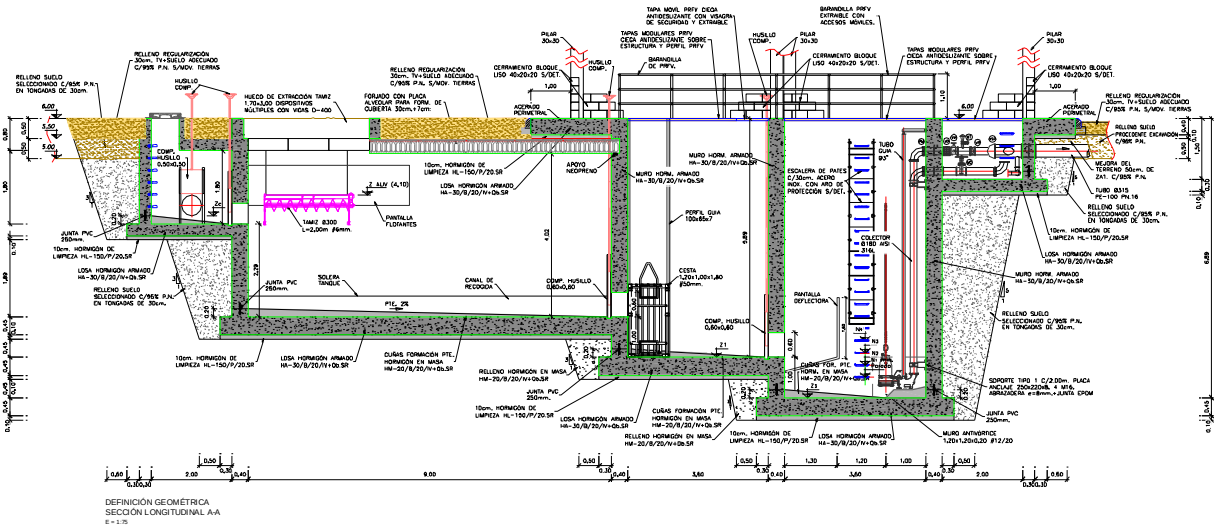
Calderín	1.500,00	7.000,00
Tubería de conexión a calderín	DN-315PE-100PN-6	DN-400PE-100PN-6
Válvula mariposa accionamiento manual	1Ud-DN-300	1 Ud DN 400
Carrete desmontaje	1Ud-DN-300	1 Ud DN 400

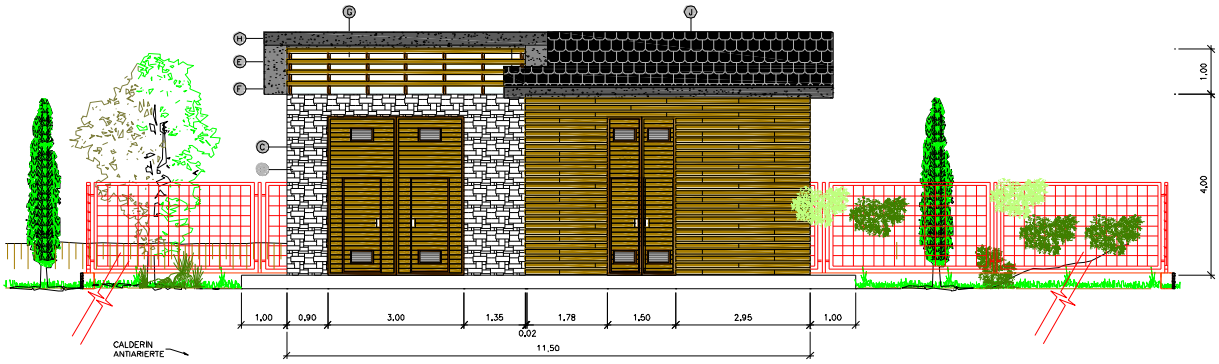



PILAR 30x30
TAPAS MODULARES PRFV CIEGA ANTIDESLIZANTE SOBRE ESTRUCTURA Y PERFIL PRFV
TAPA MOVIL PRFV CIEGA ANTIDESLIZANTE CON VISAGRA DE SEGURIDAD Y EXTRAIBLE
BARANDILLA PRFV EXTRAIBLE CON ACCESOS MOVILES.
CERRAMIENTO BLOQUE LISO 40x20x20 S/DET.
HUSILLO COMP.
BARANDILLA DE PRFV.
RELLENO REGULARIZACION 30cm. TV+SUELO ADECUADO C/95% P.N. S/MOV. TIERRAS
ACERADO PERIMETRAL
MURO HORM. ARMADO HA-30/B/20/IV+Qb.SR
PERFIL GUIA 100x65x7
PANTALLA FLOTANTES
ESCALERA DE PATES C/30cm. ACERO INOX. CON ARO DE PROTECCION S/DET.
TUBO GUIA Ø3"
COLECTOR Ø180 AISI 316L
PANTALLA DEFLECTORA
MEJORA DEL TERRENO 50cm. DE ZA1. C/95% P.N.
10cm. HORMIGON DE LIMPIEZA HL-150/P/20.SR
LOSA HORMIGON ARMADO HA-30/B/20/IV+Qb.SR
TUBO PVC Ø400 SN.8
TAMIZ ALIVIO S/TABLA
CESTA 1,20x1,00x1,80 Ø50mm.
COMP. HUSILLO 0,60x0,60
RELLENO SUELO SELECCIONADO C/95% P.N.
CUÑAS FORMACIÓN PTE. HORMIGÓN EN MASA HM-20/B/20/IV+Qb.SR
SOPORTE TIPO 1 C/2,00m. PLACA ANCLAJE 250x220x8, 4 M16. ABRAZADERA e=8mm.+JUNTA EPDM
JUNTA PVC 250mm.
MURO ANTIVÓRTICE 1,20x1,20x0,20 Ø12/20
TUBO Ø315 PE-100 PN.16
LEYENDA


CONTENEDOR DE RESIDUOS
CERRAMIENTO BLOQUE LISO 40x20x20
PILAR 30x30
TAPAS MODULARES PRFV CIEGA ANTIDESLIZANTE SOBRE ESTRUCTURA Y PERFIL PRFV
BARANDILLA PRFV EXTRAIBLE CON ACCESOS MOVILES.
ACERADO PERIMETRAL
LOSA PREFABRICADA 1 1m/m² S/DETALLE
CORDON EPDM
RELLENO SUELO ADECUADO PROCEDENTE EXCAVACIÓN C/95% P.N.
MURO HORM. ARMADO HA-30/B/20/IV+Qb.SR
PERFIL GUIA 100x65x7
TAMIZ ALIVIO Ø300 S/TABLA
PATES C/30cm. S/DET.
CESTA 1,20x1,00x1,80 Ø50mm.
PANTALLA FLOTANTES
LOSA HORMIGON ARMADO HA-30/B/20/IV+Qb.SR
MEJORA DEL TERRENO 50cm. DE ZA1. C/95% P.N.
RELLENO SUELO SELECCIONADO C/95% P.N.
JUNTA PVC 250mm.
10cm. HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150/P/20.SR
CUÑAS FORMACIÓN PTE. HORMIGÓN EN MASA HM-20/B/20/IV+Qb.SR


COLECTOR ALIVIO PVC Ø400 SN8
PASAMUROS
ACERADO PERIMETRAL
CERRAMIENTO BLOQUE LISO 40x20x20 S/DET.
MURO HORM. ARMADO HA-30/B/20/IV+Qb.SR
PILAR 30x30
COLECTOR Ø5/FABLA AISI 316L
PATES C/30cm.
TUBO IMPULSION Ø125
VACIADOS Ø50 PE 100
POCETA VACIADO 0,30x0,30x0,30
TAPA MOVIL CON VISAGRA SEGURIDAD PRFV CIEGA ANTIDESLIZANTE Y EXTRAIBLE
CALDERIN ANTIARIETE
VIGA CARRIL POLIPASTO 1000 kg IPE 220 (COLGADO LOSA CUBIERTA)
CONTENEDOR RESIDUOS 3,50m³
MURETE SEPARADOR CALLES DE LAVADO DE e=35cm. Y H=1,00m. CON CUÑAS ANTIINCRUSTACION S/DETALLE
HORMIGON PULIDO EN CALLES DE LAVADO
CUÑAS ANTIINCRUSTACIÓN 0,30x0,30 (45°)
CALLE 1
CALLE 2
VIGAS DE APOYO CONTENEDOR CON SUMIDERO RECOGIDA ESCURRIDOS
HUECO
PTE. 2%
PTE. 0,5%


RELLENO REGULARIZACIÓN e=20cm. TV+SUELO RECICLADO C/95% P.N. S/MOV. TIERRAS
HUSILLO COMP.
HUECO DE EXTRACCIÓN TAMIZ 1,70x1,00 DISPERSITOS MULTIPLES CON VIGAS D=400
FORJADO CON PLACA ALVEOLAR PARA FORM DE CUBIERTA 30cm.+7cm
RELLENO REGULARIZACIÓN 30cm. TV+SUELO SELECCIONADO C/90% P.N. S/MOV. TIERRAS
CERRAMIENTO BLOQUE LISO 40x20x20 S/DET.
PILAR 30x30
ACERADO PERIMETRAL
TAPA MOVIL PRFV CIEGA ANTIDESLIZANTE CON VISAGRA DE SEGURIDAD Y EXTRAIBLE
TAPAS MODULARES PRFV CIEGA ANTIDESLIZANTE SOBRE ESTRUCTURA Y PERFIL PRFV
BARANDILLA PRFV EXTRAIBLE CON ACCESOS MOVILES.
BARANDILLA DE PRFV.
TAPAS MODULARES PRFV CIEGA ANTIDESLIZANTE SOBRE ESTRUCTURA Y PERFIL PRFV
MEJORA DEL TERRENO 50cm. DE Zx1. C/90% P.N.
TUBO Ø315 PE-100 PN.16
RELLENO SUELO SELECCIONADO C/95% P.N. EN TONGADAS DE 30cm.
10cm. HORMIGON DE LIMPIEZA HL-150/P/20.SR
LOSA HORMIGON ARMADO HA-30/B/20/IV+Qb.SR
MURO HORM. ARMADO HA-30/B/20/IV+Qb.SR
ESCALERA DE PATES C/30cm. ACERO INOX. CON ARO DE PROTECCIÓN S/DET.
TUBO Ø90 90°
COLECTOR Ø 0180 AISI 316L
PANTALLA DEFLECTORA
CESTA 1,20x1,00x1,80 (50mm.
PERFIL GUIA 100x65x7
APOYO NEOPRENO
10cm. HORMIGON DE LIMPIEZA HL-150/P/20.SR
LOSA HORMIGON ARMADO HA-30/B/20/IV+Qb.SR
TAMIZ Ø300 L=2,00m (6mm
PANTALLA FLOTANTES
JUNTA PVC 250mm.
SOLERA TANGLE
CANAL DE RECOGIDA
COMP. HUSILLO 0,80x0,80
PTE. 2%
CUÑAS FORMACIÓN PTE. HORMIGON EN MASA HM-20/B/20/IV+Qb.SR
RELLENO HORMIGON EN MASA HM-20/B/20/IV+Qb.SR
SOPORTE TIPO 1 C/2,00m. PLACA ANCLAJE 250x220x8, 4 Ø16, ABRAZADERA e=8mm. + JUNTA EPDM
JUNTA PVC 250mm.
MURO ANTIVORTICE 1,20x1,20x0,20 Ø12/20
DEFINICIÓN GEOMÉTRICA
SECCIÓN LONGITUDINAL A-A
E = 1:75


CALDERIN ANTIARIERTE
1,00
0,90
3,00
1,35
1,78
1,50
2,95
1,00
0,02
11,50
1,00
4,00

3.4.- ACTUACIONES EN EL PRETRATAMIENTO Y EMISARIO

En este anteproyecto se contempla incrementar el bombeo del emisario en 35 l/s ubicando una bomba de características similares a las existentes en la bancada libre.

Por otro lado, el caudal máximo del efluente vertido por la EDAR estimado en 278 l/s no podrá ser vertido al emisario, resultando 178 l/s sin posibilidad de ser bombeados. Es por ello que se ha previsto un alivio de emergencia anterior a la entrada al pretratamiento, tanto por fallo de los grupos de bombeo como por limitación de capacidad de los mismos, que verterá al acantilado junto al aliviadero del pretratamiento existente mediante una tubería de DN 500 mm PVC.

El trazado de dicho colector ha de discurrir por debajo de los colectores de alivio del emisario, y la conducción de impulsión del emisario, para lo que se ha considerado necesario colocar otra arqueta resalto que permita disponer la cota roja del colector de alivio al menos a 3.0m bajo la cota del terreno natural.

No se incluye las actuaciones de reposición y ampliación del emisario.

3.5.- EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO

Las principales características de la EDAR se resumen en:

3.5.1.- Ubicación

La EDAR se ubicará en el polígono 6 y parcela 782 sita en el municipio de Tapia de Casariego. Dicha parcela se encuentra clasificada como rústica dentro del PGOU, y dentro de la definición de PESC (Plan Especial de Costas), con una superficie de 9.418 m2, y una topografía que presenta una ligera inclinación de que va de la cota 36 a la 32 hacia el mar.

3.5.2.- Caudales

El agua bruta llega a la parcela de la EDAR, desde los dos bombeos de Mántaras y Tapia de Casariego, mediante sendas tuberías de PE-100/PN6 de 315 y 400 mm

Según el esquema hidráulico, estos son caudales que pueden llegar a la EDAR

CAUDALES (m3/s)	
Q1= caudal de B-TC-2	0,0531
Q2= Caudal de BTC-1	0,0860
2xQ1	0,1062
2xQ2	0,1719
2xQ1+2Q2	0,2782

El caudal máximo que puede llegar a la EDAR es de 0,2782 m3/s.

Se dispondrá de un tanque de regulación de 1h, con un volumen de regulación de 200 m3limitando la capacidad máxima de la EDAR.

Los caudales de diseño de la EDAR se resumen en:

	T Baja Actual	Anteproyecto	
Caudales:			
Caudal medio diario total Qd:	875,00	4800	m3/día
Caudal medio nominal sobre 24h/día	36,46	200,0	m3/h
Factor máximo pretratamiento s/ Qm:	3	3	
Caudal máximo en pretratamiento	109,4	600,0	m3/h

Factor máximo para tratamiento biológico, Qp:	2	2	
Caudal punta para el tratamiento primario y biológico	72,9	400,0	m3/h
Factor máximo de llegada por los colectores	5	5	
Caudal máximo llegada por colectores, Qmaxc, s/Qm	182,3	1000,0	m3/h

3.5.3.- Cargas de contaminantes

Se toman las cargas medias obtenidas de los resultados analíticos facilitados

- Concentración de DBO5 250-300 mg/l
- Punta en carga de DBO5 2
- Concentración de DQO 400-500 mg/l
- Punta en carga de DBO5 2
- Concentración de Sólidos Suspensión 200-300 mg/l
- Punta en carga de S.S. 2
- Concentración de Nitrógeno Total 48 mg/l
- Punta en carga de Nt 2
- Concentración de Fósforo 12 mg/l
- Punta en carga de P 2

3.5.4.- Requerimientos

El diseño debe tener en cuenta los criterios más exigentes de la directiva 91/271/CEE, pero sin las exigencias para vertido en zonas sensibles.

TABLA 2. REQUISITOS PARA LOS VERTIDOS PROCEDENTES DE INSTALACIONES DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS MEDIANTE TRATAMIENTO SECUNDARIO (a)

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción (b)
DBO_5 (c) (a 20º C sin nitrificación)	25 mg/L O_2	70-90 %
DQO	125 mg/L O_2	75 %
Total sólidos en suspensión	35 mg/L (d)	90 % (d)

En cuanto al fango, tras la deshidratación, deberá tener las siguientes características:

- Sequedad: ≥ 25 ± 2 %
- Estabilidad (% peso de sólidos volátiles remanentes): ≤ 55 % Mat Sec

Además, el proceso estará dotado de un sistema de tratamiento terciario sencillo, para mejorar las condiciones de vertido en momentos estivales de mayor afluencia turísticas en las playas próximas o incluso contemplar las posibilidades de reutilización, así como con las garantías de desinfección.

3.5.5.- Esquema del proceso

La EDAR se ha proyectado se esquematiza a continuación:

3.5.5.1.- Línea de agua

- **Bombeos exteriores**, protegidos con desbaste de 30 mm de paso.

- **Depósito de regulación en cabecera** de EDAR para absorber las puntas entre los 5 Qm que pueden llegar a entrar y los 3 Qm que serían tratados. Su volumen será como mínimo de 1 hora a caudal medio futuro.

  Se dispondrá de un equipo de agitación aireación que garantice como mínimo una potencia relativa de 20 W/m3

- **Tamizado de los eventuales reboses** de agua bruta, para evitar impacto ambiental de vertidos de residuos sólidos. Será calculado para el máximo caudal entrante, 5 Qm futuro y tendrá malla de 6 mm. Dado el gran abanico de caudales de llegada, de 40 a 1000 m3/h, se han proyectado:
  - Dos canales de 300 mm de anchura y 700 mm de altura, uno en reserva, con tamices rectos de limpieza automática de 3 mm de paso
  - Dos canales de 500 mm de anchura y 700 mm de altura, con tamices similares.
  - Un canal en by-pass, de 500 mm de anchura y equipado con una reja de desbaste de limpieza manual de 15 mm de separación entre pletinas.
- **Pretratamiento** dimensionado para el caudal de 3 Qm, con un número de líneas que permita dotar de flexibilidad y fiabilidad al explotador
- **Desbaste de finos**, con paso de 3 mm. En 4 líneas en total, 1+1R para caudales bajos y 2+1R manual para caudales altos.
- **Sistema de descarga de camiones** de fosas sépticas. Compuesto por canal de desbaste y bombeo a cabecera de EDAR.
- **Desarenador y desengrase**, en canal aireado, en 3 líneas diseñadas cada una para Qm.
- **Discriminación de caudales** de agua pretratada:
  - 2 Qm hacia tratamiento secundario
  - 1 Qm hacia tanque de alivios
  - Hacia el by-pass general a bombeo emisario, con capacidad para 3 Qm
- **Tanque de alivios** para acumulación puntual de 1 Qm y posterior incorporación al biológico. Con geometría y equipamiento de decantador circular y puente de arrastre de lodos. Pozo de vaciados a cabecera.
- **Tratamiento primario Físico Químico**, dimensionado para 2 Qm, para reducir la carga entrante a los Biofiltros. Se proyecta en 4 líneas (3 Ud. valoradas en la fase-1 y 1 Ud. adicional para la fase-2) cada una de las cuales dispondrá de cámara de mezcla, doble cámara de floculación y decantación lamelar con sistema de barrido de lodos.
- **Tratamiento secundario biológico** dimensionado para 2 Qm. Proceso de Biofiltros con relleno mineral, flujo ascendente y establecido en 6 líneas (4Ud valoradas para la fase-1 y 2Ud para la fase-2). Equipamiento de lavado automático con agua y aire. Precedido de tamizado a 1 mm de paso con tamices 1+1R de tipo tambor y montaje en canal.
- **Tanques de almacenamiento de agua para** lavados, aguas fangosas procedentes de los lavados.
- **Tratamiento terciario de afino**, para 1 Qm, mediante filtración de anillas.
- **Tratamiento de desinfección final**, mediante equipos de ultravioleta en tubería.
- **Tanque de laminación de agua tratada** para retorno a bombeo de emisario, para no sobrepasar la capacidad del actual bombeo del emisario.
- **Colector de conexión entre EDAR** y cámara de bombeo de emisario

- **Ampliación de grupos de bombeo de emisario**: 1 Ud. 35l/s
- Actuación futura de incremento de la capacidad del emisario, ampliando la tubería de impulsión.

3.5.5.2.- Línea de fango

- **Purga de fangos primarios**. Mediante bombeo de las purgas de los decantadores a espesado.
- **Aguas de lavado de Biofiltro**. Que se almacenan para ser bombeadas a cabecera del F-Q
- **Espesado**. En una unidad con mecanismo de espesado
- **Deshidratación**. Con dos unidades de decantadora centrífuga y tres bombas de husillo para impulsión del fango espesado.
- **Equipo de preparación de polielectrolito**. Una línea y tres bombas dosificadoras.
- **Estabilización de fango**. Contando con el siguiente equipamiento:
  - Tolva de óxido cálcico
  - Tornillo dosificador
  - Mezclador de cal y fango en seco
  - Bomba de elevación fango estabilizado
  - Silo de almacenamiento de fango estabilizado

3.5.6.- Fases constructivas

Se dimensiona la EDAR para la totalidad del caudal futuro, si bien se distinguen dos fases de ejecución: Fase-1: que incluirá 3 líneas del tratamiento primario físico-químico y 4 biofiltros, Fase-2: complementa el total de líneas (4Ud) y biofiltros (6 Ud.) para el total del caudal.

La fase-1 es la que se incluye y desarrolla en presupuesto.

3.5.7.- Equipamientos generales

Además de los criterios de diseño del proceso, el anteproyecto deberá incluir los siguientes servicios generales:

a) Grupo electrógeno: Se considera necesario disponer de un grupo electrógeno de 100 KVA para salvaguardar la capacidad de tratamiento que impida vertidos al mar de aguas no depuradas o parcialmente depuradas.

b) Control de la generación y del tratamiento de olores: Salvo BIOFILTROS, se plantea la cobertura generalizada de los procesos, que se dotan con extracciones de aire localizadas.

c) Control de ruidos: Se adoptarán las medidas dotadas garantizarán los siguientes valores límite de inmisión: L k, d = 65 dB, L k, e = 65 dB y L k, n = 55 dB.

d) Condiciones de habitabilidad y de acceso al público

e) Red de agua potable: Se proyectará una red de agua potable para dar servicio al edificio de control, así como al resto de puntos donde sea necesario su uso, como, por ejemplo, zonas de manejo de reactivos.

f) Red de vaciados y drenajes: se proyecta una red de vaciados y drenajes

g) Red de agua de servicios

h) Red de riego

i) Red de aire comprimido

j) Tomas de corriente eléctrica

k) Elementos de seguridad

l) Telefonía

m) Bombas de achique

n) Medios auxiliares de elevación

o) Toma de muestras

p) Gestión y manipulación de residuos

q) Laboratorio

r) Taller

s) Seguridad contra intrusismo

t) Protección contra incendios

u) Ventilación y climatización

3.5.8.- Edificaciones

Se proyectarán las siguientes edificaciones:

3.5.8.1.- Edificio industrial

En el interior de una edificación industrial, que se diseñará arquitectónicamente adaptada al entorno, se albergarán:

- La recepción de camiones de vaciado de fosas sépticas
- La totalidad del pretratamiento, incluido los tanques desarenadores
- La totalidad del tratamiento primario, incluidos los decantadores
- Todos los concentradores de arenas y flotantes
- Los contenedores de residuos
- Las instalaciones de deshidratación
- Todos los depósitos e instalaciones de reactivos, incluida la cal.
- Los soplantes del pretratamiento
- Los centros de Media y Baja Tensión y los Centros de Control de Motores

3.5.8.2.- Edificio de biológico

Que albergará:

- La galería de válvulas de los biofiltros
- Soplantes de aire de proceso
- Las instalaciones de lavado de biofiltros, bombas y soplantes
- Las instalaciones del tratamiento terciario

3.5.8.3.- Edificio de control

Que incluirá:

- Recepción
- Oficinas

- Laboratorio
- Vestuarios
- Sala de control
- Un almacén
- Un taller para mantenimiento
- Aseos

3.6.- ELECTRICIDAD

Las principales actuaciones a realizar en cada estación de bombeo, tanque de tormentas y EDAR:

- Derechos de enganche, refuerzo de línea y acometida en MT o BT, proyecto de normalización y pago de tasas, conexión eléctrica
- Suministro a punto de acometida d
- Centro de transformación y celdas de protección donde procede
- Conducción enterrada desde el cuadro de protección y medida, hasta el CCM y Cuadro General de Baja Tensión
- Alumbrado interior, de emergencia y exterior.
- Red de toma tierra de masas

3.7.- CONTROL Y AUTOMATISMO

El sistema proyectado incluye la automatización de las estaciones de bombeo y tanque de tormentas con comunicación GPRS/GSM en tiempo real información de las variables de funcionamiento. El sistema ha de permitir funcionar en sistema automático, manual y mixto desde el SCADA de la EDAR.

Por otro lado, se incluye en la EDAR incluye los de instrumentos, canalizaciones, autómatas y SCADA de la EDAR.

3.8.- SERVICIOS AFECTADOS Y COORDINACIÓN CON ORGANISMOS

Los servicios afectados por las actuaciones de la actuación se pueden agrupar en: afecciones a pavimentaciones y acerados, afecciones a elementos asociados a la urbanización, redes de abastecimiento, redes de pluviales, redes de saneamiento conexionados y afección al cauce público y Dominio Marítimo Terrestre, red de instalación eléctrica y alumbrado público, redes de comunicaciones de telefonía, red de comunicaciones, y red de gas.

3.9.- ACTUACIONES AMBIENTALES Y ARQUEOLÓGICAS

A continuación, se adjuntan las principales características ambientales:

- La actuación del presente anteproyecto no afecta a Red Natura, LIC y ZEPA.
- La vegetación de ribera es la de mayor valor en la zona de forma natural.
- Se proyecta actuaciones de integración paisajística en todas las edificaciones de bombeo, tanque de tormentas y EDAR.
- El Camino de Santiago se verá afectado en su trazado en la zona inicial de Porcia y en el ramal de desvío a la localidad de Tapias de Casariego, que se trata de una zona asfaltada y de hormigón, como se puede observar en todo el reportaje fotográfico.

- La afección sobre la arqueología se podría deber a la alteración que los movimientos de tierra a realizar ocasionen en los yacimientos presentes en la zona. En este sentido, la traza en estudio, aparentemente, no afecta a ninguno de los yacimientos catalogados en el término municipal por los que discurre el trazado. A pesar de ello y aunque no se sabe sí las actuaciones pudieran descubrir ningún elemento con interés cultural, se contará durante la fase de construcción del proyecto con un técnico arqueólogo especialista. En caso de que la excavación de la obra descubriera algún nuevo hallazgo se dará constancia de ello, emprendiéndose un estudio que evaluará la importancia del mismo y permitirá determinar la manera de actuar.
- Con respecto al Camino de Santiago en su ramal de Tapia su afección sí que se trata de un efecto previsible. Sí que se afecta de un modo temporal a la variante del Camino de Santiago a su paso por Tapia, pero su afección será mínima gracias a la adaptación del diseño del trazado y la ausencia de elementos de la infraestructura en sus inmediaciones. Será un impacto negativo, simple de baja intensidad, temporal, reversible, recuperable y compatible.
- Las medidas preventivas y correctoras propuestas, que permitirán minimizar los impactos negativos, se centran en la realización y seguimiento de buenas prácticas, así como de una serie de medidas estructurales. El seguimiento de estas medidas, descrito en el plan de vigilancia ambiental, junto con un diseño del anteproyecto respetuoso con el entorno en el que se ubica, conlleva a una minimización de las posibles incidencias medioambientales que puedan ser ocasionadas con motivo de la ejecución de las actuaciones del anteproyecto.

3.10.- GESTIÓN DE RESIDUOS

El presente anteproyecto incluye un Plan de Gestión de Residuos que da respuesta a la normativa vigente, muy en particular al RD 105/2008 por el que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición.

4.- PLAN DE OBRA Y PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo total de ejecución de la obra y la puesta en marcha y funcionamiento de las instalaciones es de 24 meses. Se han considerado además los siguientes plazos parciales:

- Fase-1 Redacción del proyecto constructivo de la EDAR: 3 meses y 1 mes para su aprobación, resultando un total de 4 meses, con comienzo tras el acta de inicio de la obra.
- Fase-2a Ejecución de obra de saneamiento, colectores y tanque de tormentas: 21 meses, con origen desde el acta de inicio de la obra
- Fase-2b Ejecución de obra de la EDAR: 17 meses tras la aprobación del proyecto constructivo.
- Fase-3 Puesta en marcha: 3 meses, tras el acta de finalización de las obras, a los 21 meses desde el acta de inicio. En esta fase se realizará la puesta en marcha y funcionamiento de las instalaciones del conjunto de las instalaciones. Además, se realizarán remates y terminaciones de la obra.

5.- DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PRESENTE ANTEPROYECTO

El presente anteproyecto consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO 1. Características principales
ANEJO 2. Criterios generales de diseño
ANEJO 3. Situación actual
ANEJO 4. Cartografía y Topografía
ANEJO 5. Geología y geotecnia
ANEJO 6. Estudio de alternativas
ANEJO 7. Pluviometría y climatología
ANEJO 8. Zonificación y población
ANEJO 9. Cálculo de caudales
ANEJO 10. Colectores
ANEJO 11. Trazado y replanteo
ANEJO 12. Emisario
ANEJO 13. Procedimientos constructivos
ANEJO 14. Reposición de servicios
ANEJO 15. Expropiaciones
ANEJO 16. Documento ambiental
ANEJO 17. Gestión de residuos
ANEJO 18. Programa de trabajo
ANEJO 19. Justificación de precios
ANEJO 20. Presupuesto para el conocimiento de la Administración
ANEJO 21. EDAR

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

MEDICIONES

Mediciones auxiliares
Mediciones generales

CUADRO DE PRECIOS

Cuadro de precios nº 1
Cuadro de precios nº 2

PRESUPUESTOS PARCIALES

PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

DOCUMENTO Nº 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº 7. DOCUMENTO AMBIENTAL

6.- PRESUPUESTO.

6.1.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.

Aplicando en las mediciones el Cuadro de precios nº 1, se obtiene el presupuesto de ejecución material:

Nº	Capítulo	€	
1.	COLECTORES	1.832.434,45	28,0%
2.	EDAR	4.527.233,44	69,0%
3.	MEDIDAS AMBIENTALES	68.184,30	1,0%
4.	GESTIÓN DE RESIDUOS	16.915,94	0,2%
5.	VARIOS	32.003,79	0,5%
6.	SEGURIDAD Y SALUD	87.961,81	1,3%
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	6.564.733,73	

Asciende el PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL a la expresada cantidad de SEIS MILLONES QUINIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

6.2.- PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

El valor estimado de contrato se ha determinado a partir del presupuesto de ejecución material al que se le añade los valores de los Gastos generales y el Beneficio industrial, con lo que se obtiene:

	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	6.564.733,73
13%	Gastos generales	853.415,38
6%	Beneficio industrial	393.884,02
	SUMA DE G.G. y B.I.	1.247.299,40
	VALOR ESTIMADO DE CONTRATO	7.812.033,13

El VALOR ESTIMADO DEL CONTRATO se desglosa en costes directos e indirectos según lo expuesto en la justificación de precios, representando los costes directos 7.343.311,14€ y los costes indirectos 468.721,99€.

Asciende el VALOR ESTIMADO DEL CONTRATO y PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (SIN IVA) a la expresada cantidad de SIETE MILLONES OCHOCIENTOS DOCE MIL TREINTAY TRES EUROS con TRECE CÉNTIMOS.

21%	IVA	1.640.526,96
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	9.452.560,09

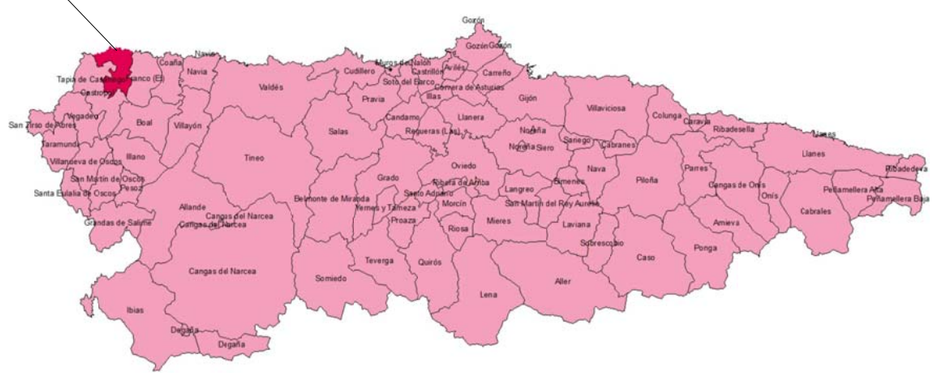
Asciende el PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (IVA INCLUIDO) a la expresada cantidad de NUEVE MILLONES CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL QUINIENTOS SESENTA EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

7.- PLANOS

MAPA DE ESPAÑA
SIN ESCALA

ZONA DE ACTUACIÓN
E = SIN ESCALA

MUNICIPIO DE TAPIA
DE CASARIEGO



MAPA DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
SIN ESCALA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO	SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO O.A. DIRECCIÓN TÉCNICA	EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO: JOSÉ JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ	EL INGENIERO TÉCNICO DE MINAS: ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ	ESCALA: INDICADAS	TITULO BASICO: ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE I (ASTURIAS)	PLANO Nº: 1	DESIGNACION: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.	FECHA: ENERO 2021 HOJA 1 DE 1

N

BN-4

6-2

NUEVA EDAR

EDAR

4

6-1

4 – GRAVEDAD SUSTITUCIÓN COLECTOR "A-8" HASTA ENTRONCAR CON EL GRAVEDAD PRINCIPAL "A" (GR-SU-CO). L=736m. PVC / Ø400 /SN-8

BN-4 – NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO PRETRATAMIENTO (JUNTO A PRETRATAMIENTO EXISTENTE EN TAPIA). (B-TC-1 Pretratamiento). TIPO 3, BOMBAS (2+1R) + (1+1R). (COLECTOR DE ALIVIO CONECTADO AL PRETRATAMIENTO)

6-1 – IMPULSIÓN PRETRATAMIENTO-DEPURADORA (DOS TUBERÍAS) (IM-PT-DP). L=1.803m. PE-100 / Ø400 / PN-6. L=1.803m. PE-100 / Ø110 / PN-10

EDAR – NUEVA E.D.A.R.

6-2 – GRAVEDAD DEPURADORA-PRETRATAMIENTO (GR-DP-PT). L=1.750m. PVC / Ø500 / SN-8

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO O.A.

DIRECCIÓN TÉCNICA

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:

JOSÉ JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ

EL INGENIERO TÉCNICO DE MINAS:

ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ

ESCALA: E=1:10.000

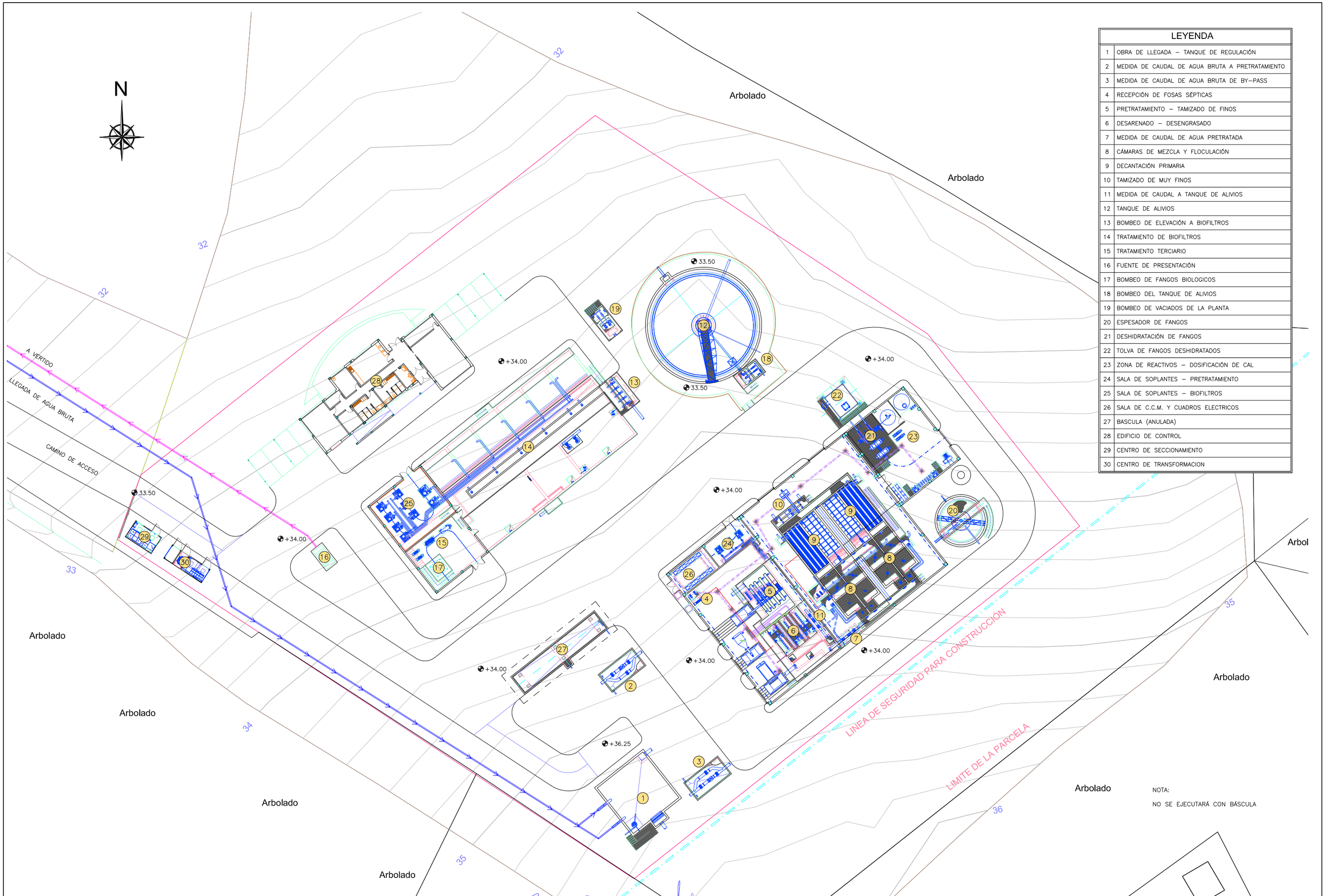
TITULO BASICO: ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE I (ASTURIAS)

PLANO Nº: 2

DESIGNACION: PLANTA GENERAL DE OBRAS.

FECHA: ENERO 2021

HOJA 1 DE 1



LEYENDA	
1	OBRA DE LLEGADA – TANQUE DE REGULACIÓN
2	MEDIDA DE CAUDAL DE AGUA BRUTA A PRETRATAMIENTO
3	MEDIDA DE CAUDAL DE AGUA BRUTA DE BY–PASS
4	RECEPCIÓN DE FOSAS SÉPTICAS
5	PRETRATAMIENTO – TAMIZADO DE FINOS
6	DESARENADO – DESENGRASADO
7	MEDIDA DE CAUDAL DE AGUA PRETRATADA
8	CÁMARAS DE MEZCLA Y FLOCULACIÓN
9	DECANTACIÓN PRIMARIA
10	TAMIZADO DE MUY FINOS
11	MEDIDA DE CAUDAL A TANQUE DE ALIVIOS
12	TANQUE DE ALIVIOS
13	BOMBEO DE ELEVACIÓN A BIOFILTROS
14	TRATAMIENTO DE BIOFILTROS
15	TRATAMIENTO TERCIARIO
16	FUENTE DE PRESENTACIÓN
17	BOMBEO DE FANGOS BIOLOGICOS
18	BOMBEO DEL TANQUE DE ALIVIOS
19	BOMBEO DE VACIADOS DE LA PLANTA
20	ESPESADOR DE FANGOS
21	DESHIDRATACIÓN DE FANGOS
22	TOLVA DE FANGOS DESHIDRATADOS
23	ZONA DE REACTIVOS – DOSIFICACIÓN DE CAL
24	SALA DE SOPLANTES – PRETRATAMIENTO
25	SALA DE SOPLANTES – BIOFILTROS
26	SALA DE C.C.M. Y CUADROS ELECTRICOS
27	BASCULA (ANULADA)
28	EDIFICIO DE CONTROL
29	CENTRO DE SECCIONAMIENTO
30	CENTRO DE TRANSFORMACION

NOTA:

NO SE EJECUTARÁ CON BÁSCULA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO O.A.

DIRECCIÓN TÉCNICA

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO: JOSE JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ

EL INGENIERO TÉCNICO DE MINAS: ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ

ESCALA: E=1:500

TITULO BASICO: ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE I (ASTURIAS)

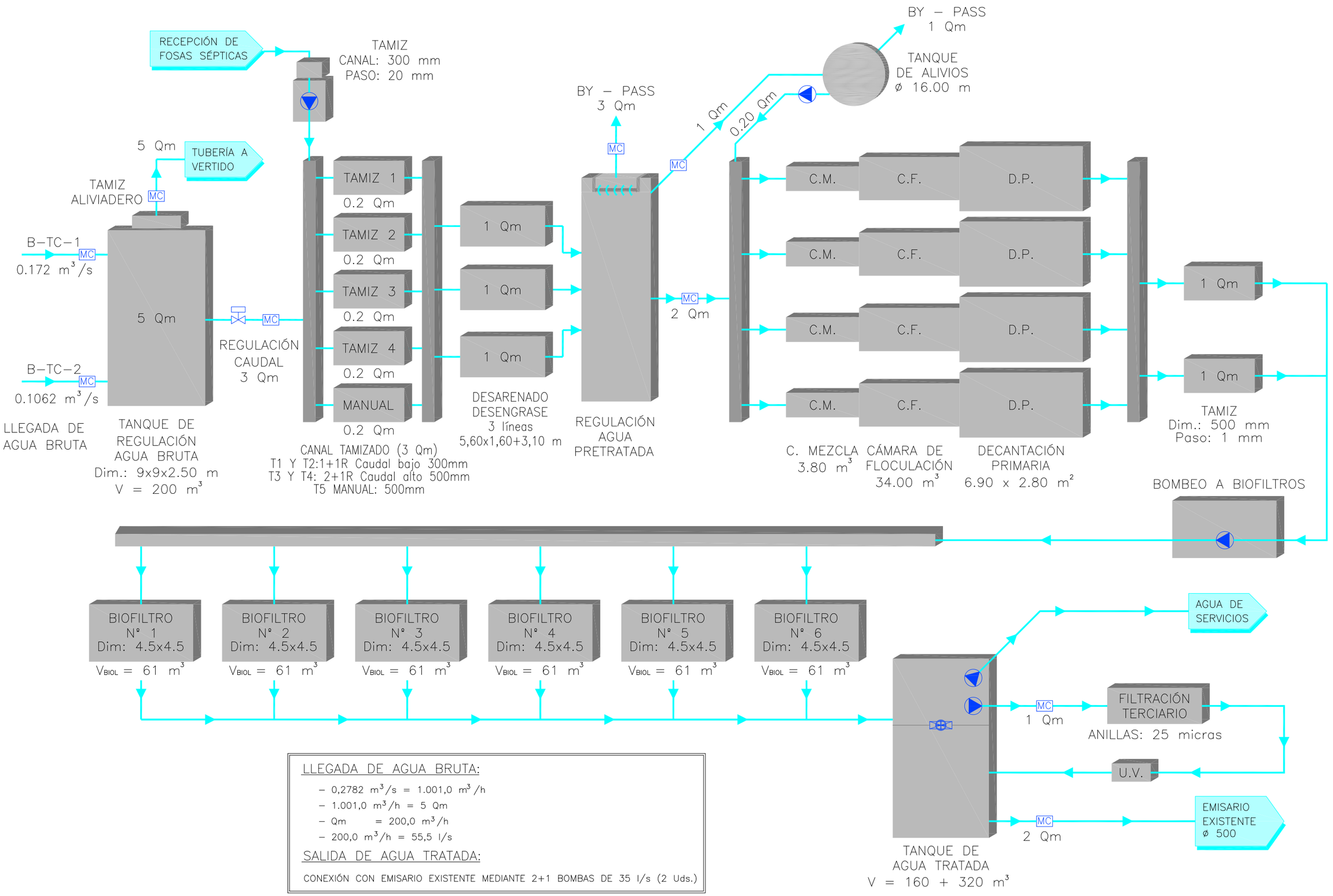
PLANO Nº: 3

DESIGNACION: IMPLANTACIÓN

FECHA: ENERO 2021

HOJA 1 DE 1

ESQUEMA DE PROCESO: E.D.A.R. DE TAPIA



LLEGADA DE AGUA BRUTA:

- 0,2782 m^3/s = 1.001,0 m^3/h
- 1.001,0 m^3/h = 5 Qm
- Qm = 200,0 m^3/h
- 200,0 m^3/h = 55,5 l/s

SALIDA DE AGUA TRATADA:

CONEXIÓN CON EMISARIO EXISTENTE MEDIANTE 2+1 BOMBAS DE 35 l/s (2 Uds.)

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO O.A. DIRECCIÓN TÉCNICA	EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO: JOSÉ JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ	EL INGENIERO TÉCNICO DE MINAS: ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ	ESCALA: E=S/E	TITULO BASICO: ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE I (ASTURIAS)	PLANO Nº: 4	DESIGNACION: DIAGRAMA DE BLOQUES	FECHA: ENERO 2021 HOJA 1 DE 1

ANEJO-2: CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

ÍNDICE

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO....1
2.- ENCUADRE GENERAL Y PARÁMETROS GENERALES DE DISEÑO....1
3.- CAUDALES DE DISEÑO....1
3.1.- CAUDALES DE PLUVIALES....1
3.2.- CAUDALES DE AGUAS NEGRAS....3
3.2.1.- Cálculo poblacional....3
3.2.2.- Cálculo dotacional....5
4.- COLECTORES....8
4.1.- CONDUCCIONES EN LÁMINA LIBRE - GRAVEDAD....8
4.1.1.- Parámetros hidráulicos....8
4.1.2.- Sección y condiciones de carga....10
4.1.3.- Trazado....11
4.1.4.- Arquetas y elementos singulares....17
4.1.5.- Dimensionamiento mecánico de las conducciones....20
4.2.- CONDUCCIONES A PRESIÓN....21
4.2.1.- Normativa hidráulica....21
4.2.2.- Parámetros de diseño hidráulico....21
4.2.3.- Trazado....25
4.2.4.- Secciones tipo....28
4.2.5.- Elementos funcionales de la tubería....32
4.2.6.- Arquetas....34
5.- ESTANQUE DE TORMENTAS, ALIVIADEROS Y ESTACIONES DE BOMBEO....35
5.1.- UBICACIÓN Y DIMENSIONES....35
5.2.- CAUDALES DE DISEÑO:....35
5.3.- VOLUMEN:....36
5.4.- GEOMETRÍA DEL ESTANQUE DE TORMENTAS:....36
5.5.- CÁMARA DE ENTRADA....36
5.6.- ALIVIADERO....36
5.6.1.- Pantallas deflectoras....36
5.6.2.- Tamiz....36
5.6.3.- Cámara de descarga de alivio:....37
5.6.4.- Colector de alivio:....37
5.7.- EMBOCADURA A ESTANQUE DE TORMENTAS Y CONEXIÓN CON EL COLECTOR ENTRANTE:....37
5.8.- CANAL DE ENTRADA Y RECOGIDA DE LAVADOS....38
5.9.- POZO DE GRUESOS – CÁMARA DE TRANSICIÓN A REJAS Y EQUIPO DE TRITURACIÓN (SI PROCEDE) :....38
5.10.- REJAS Y CANAL DE REJAS:....38

5.11.- EQUIPO DE TRITURACIÓN Y CANAL DE TRITURACIÓN 39
5.12.- BOMBEO, CÁMARA DE RELAJACIÓN Y CÁNTARA DE BOMBEO 39
5.13.- DISPOSITIVOS PARA LA LIMPIEZA DEL TANQUE DE TORMENTAS 47
5.14.- EQUIPOS DE ELEVACIÓN 49
5.15.- DESODORIZACIÓN 50
5.16.- COMPUERTAS 50
5.17.- MEDIDOR DE O2 51
5.18.- ELIMINACIÓN DE RUIDOS 51
5.19.- ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS 51
5.20.- EDIFICACIÓN 51
5.20.1.- Limitaciones en altura. 51
5.20.2.- Tipología arquitectónica. 51
5.20.3.- Tipos de pavimentos. 51
5.20.4.- Situación de las conducciones de procesos y de las conducciones auxiliares. 52
5.20.5.- Iluminación. 52
5.20.6.- Red de drenaje y desagües. 52
5.20.7.- Urbanización 52
6.- DEPURADORA DE TAPIA DE CASARIEGO 53
7.- CÁLCULO ESTRUCTURAL 53
8.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS 57
8.1.- ACOMETIDAD Y TRANSFORMACIÓN 57
8.1.1.- Acometida eléctrica 57
8.1.2.- Sistema de distribución 57
8.1.3.- Transformadores de potencia 57
8.1.4.- Cuadros de media tensión 58
8.1.5.- Toma Tierra 58
8.1.6.- Medida de la energía eléctrica 59
8.1.7.- Material eléctrico en las zonas con riesgo de incendio o explosión 61
8.2.- CORRECCIÓN DE FACTOR DE POTENCIA 61
8.3.- BAJA TENSIÓN 61
8.3.1.- Cuadros 61
8.3.2.- Aparellaje eléctrico adicional 63
8.3.3.- Componentes 63
8.3.4.- Conductores eléctricos 65
8.3.5.- Cableado para instrumentación 68
8.3.6.- Componentes y canalizaciones 69
8.4.- INSTALACIÓN DE TIERRAS 70
8.5.- MOTORES ELÉCTRICOS 71
8.5.1.- Sistema de arranque y control de motores 72
8.5.2.- Regulación del caudal 72

8.5.3.- Grupo electrógeno 74
8.6.- ºPROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 74
8.7.- VENTILACIÓN DE LA SALA DE CUADROS ELÉCTRICOS 74
9.- INSTALACIÓN DE ALUMBRADO 74
9.1.- NIVELES DE ILUMINACIÓN 74
9.2.- ALUMBRADO INTERIOR 75
9.3.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA 76
9.4.- ALUMBRADO EXTERIOR 76
9.5.- MECANISMOS 77
9.6.- PUESTA A TIERRA 77
9.6.1.- TIERRA DE PROTECCIÓN 78

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente documento es la definición de los parámetros de diseño los criterios de diseño empleados en la consecución y desarrollo para el planteamiento de alternativas como de la solución adoptada para el nuevo sistema de saneamiento objeto del anteproyecto.

Este anejo, aunque recoja el estudio desarrollado de la totalidad del concejo solo se aplicará a la parte del saneamiento que se ejecutará en el presente anteproyecto.

2.- ENCUADRE GENERAL Y PARÁMETROS GENERALES DE DISEÑO

A continuación, se expone los parámetros generales de diseño propuestos para el desarrollo del presente anteproyecto y adoptados de acuerdo con los criterios generales especificados por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico, en consonancia con las Especificaciones técnicas básicas para proyectos de conducciones generales de saneamiento ", elaboradas por la Confederación Hidrográfica del Norte, así como otros de habitual cumplimiento.

3.- CAUDALES DE DISEÑO

3.1.- CAUDALES DE PLUVIALES

El cálculo de los caudales de avenida se hace según el método racional modificado. Este método es apropiado para el cálculo de los caudales de avenida generados por un aguacero en cuencas en las cuales el tiempo de concentración es inferior a 6 horas y las superficies de las cuencas adoptadas son inferiores a 2 Km2 (en este caso la superficie es aproximadamente 1 Km2), y en estas condiciones es el recomendado por la Dirección General de Carreteras en la Instrucción 5.2-IC.

La ecuación propuesta por este método para la evaluación del caudal de avenidas es la siguiente:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3{,}6} \cdot K$$

Siendo:

- Q = Caudal de aguas pluviales (m3/s)
- Cm = Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada, cuya expresión es:

$$C = \frac{(P - P_o)(P + 23xP_o)}{(P + 11xP_o)^2}$$

- I = Intensidad media de precipitación para el período de retorno considerado y duración del aguacero igual al tiempo de concentración (mm/h) de acuerdo con apartados anteriores, optando por la formulación de "SALAS" por considerarse más próxima a la realidad.
- Factor de amplificación:
    - Se ajusta la ley de precipitaciones máximas diarias reales sobre la cuenca, deducida de los planos de isomáximas, según la expresión siguiente, para tener en cuenta la no simultaneidad de las lluvias máximas de un mismo período de retorno en toda la superficie.

$$P_d^* = P_d\left[1 - \frac{\log A}{15}\right] \text{ para } A \geq 1 \text{ km}^2$$

$$P_d^* = P_d \qquad \text{para } A < 1 \text{ km}^2$$

donde:

- Pd* = Precipitación máxima diaria modificada, en mm, correspondiente a un período de retorno T
- Pd = Precipitación máxima diaria calculada, en mm, correspondiente a un período de retorno T log A = Logaritmo decimal de la superficie de la cuenca A (Km2)

  El aguacero a efectos de cálculo quedará definido por la intensidad I (mm/hora) de precipitación media, función de la duración del intervalo considerado y de la intensidad de precipitación media diaria (Pd*/24) para un período de retorno de referencia.

- A = Superficie del área drenada (Km2)
- K = coeficiente en función del tiempo de concentración, que tiene la siguiente expresión:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

El tiempo de escorrentía adoptado será el recogido en la en la Instrucción de Carreteras, 5.2.I.C.

$$t_e = 0{,}3\left(\frac{L}{J^{0,25}}\right)^{0,76} (\mathbf{h}) \qquad > 5$$

siendo:

Tc= tiempo de escorrentía (horas) (se adoptarán valores >= 5 min)

L = longitud del cauce principal (Km).

J = pendiente del cauce principal (m/m)

A efectos de diseño se aplicarán los criterios de la C.H.Norte de 1995, si bien hay ciertos valores que pueden resultar ligeramente altos para las cuencas analizadas, lo que nos deja del lado de la seguridad:

Tipo de zona	Coeficiente de escorrentía (C)
Rural o periferia urbana	0,5
Urbana. Edificación abierta	0,7
Urbana. Edificación cerrada	0,9
Industrial	0,7
Zona verde urbana	0,3
Zona verde	0
Cuenca separativa	0

Se definirá un coeficiente % de superficie de cuenca con sistema separativo que multiplicará al coeficiente total, resultando las subcuencas definidas como “sistema unitario”, sistema separativo” o “sistema mixto”

El coeficiente medio total de escorrentía a aplicar en el método-1 será: C=Coef escorrentía medio x (1-% sistema separativo) x Coef. Eficiencia. A efectos de cálculo el coeficiente de eficiencia de los sumideros será del 100%.

En los sistemas unitarios, si a la vista de los resultados obtenidos, se verifica que la capacidad del colector existente de la red de saneamiento no puede transportar la caudal punta calculado, se adoptará el 50% del caudal máximo que pueda transportar la red para su pendiente pésima de diseño.

3.2.- CAUDALES DE AGUAS NEGRAS

Se consideran en este apartado los caudales de las zonas urbanas y otras áreas no urbanas de las parroquias servidas por los colectores de la red de saneamiento en baja, correspondientes a aguas residuales domésticas.

3.2.1.- Cálculo poblacional

3.2.1.1.- Cálculo de la población

Se determinará la población del área servida en la actualidad J' se realizará una prognosis de población para el año horizonte, 25 años, lo que supone 2015+25 = 2040

Para el cálculo de caudales de aguas negras se realizará por tres métodos:

- **Análisis de regresiones con datos poblacionales mediante el método de MOPU y otros similares**: Análisis de datos poblacionales a partir de los datos estadísticos del I.N.E, registros aportados por el municipio de Tapia y los datos estadísticos del Principado de Asturias , adoptando valores de crecimiento de los últimos 25 años proyectados para el año actual +25 años, teniendo en cuenta la población estacional.
    - **Modelo MOPU**: Dicho modelo se basa en calcular las tasas de crecimiento anual acumulativo entre las poblaciones de los años correspondientes a los diez y veinte años anteriores al último censo disponible. La formulación empleada es la siguiente:

      $P_{actual} = P_{actual-10}\ (1+\beta)^{10}$

      $P_{actual} = P_{actual-20}\ (1+\gamma)^{20}$

      Una vez deducidos los valores de γ y β, se adopta un valor de la tasa de crecimiento $\alpha=(2\beta+\gamma)/3$, de manera que la población futura P se establece como:

      $P_{año\ horizonte} = P_{actual}\ (1+\alpha)^{t}$

    - **Método aritmético:** Este modelo considera un incremento constante de la población, según la fórmula:

      $$\frac{dP}{dt} = K_a$$

      donde:

      P : población

      t : tiempo

      Ka: razón aritmética

      La razón aritmética se ha obtenido calculando el promedio entre la evolución de la población en los últimos t años. En caso de crecimiento negativo se puede adoptar el valor

La prognosis de población será entonces según la fórmula:

Pn = P1 + Ka x n

siendo:

Pn : población en el año n

P1 : población en el año inicial

Ka: razón aritmética

n : número de años transcurridos desde el año inicial

- **Método geométrico:** Este modelo considera un incremento progresivo de la población, según la fórmula:

$$\frac{dP}{dt} = K_g \cdot P$$

donde:

P : población

t : tiempo

Kg: razón geométrica

La razón geométrica se ha obtenido calculando el promedio entre la evolución de la población en los últimos cinco años. Este método consiste en considerar para iguales periodos de tiempo el mismo porcentaje de incrementos de población

La prognosis de población será entonces según la fórmula:

Pn = P1 · e (Kg · n)

siendo:

Pn : población en el año n

P1 : población en el año inicial

Kg: razón geométrica

n : número de años transcurridos desde el año inicial

- **Método estadístico de tendencia:** Se aplica el cálculo de la formula de tendencia que puede ser lineal o exponencial, de forma que se pueda extrapolar el valor para el diseño

- **Análisis de regresiones incluyendo las expectativas de expansión del PGOU y consideraciones estacionales surgidas por eventos: En** este método se incluyen las previsiones de crecimiento estimadas por el ayuntamiento que incluyen el alto desarrollo urbanístico en el municipio, la expansión de zonas residenciares rurales y zonas industriales. Para el caso de ámbitos Residencial no urbano se signa una superficie edificable media y un número de habitantes superficie.

Mediante consideraciones obtenidas del planeamiento urbanístico y basándose en las áreas de crecimiento previstas en el mismo, se imputará la población previsiblemente servida por cada colector en el año horizonte del anteproyecto, que se designa PI (Población en el año horizonte).

Partiendo de la distribución de distritos y secciones censales existentes actualizados, se imputará a cada colector la población que recoge actualmente, que se designa Po (Población en el año actual).

Siguiendo una línea de actuación similar a la descrita para la población, se imputará a cada colector el empleo fijo recogido. De esta forma se obtendrán los datos relativos al empleo en el año actual y la del año horizonte de anteproyecto.

3.2.1.2.- Cálculo de la población estacional

El cálculo estimativo de la población estacional se obtendrá a partir del análisis de los consumos de agua potable aportados por ASTURAGUA y los Kg de basura, así como otra información aportada por el Ayuntamiento de Tapia.

Se diferenciará la estacionalidad en el año-0 (actual) y en el año-25 (horizonte)

Las viviendas principales son aquellas viviendas familiares que se utilizan toda o la mayor parte del año como residencia habitual de una o más personas. Las viviendas secundarias son viviendas familiares utilizadas solamente parte del año, de forma estacional, periódica o esporádica y no constituyen residencia habitual de una o varias personas.

El número de viviendas principales y secundarias en el año actual 2015, se calcula a partir de los censos de viviendas (años 1991 y 2015) a escala municipal, aplicando sus respectivas tasas de crecimiento, corregidas por el dato provincial (estimado con la tasa anual de crecimiento 1991-2015 de la Comunidad Autónoma correspondiente).

La población estacional de las viviendas secundarias se estima en función de los días de estancia al año y número de habitantes por vivienda. De acuerdo a los datos disponibles, se ha empleado como hipótesis de cálculo una tasa de ocupación en las viviendas secundarias igual a la tasa de ocupación en las viviendas principales. Además, se considera un periodo de estancia medio anual de 30 días para los núcleos de interior y de 90 días para los núcleos de costa.

3.2.1.3.- Cabezas de ganado

Dentro de las actividades ganaderas, la ganadería bovina tiene una importancia relevante dentro del ámbito de planificación, tanto por el número de cabezas como por su mayor dotación (m3/cabeza-día), respecto a otro tipo de ganado.

Para estimar el número de cabezas se ha seguido la metodología propuesta por el MARM, que obtiene las tasas de crecimiento medio anual a partir del Censo Agrario (INE, 2015), censo del Principado de Asturias y de los Censos Ganaderos por provincias (MARM, 2004). Esas tasas se utilizan para calcular el número de cabezas de ganado.

Por otro lado, se analizan los consumos dotacionales aportados por ASTURAGUA, considerando a la dotación total y número de usuarios la deducción de las cabezas de ganado obtenidas al aplicar una dotación media ganadera de entre 80-100 l/cabeza-día

3.2.2.- <u>Cálculo dotacional</u>

3.2.2.1.- Caudales de aguas residuales domésticas.

Se empleará la siguiente dotación:

QD_B^A = Caudal de aguas residuales domésticas

A = { a : año actual ; h : año horizonte } B = { min : mínimo ; m : medio ; p : punta }

a) Caudal medio.

Si bien las dotaciones del Plan Hidrológico de Cuenca del Cantábrico corresponden a la siguiente tabla asociado a la actividad industrial (baja para el caso del presente anteproyecto):

Población abastecida por el sistema	Actividad comercial-industrial vinculada (anejo 11)		
	Alta	Media	Baja
< 2.000 hab.	340	310	290
2.000 – 10.000 hab.	325	290	260
10.000 – 50.000 hab.	300	260	-
50.000 – 250.000 hab.	270	-	-
> 250.000 hab	250	-	-

Se opta de forma genérica adoptar una dotación de 250 l/hab y día para el año actual y de 350 l/hab y día para el año horizonte, considerando la alta existencia de segunda residencia.

Por tanto, tenemos los siguientes caudales.

$$QD_m^a = \frac{250\,xP_a}{86400}(l/s)$$

$$QD_m^h = \frac{350\,xP_h}{86400}(l/s)$$

Siendo Pa y Ph las poblaciones en el año actual y horizonte, respectivamente.

El coeficiente de retorno habitual será de 0.85, si bien a afectos de anteproyecto se utilizará 1.0

Para el caso de poblaciones rurales se considerará 4 hab/ vivienda o la siguiente tabla:

Tipología vivienda y tamaño S_v (m^2)	*Dotación (m^3/viv/día)*
Viviendas multifamiliares $S_v \leq 120$	0,90
Viviendas multifamiliares $120 < S_v \leq 180$	1,05
Viviendas multifamiliares $S_v > 180$	1,20
Viviendas unifamiliares	1,20

La dotación máxima de cálculo será de 1,20 m3/viv/día.

b) Caudal punta.

Se obtendrá mediante las fórmulas que siguen, aplicables tanto al año actual como horizonte.

Si $QD_m > 2l/seg$ $\qquad QD_p = QD_m + 2{,}6(QD_m)^{0,7}(l/seg)$

Si $QD_m \leq 2l/seg$ $\qquad QD_p = 5{,}5(QD_m)^{0,2}(l/seg)$

Se comprobará siempre que el coeficiente punta nunca supere 6 veces el Qm, debiese cumplir un valor de caudal punta igual o inferior a seis veces el caudal medio.

c) Caudal mínimo.

Se adopta como caudal mínimo el 50% del caudal medio y se comprobará para el 25% del caudal medio.

3.2.2.2.- Caudales de aguas residuales industriales.

La notación empleada es la siguiente:

QI_B^A = Caudal de aguas residuales industriales

siendo A y B subíndices que tienen el mismo significado que en aguas residuales urbanas.

a) <u>Caudal medio.</u>

En general los caudales medios de las industrias significativas se obtienen a partir del volumen de vertido diario dividido por la duración de la jornada laboral de la empresa.

Al no ser posible obtener consumos puntuales elevados y no es posible obtener datos directos, se cuantifica el caudal medio mediante algunos de los procedimientos siguientes:

- Tomando una dotación de 500 l/empleo y día, repartido en la jornada laboral de la empresa, si está localizada en zona urbana.
- Tomando una dotación de 1-1,5 l/seg Ha industrial, si la localización es preferentemente industrial.
- Se comprobará para en función de la superficie edificable permitida para tales actividades, adoptando el valor genérico de 8,64 l/m2 edificable /día para las mismas, salvo que se disponga de información más detallada al respecto.

Para el año horizonte se emplearán las mismas dotaciones específicas que para el año actual.

En caso necesario se podrá aplicar:

$$QI_m = \frac{D_i \times C_r \times S_I}{h_I \times 3.600}$$

caudal medio

caudal mínimo QImin = 0,25× QIm

Di dotación de aguas industriales (l/m2/día)

Cr Coeficiente de retorno de valor 0,8

SI superficie edificable permitida para las industrias ó servicios (m2)

hI número de horas al día de demanda de agua (a falta de datos concretos se tomará un valor de 24 h)

QIm caudal medio de aguas residuales industriales, del sector terciario ó dotacional (l/s)

QImin: caudal mínimo de aguas residuales industriales, del sector terciario ó dotacional (l/s)

b) <u>Caudal punta.</u>

Se adoptará como tal el 160% del caudal medio, tanto para el año actual como para el horizonte.

c) <u>Caudal mínimo.</u>

Si no se tienen datos más precisos, puede adoptarse como caudal mínimo el 25-50% del caudal medio, tanto para el año actual como para el año horizonte.

3.2.2.3.- Caudales de infiltración.

El caudal de infiltración se denominará QF.

Si son de esperar altos valores de infiltración, es necesario realizar estudios específicos. Para el caso del presente anteproyecto los datos aportados por Asturagua no muestra filtraciones singulares, por lo que se adoptará como caudal de infiltración el correspondiente al caudal medio actual de aguas residuales.

3.2.2.4.- Caudales de proyecto.

a) <u>Caudal máximo de proyecto.</u>

Es el valor utilizado para el diseño hidráulico de las conducciones y se emplea para el mismo la notación Qmáx.

Se determina de la siguiente forma

Redes separativas

$Q_{\text{máx}} = QD_p^h + QI_p^h + QF$ (aguas residuales)

$Q_{\text{máx}} =$ Qp (para aguas pluviales)

Redes unitarias

Para el colector anterior al aliviadero

$$Q_{\text{máx}} = QD_p^h + QI_p^h + QP + QF$$

O será el caudal máximo que es capaz de transportar el colector existente de la red en baja.

Para el colector posterior al aliviadero.

Es este caso el caudal máximo puede proceder de un estudio específico de capacidad del medio receptor. Si éste no existe se puede aplicar la siguiente expresión.

$$Q_{\text{máx}} = QD_m^h + 16\frac{Ph}{1000} + 3QI_m^h$$

Para comprobación: De acuerdo con el Plan Hidrológico en redes de saneamiento de tipo unitario podrán admitirse, de forma provisional y mediante autorización expresa, vertidos diluidos en una relación 1:5 sobre la caudal punta en tiempo seco del saneamiento. ➔ 10 Qm y 5Qp

b) <u>Caudal mínimo de proyecto.</u>

Se adopta la siguiente expresión.

$$Q_{min} = QD_{min}^a + QI_{min}^a$$

4.- COLECTORES

4.1.- CONDUCCIONES EN LÁMINA LIBRE - GRAVEDAD

4.1.1.- <u>Parámetros hidráulicos</u>

Los parámetros de diseño hidráulico se resumen en :

- Caudal de diseño: Caudal máximo resultante de la modelización para un periodo de retorno de T=10 años.
- Rugosidad:

- n= 0.010 para tuberías de PVC, PP, PE y PRFV.
- n=0.012 para tubería de hormigón armado , hormigón y fibrocemento.

- Pendiente:

La pendiente ha de cumplir los requerimientos óptimos de:

- Funcionamiento adecuado para velocidad máxima y velocidad mínima en tiempo seco
- Requerimiento de autolimpieza
- Relación H/D <=0.7
- Régimen hidráulico: F<0.8 deseablemente

La pendiente mínima de los colectores será:

Diámetro (mm)	Apoyo granular	Apoyo rígido
< 500	5,0 0/00	5,0 0/00
500-800	4,0 0/00	3,0 0/00
900-1200	2,2 0/00	1,5 0/00
>1200	2 0/00	1,2 0/00

- Régimen hidráulico:
  - Funcionamiento hidráulico deseable en régimen lento Se asume F<0.8, evitando estar en la situación de régimen supracrítico en la gama de caudales desde las mínimas a las máximas esperadas.
  - En general y salvo en tramos cortos y muy localizados, a efectos de evitar erosiones en las paredes de los tubos, se limitará el número de Froude a 3 como máximo, aunque en determinados casos se pueda admitir superar este valor en colectores de pequeño diámetro, siempre y cuando no se alcancen velocidades muy altas.
- Calado relativo: El calado relativo (y/D) para el caudal máximo de proyecto no es superior, como norma general, a 0.75, con objeto de garantizar la aireación mínima exigida. Por otro lado, los cálculos de vertidos vienen condicionados por la limitación de entrega a cauce, lo que supone la necesidad de considerar la entrada en carga del último tramo de la red de colectores generales de aproximación a los estanques de tormentas o aliviaderos, considerando estos como parte del propio estanque de tormentas y gestión de laminación y regulación para el vertido.
- Aireación: Se deberá realizar la comprobación de aireación entre tramos de longitud no superior a 500m. De igual modo se verifican las condiciones de permanencia del agua residual en las conducciones, a efectos de prevenir la formación de H2S, estudiando si fuera necesario la instalación de dispositivos de oxigenación donde fuera necesario
- Limitaciones de velocidad:
  - Velocidad máxima: La velocidad máxima sea inferior a 3 m/s.
  - Velocidades mínimas:

- Se prestará especial atención a la obtención de unas velocidades mínimas de circulación en los colectores que garanticen la no permanencia de sedimentos en todo el trazado de los mismos.
- Se establecerá las pendientes mínimas en función de los diámetros y caudales circulantes a lo largo del día característico que garanticen que se alcanzan las velocidades críticas dadas por la norma alemana ATV-110.
- Será igual o superior a la que da la fórmula de Shields para el arrastre de partículas de diámetro menor o igual que 3 mm y densidad de 2,65 t/m3. La fórmula se aplicará teniendo en cuenta el calado real de los conductos en condiciones de caudal mínimo actual.
- Siempre será obligatorio cumplir la primera condición. En algunos puntos se admite no cumplir la segunda condición, aunque, en todos los casos, la segunda condición se debe cumplir para el caudal medio de aguas residuales actual, salvo que se justifique lo contrario.

- Autolimpieza de las conducciones
  - En las redes de alcantarillado, y en la hipótesis de circulación del caudal mínimo de diseño (Qmin), deberá verificarse que todas las partículas del agua residual de diámetro equivalente inferior a 3 mm son arrastradas por la corriente.
  - Cuando la condición anterior sea difícilmente cumplible, será admisible con que se verifique para el caudal medio de aguas residuales correspondiente (QDm + QIm).
- Materiales:
  - PVC o PE para tuberías de diámetro inferior a 500mm, con lo especificado para los mismos en el proyecto de norma europea prEN 13.476. A efectos de anteproyecto se adoptará PVC-SN8, tubería corrugada. No se considera la tubería de polipropileno.
  - Para diámetros mayores de 500 mm se utilizarán tuberías de hormigón armado preferentemente, pudiéndose estudiar alternativas de PVC corrugado hasta DN 1200 mm SN8.
  - Se podrá utilizar tuberías de corrugadas o rígidas., debiendo ser de doble junta estanca. Se recomienda el uso de materiales plásticos con objeto de reducir la rugosidad.
- Diámetro mínimo:

  Salvo que la normativa municipal establezca unas dimensiones superiores, los diámetros mínimos de las tuberías serán los siguientes en función de su emplazamiento:
  - Acometidas viviendas unifamiliares DN mínimo 200 mm
  - Acometidas viviendas multifamiliares DN mínimo 250 mm
  - Conductos de entronque de los imbornales DN mínimo 200 mm
  - Tuberías por gravedad de la red de alcantarillado DN mínimo 400 mm para red principal y secundaria. DN 315 mm para red terciaria
  - Impulsiones en la red de alcantarillado DN mínimo 90 mm PE-100

4.1.2.- Sección y condiciones de carga

- La sección prevista se ejecutará mediante entibación con blindaje y/o doble guía monocodal donde lo precise por cuestiones geotécnicas. En todos los cruzamiento o zonas urbanas que lo requiera se utilizará entibación.
- La anchura mínima de zanja entibada será:
  - Para tubería única:

- Ancho (m)=Di+X, donde:
  - X=0.5m si Di<250 ➔Ancho mínimo 0.6
  - X=0.5m si 250<=Di<400 ➔Ancho mínimo 0.8
  - X=0.8m si 400<=Di<=700
  - X=1.0m si 800<=Di<=1400
  - X=1.2m si Di>=1400

o Paras tubería doble

- Ancho (m)=X/2+Di1+X/2+ Di2+X/2 donde:
  - X=0.8m si 400<=Di<=700
  - X=1.0m si 800<=Di<=1400
  - X=1.2m si Di>=1400

- La profundidad de la cama de apoyo dependerá del diámetro de la tubería en la relación: Ancho mínimo(cm) =10+Di(m)/10
- Los recubrimientos mínimos serán de 30 cm.
- Los rellenos en tuberías de PRFV se realizará mediante grava 6/12 con una base de espesor mínimo de y cobertura de geotextil 300gr/m2 con objeto de evitar la transición de finos.
- Los rellenos en tuberías de PVC, PP y PE, se realizará mediante suelo seleccionado tamaño máximo 33mm

  El resumen de características de aplicación al presente anteproyecto se adjunta en la siguiente tabla:

DN (nominal)	Ancho mínimo zanja entibada (m)	Ancho mínimo zanja (m)	B(m)= Ancho disponible	Apoyo (cm) cama arena silícea c/inundación	Recubrimiento cobertura mínimo (cm)	Profundidad mínima s/ clave (m)	separación mínima en tubería doble (m)	Talud general	Talud cruce arroyos h<2,5m
90	0,80	0,80	0,36	15,00	30,00	1,00	0,80	1H/5V	1H/3V
125	0,80	0,80	0,34	15,00	30,00	1,00	0,80	1H/5V	1H/3V
180	0,80	0,80	0,31	15,00	30,00	1,00	0,80	1H/5V	1H/3V
125	0,80	0,80	0,34	15,00	30,00	1,00	0,80	1H/5V	1H/3V
300	0,80	0,80	0,25	15,00	30,00	1,00	0,80	1H/5V	1H/3V
400	1,20	1,20	0,40	15,00	30,00	1,00	0,80	1H/5V	1H/3V
500	1,30	1,30	0,40	15,00	30,00	1,00	0,80	1H/5V	1H/3V

4.1.3.- <u>Trazado</u>

- La pendiente será uniforme y vendrá condicionada por la cota de partida, cota de entrega y longitud del colector.
- El trazado en giros se suavizará mediante el uso de piezas especiales. Los ángulos deseables no superarán 45º

- El trazado deberá seguir el viario, recomendándose que las conducciones discurran bajo las aceras para así disminuir las cargas actuantes y facilitar las tareas de reparación.
- En relación con las distancias mínimas a los edificios, deberán tomarse las necesarias precauciones para evitar cualquier afección a sus cimientos, debiendo respetar, en cualquier caso, una separación mínima de unos 2 m, así como una distancia mínima recomendable (siempre que sea posible)de 1 m a los bordillos.
- Las separaciones mínimas entre las generatrices externas de las tuberías de alcantarillado y saneamiento alojadas en zanja y las de los conductos, o las aristas de los prismas, de los demás servicios instalados con posterioridad serán las siguientes:

Servicio	*Separación en planta (cm)*	*Separación en alzado (cm)*
Abastecimiento	100	100
Gas	50	50
Electricidad-alta	30	30
Electricidad-baja	20	20
Comunicaciones	30	30

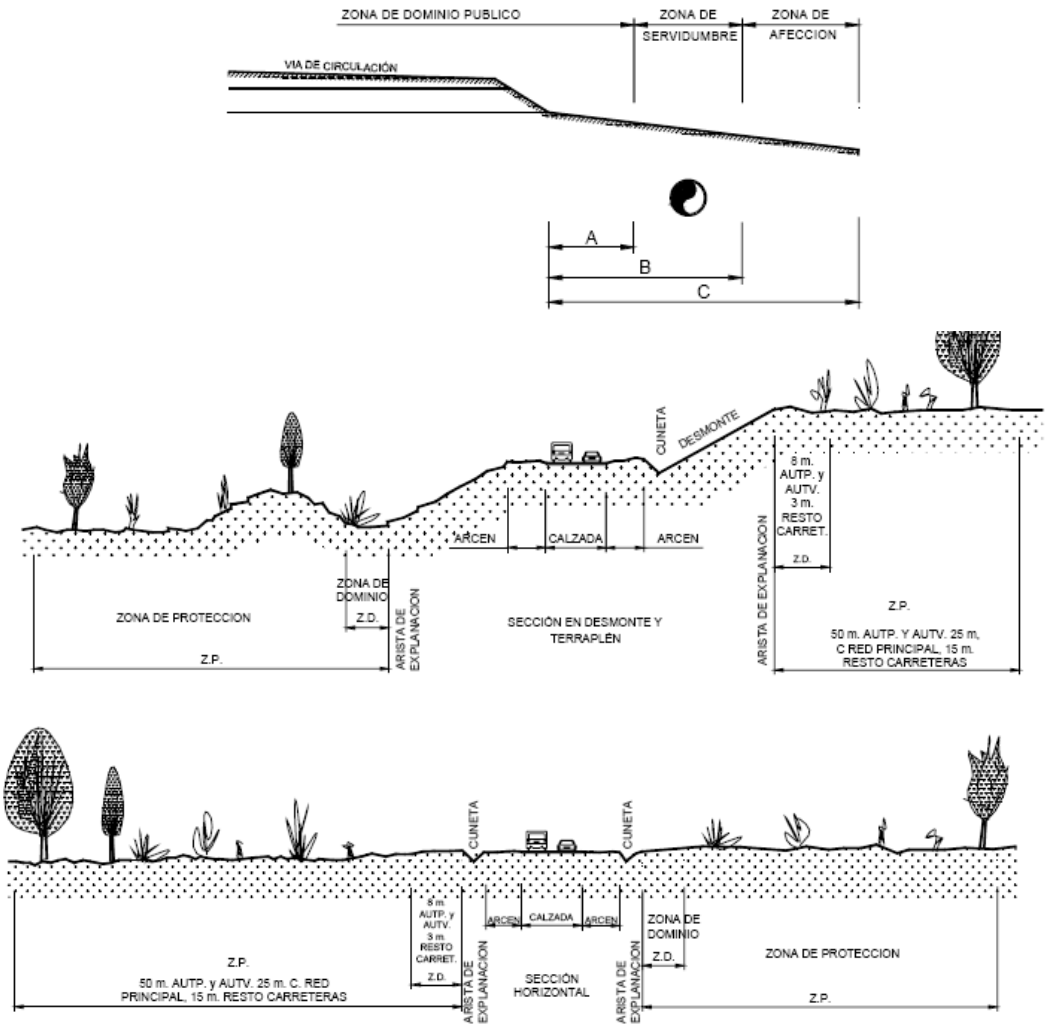
- Cuando no sea posible mantener estas distancias mínimas de separación, será necesario disponer protecciones especiales aprobadas por el Ayuntamiento o la empresa suministradora correspondiente,
- Todo tendido de líneas eléctricas de alta tensión deberá disponer de la preceptiva protección reglamentaria.
- En el caso de conducciones metálicas, deberá alejarse el trazado de la conducción de las líneas eléctricas aéreas de tensión superior a 15 kV por el peligro de corrosión.
- Cruces:
    - Dominio Público:

- Los cruces serán preferentemente por debajo del cauce, modificando la sección tipo de la zanja con el fin de evitar erosiones y proteger la tubería (zanja macizada de hormigón). La separación de las arquetas se ubicará fuera del DPH a una distancia mínima de 5.0m
- Los paralelismos por la zona de policía del cauce público, siempre que sea posible, deberán realizarse respetando la zona de servidumbre de uso público de 5 m. Caso que sea imprescindible llevarlas por esta zona, deberán ir adecuadamente protegidas, sin que sobresalga elemento alguno por encima de la cota del terreno natural

    - Carreteras: El trazado paralelo discurrirá fuera de la zona de dominio público.

Tipo de carretera	*Distancia*		
	A	*B*	*C*
Autopista, autovías y vías rápidas	8 m	25 m	100 m
Resto de carreteras	3 m	8 m	50 m

Tipo de carretera	*Distancia*	
	Zona de dominio público	*Zona de protección*
Autopista y autovías	8 m	50 m
Carreteras red principal	3 m	25 m
Resto de carreteras	3 m	15 m



- Caminos rurales y vías pecuarias

Como norma general el cruce de caminos se realizará mediante zanja abierta incluyéndose las instalaciones provisionales para el paso de vehículos. Cuando sean necesarios desvíos provisionales de tráfico se seguirán las prescripciones indicadas en la Norma 8.3-I.C. "Señalización, balizamiento, limpieza, defensa y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado" (Orden de 31 de agosto de 1987, publicada en el B.O.E. núm. 224, de 18 de septiembre de 1987) y en la Orden Circular Nº 300/89 P.P.

La señalización de las obras deberá estudiarse para cada caso particular, según las circunstancias concurrentes: Tipo de vía, Intensidad y velocidad de circulación, Visibilidad disponible, Importancia de la ocupación de la plataforma, Duración de la ocupación y Peligrosidad

- Carreteras Vecinales

En los cruces vecinales y calles, de forma general se realizará en zanja, debiéndose proceder dividiendo el cruce en dos mitades, no siendo necesarias hincas. Con anterioridad a la realización de la obra deberá solicitarse permiso, con quien se estudiará en cada caso particular, según las circunstancias concurrentes, la señalización de las mismas.

Para los cruces de calles se utilizará siempre entibación cuajada, considerándose el fresado y reposición de firma en una anchura mínima de 0.5m a borde de zanja.

- Carreteras y Autovías Autonómicas

- El cruce de la carretera seguirá en planta, en la medida de lo posible, una dirección normal al eje de la calzada y la generatriz superior de la canalización estará situada a un metro como mínimo por debajo de la rasante.
- En las márgenes de la carretera y fuera de la explanación se colocará el correspondiente registro, al objeto de poder reparar cualquier avería sin necesidad de tener que levantar el firme y evitar que cualquier fuga de fluido cause desperfectos en el pavimento.
- El cruce de la carretera se realizará mediante una perforadora horizontal o similar, de forma que no sea necesario romper el firme de la carretera, con la introducción simultánea de la tubería de revestimiento de la excavación de suficiente resistencia para que no disminuya la capacidad portante del firme o explanación en ningún punto. *(nota: Para el caso de carreteras autonómicas se podrán ejecutar en zanja siempre que el pavimento tenga una antigüedad superior a 3 años. A efectos de anteproyecto se considerará siempre ejecutada mediante hinca, por desconocerse las fechas programadas para conservación y explotación , así como de ejecución de las obras)*
- Cuando el conducto tenga un diámetro exterior no superior a 20 cm, deberá ir alojado dentro de otro tubo de suficiente resistencia cuyo diámetro interior tenga 20 centímetros más, como mínimo que el diámetro exterior del conducto principal.
- La generatriz superior de la conducción se ubicará a una profundidad superior al menos en el máximo de 2.5 veces el diámetro de la hinca o 2,00 metros a la superficie del pavimento
- La conducción a colocar deberá reunir las condiciones precisas de resistencia para soportar las cargas que circulen por la carretera.
- En cruces y paralelismos, debe intentarse quedar fuera del dominio público, así como la situación de las arquetas, y en cualquier caso siempre fuera de la explanación.
- Los cruces deben realizarse los mas perpendiculares posible al trazado de la vía.
- En caso de tener que realizar la conducción paralela por la cuneta de la carretera, esta deberá de ser revestida de hormigón.
- Siempre se tendrá en cuenta lo definido en el artículo 44 de la Ley 8/2006, de 13 de noviembre, de Carreteras

1. No se autorizarán en la zona de dominio público las conducciones subterráneas salvo que, excepcionalmente y con la debida justificación, la prestación de un servicio público de interés general así lo exigiere. Este tipo de servicios se autorizarán como norma general dentro de la zona de servidumbre.

2. Las conducciones de interés privado sólo se autorizarán en la zona de afección. Excepcionalmente y donde no haya otra solución técnicamente viable, se podrán autorizar dentro de la zona de servidumbre o incluso dentro de la zona de dominio público, en este último caso, en precario, con los requisitos que se establecen en el apartado siguiente.

3. Si por las condiciones extremadamente dificultosas de la orografía del terreno no existiera otra solución técnicamente viable que llevar la conducción subterránea por debajo de la cuneta, se podrá conceder la autorización en precario. La autorización así concedida excluye el abono al interesado de cualquier indemnización por razón de los daños o perjuicios ocasionados por los trabajos ordinarios de conservación, acondicionamiento o ensanche de la vía. La reposición de las conducciones y demás elementos y obras amparados por la autorización será de cuenta del interesado.

4. En los cruces subterráneos, las obras se ejecutarán de forma que produzcan las menores perturbaciones posibles a la circulación, se repondrá en perfectas condiciones el firme y pavimento de la carretera y tendrán la debida resistencia.

Salvo supuestos excepcionales y debidamente justificados, no se autorizarán cruces a cielo abierto en autopistas, autovías y corredores, ni en carreteras convencionales con intensidad media diaria de circulación superior a tres mil vehículos, o que hayan sido construidas o reparadas dentro de los tres años anteriores. En todos estos casos el cruce se deberá efectuar mediante mina, túnel o perforación mecánica subterránea.

5. También se podrán utilizar para el cruce las obras de paso o desagüe de la carretera, cuando las dimensiones de la conducción sean reducidas en comparación con la sección de la obra de paso y siempre que se asegure el adecuado mantenimiento de sus condiciones funcionales y estructurales. En ningún caso la Administración será responsable de los

daños que se pudieran originar a la conducción con ocasión o como consecuencia de las normales labores de limpieza y conservación de la carretera.

6. En la zona de servidumbre no se autorizarán obras subterráneas que puedan perjudicar el ulterior aprovechamiento de la misma para los fines a que está destinada. En cualquier caso, delante de la línea de edificación no se autorizarán construcciones total o parcialmente enterradas, tales como garajes, almacenes, piscinas o similares.

- Carreteras Nacionales, Autopistas y autovías

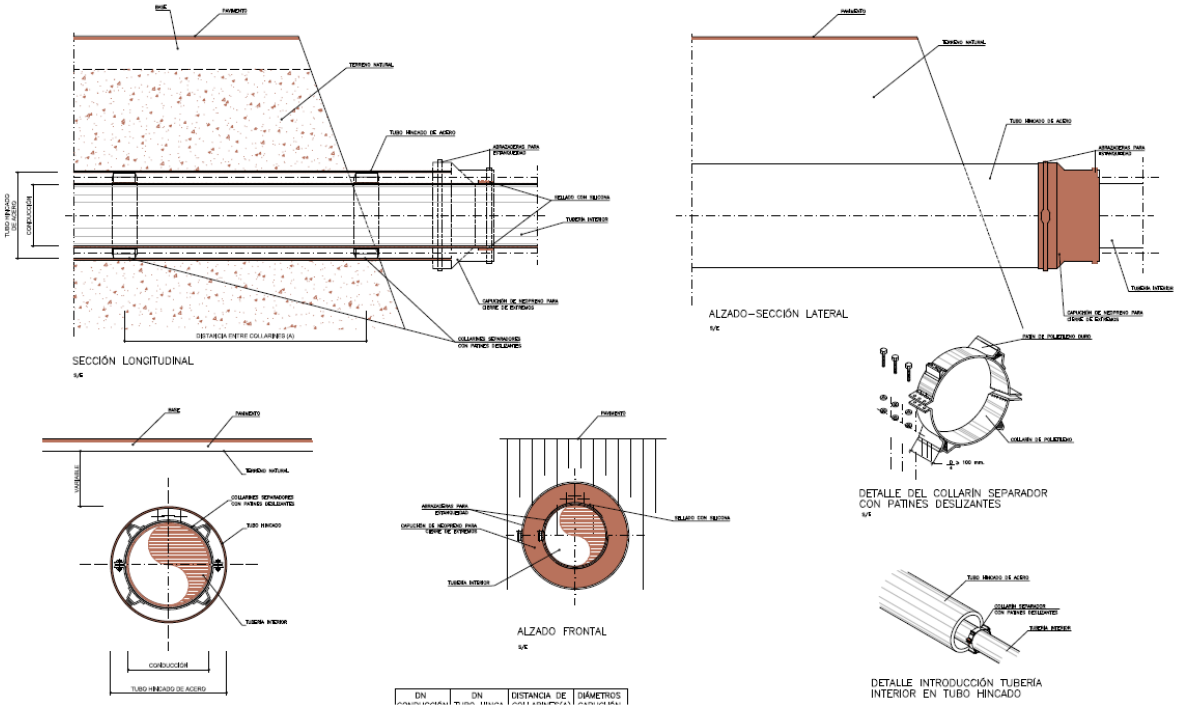
- Las condiciones que se deben cumplir son las dispuestas en la Ley de carreteras (25/1988 de 29 de julio) y su Reglamento (RD 1812/1994 de 2 de septiembre), en particular los articulo 20 al 28 del Capítulo II "Uso y Defensa de las Carreteras" de la citada Ley y los artículos 71 a 95 del Título III "Uso y Defensa de las Carreteras" del citado artículo.
- El Servicio de la Demarcación de Carreteras del Estado en Asturias, estudia de forma particularizada, en función de su topología cada uno de los cruces e impondrá las condiciones específicas siempre dentro del marco legal establecido por la Ley y Reglamento citados en el párrafo anterior.
- Para la ejecución de la obra será necesaria obtener la resolución favorable de obras, por lo que previa a la misma se presentará la necesaria solicitud conforme al procedimiento indicado en los articulo 92 y 93 del Reglamento. Se deberá presentar proyecto o separata de proyecto suficientemente definitoria de las obras de todas aquellas situadas dentro de las zonas de protección definidas por las carreteras nacionales.
- El cruce de la carretera seguirá en planta, en la medida de lo posible, una dirección normal al eje de la calzada y la generatriz superior de la canalización estará situada a un metro como mínimo por debajo de la rasante.
- En las márgenes de la carretera y fuera de la explanación se colocará el correspondiente registro, al objeto de poder reparar cualquier avería sin necesidad de tener que levantar el firme y evitar que cualquier fuga de fluido cause desperfectos en el pavimento.
- El cruce de la carretera se realizará mediante una perforadora horizontal o similar, de forma que no sea necesario romper el firme de la carretera, con la introducción simultánea de la tubería de revestimiento de la excavación de suficiente resistencia para que no disminuya la capacidad portante del firme o explanación en ningún punto.
- Cuando el conducto tenga un diámetro exterior no superior a 20 cm, deberá ir alojado dentro de otro tubo de suficiente resistencia cuyo diámetro interior tenga 15 centímetros más, como mínimo que el diámetro exterior del conducto principal.
- La generatriz superior de la conducción se ubicará a una profundidad superior al menos en el máximo de 2.5 veces el diámetro de la hinca o 2,00 metros a la superficie del pavimento
- La conducción a colocar deberá reunir las condiciones precisas de resistencia para soportar las cargas que circulen por la carretera.
- En cruces y paralelismos, debe intentarse quedar fuera del dominio público, así como la situación de las arquetas, y en cualquier caso siempre fuera de la explanación.
- Los cruces deben realizarse los mas perpendiculares posible al trazado de la vía.
- En caso de tener que realizar la conducción paralela por la cuneta de la carretera, esta deberá de ser revestida de hormigón.
- Siempre se tendrá en cuenta lo definido en el artículo 44 de la Ley 8/2006, de 13 de noviembre, de Carreteras

- Ferrocarriles

- De conformidad con el Art. 26 del Reglamento del Sector Ferroviario, aprobado por RD 2387/2004 de 30 diciembre, por el que se define la zona de protección, toda obra que se realice dentro de ella (70 metros medidos desde la arista exterior de la explanación ferroviaria), precisa autorización de ADIF.
- Los cruces deberán realizarse mediante perforación/hinca, con una profundidad variable en función del diámetro de la misma:
    - Para perforaciones de diámetro< 800 mm, la profundidad mínima sobre generatriz será de 2,20 metros, o 2.5 veces el diámetro de la hinca.
    - Para perforaciones de diámetro ≥ 800 mm, la profundidad mínima sobre generatriz será de 2,70 metros, o 2.5 veces el diámetro de la hinca.
- En ambos casos, la profundidad se considera medida desde la cabeza de carril hasta la clave de la perforación o generatriz superior de ésta. En caso de ser necesarios los pozos de ataque deberán estar fuera de la zona propiedad del ADIF.
- En el caso de que el colector proyectado deba discurrir paralelo deberá respetarse como mínimo la zona de dominio público (8 metros a partir de la ultima), si bien si discurriera por la zona de protección precisara, tal y como se ha definido en párrafos anteriores, autorización del ADIF.
- Con anterioridad al inicio de las obras se deberá remitir a la Jefatura de Área de Mantenimiento, para su aprobación, separata individualizada de cada afección, documentada con planos que definan suficientemente las obras, referenciados, acotados y kilometrados respecto al ferrocarril. Una vez recibida la documentación solicitada el ADIF dará inicio, si procede al expediente de autorización de obra.
    - Hincas
- Cualquier tubería a cruzar mediante hinca se realizará mediante tubería de PE-100 envainada en una tubería de hinca. La hinca a ejecutar será de forma que el tubo a hincar quede como camisa de paso del tubo de cruce, donde el diámetro interior mínimo sea igual o superior al diámetro exterior del tubo a introducir más 20 cm (DN hinca >=DN ext.Tubo + 20 cm).
- La tipología de hinca será estudiada en cada caso según el tipo de material a atravesar, si bien de forma general se adoptará:
    - Hincas de acero helicoidal para tuberías de diámetro de paso menor a 900mm
    - Hincas de hormigón armado para tuberías de hinca de diámetro mayor a 900 mm

Para el presente anteproyecto y diámetros que nos competen:

DN (mm) tubería	Material	DN min hinca (mm)	Tipo	material tubo hinca	espesor mínimo (mm)
90	PE-100 PN6	300	Helicoidal	S-275 JR	5
110	PE-100 PN6	300	Helicoidal	S-275 JR	5
125	PE-100 PN6	350	Helicoidal	S-275 JR	5
140	PE-100 PN6	350	Helicoidal	S-275 JR	5
160	PE-100 PN6	350	Helicoidal	S-275 JR	5
180	PE-100 PN6	400	Helicoidal	S-275 JR	5
200	PE-100 PN6	400	Helicoidal	S-275 JR	5
225	PE-100 PN6	450	Helicoidal	S-275 JR	5
250	PE-100 PN6	450	Helicoidal	S-275 JR	5
280	PE-100 PN6	500	Helicoidal	S-275 JR	5
315	PE-100 PN6	500	Helicoidal	S-275 JR	5
355	PE-100 PN6	550	Helicoidal	S-275 JR	5
400	PE-100 PN6	700	Helicoidal	S-275 JR	8
450	PE-100 PN6	700	Helicoidal	S-275 JR	8
500	PE-100 PN6	700	Helicoidal	S-275 JR	8



4.1.4.- <u>Arquetas y elementos singulares</u>

En general, se deberán disponer pozos de registro en las siguientes situaciones:

- En los inicios de cada ramal
- En los cambios de pendiente en alzado y alineación en planta de la conducción.
- Excepcionalmente, no obstante, lo anterior, la unión de conducciones visitables en planta podrá hacerse de forma tangencial, evitando la colocación del correspondiente pozo de registro, si bien, debería ubicarse un pozo de registro en las cercanías.
- En los tramos rectos, a una distancia máxima variable en función del diámetro de la conducción
- En los cambios de diámetro o de material de la conducción
- En general, en todas las singularidades de la red

DN conducción	*Separación máxima entre pozos (m)*
DN < 600	50
600 ≤ DN < 1.000	70
1.000 ≤ DN < 1.500	100
Visitable ó DN ≥ 1.500	200

Además, deberán disponerse pozos de resalto cuando haya saltos en alzado de más de 1,0 m y pozos para entronque de todas las acometidas a la red de alcantarillado.

Con objeto de facilitar la localización de los registros en las labores de explotación, los pozos de registro ubicados en zona no urbana no transitable deberán sobresalir como máximo 50 cm respecto a la cota de terreno, salvo que por condicionados medioambientales se exija un límite menor.

Relación entre el diámetro de la conducción incidente y el del pozo de registro al que acomete:

DN conducción incidente	*DN mínimo del pozo de registro en la base*
DN < 300	800*
300 ≤ DN < 500	1.000
500 ≤ DN < 1.000	1.200
1.000 ≤ DN < 1.200	1.500
1.200 ≤ DN	1.800

Se utilizará de manera general con el catálogo de arquetas de la Confederación Hidrográfica del Norte, si modificará para cumplimiento del E.L.S. de fisuración impuesto por una clase de exposición Qb; y comprobar que dada la presencia de los niveles freáticos elevados no aparecen problemas de flotación en estas arquetas "tipo" utilizadas. El resultado será arquetas que cumplen con la EHE-2008.

En las que se ejecutarán con la base ejecutada de hormigón armado según el catálogo de la C.H.N., y módulos prefabricados conformados por anillos de diámetro e 1.0m para colectores de diámetro menor o igual a 400mm y 1.2m para diámetros superiores. La unión entre anillos será con junta de EPDM y estanca.

Todas las bases de las arquetas dispondrán de cunas de regularización y alineación.

La armadura base será de acero a B500

Estas arquetas cumplirán los siguientes requisitos:

- Diseño estructural y materiales según apartados posteriores
- Transición y pasamuros estancos en tuberías:
  - Se utilizará pasamuros con cordón doble hidroexpansivo, para unión de transiciones cortas de 0.5m y 1.0m en uniones rígidas a flexible. El pasamuros dispondrá de uniones doble manguito en tubería. En casos de PRFV
  - Para otro tipo de materiales, se adoptarán pasamuros que garanticen la estanqueidad de la unión, preferiblemente adoptando uniones similares a las del tubo a utilizar.
- Acceso:
  - Todas las arquetas dispondrán de acceso peatonal a su interior.
  - Las tapas serán de fundición clase-400 (tráfico pesado) de dimensión mínima DN 600, la cual incorporará señalización identificativa del servicio y sello municipal.
  - Se tendrá en cuenta la "Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajan en virtud del R.O. 39/1997 Y las recomendaciones de seguridad en escaleras fijas de servicio de Fremap. En concreto, se cumplirán los requisitos con relación a los materiales de los pates, la distancia de al menos 0,75 metros a las paredes frontales a las mismas y de 0,40 metros a las laterales, la separación de 0,16 m entre los pates y la pared que los sustenta, la distancia entre pates de 0,30 metros, además de la no necesidad de intercalar descansos ya que en ninguna arqueta la altura es mayor de 7 metros

  El acceso al interior se realizará mediante dos sistemas en función de la profundidad de la arqueta:

  - Pates Todas las arquetas dispondrán de pates de acceso de Polipropileno de 30 cm de ancho y 20 mm de DN, cada 30 cm y dimensiones especificadas en planos. Los pates se arriostrarán al muro mediante epoxy.
  - Los pates deben cumplir en este último caso con lo especificado para los mismos en la norma UNE-EN 13.101:2003. En el caso particular de pozos de hormigón, deberán cumplir con lo especificado para ellos en las normas UNE 127.917:2004 y UNE-

EN1.917:2003. Asimismo, en el caso de registros prefabricados de materiales termoplásticos, los pates deberán cumplir con los especificado en el anteproyecto de norma europea por EN 13.598-2:2003.

- Escaleras de acero AISI-316L con guía de seguridad

  Todos los accesos dispondrán de línea de vida y sistema anticaída.

  Las áreas de descanso incorporarán barandillas tubulares de acero AISI-316 L tubulares tipo industrial.

  Se podrá utilizar elementos y tramex de PRFV con epoxy antideslizante

Los criterios de diseño de diseño hidráulico de arquetas son los siguientes:

INCORPORACIONES Y GIROS EN PLANTA

- Considerar los aportes de caudales importantes procedentes de ramales laterales
- En estas incorporaciones se producen pérdidas de carga localizadas; el objetivo último debe ser el de minimizar dichas pérdidas.
- Adoptar ángulos de incorporación los más paralelos posibles (adquiere más importancia en aún en flujo supercrítico)
- Cuidar las pérdidas de energía de velocidad y las pérdidas de carga por expansión-contracción
- Para los giros en planta en secciones cajón acompañar el flujo mediante paredes intermedias

CONEXIONES LATERALES Y FUNCIONAMIENTO EN CARGA

- En la medida de lo posible hacer las conexiones en la clave superior del colector principal para permitir el flujo en lámina libre del colector lateral y así reducir la sección.
- En los cambios de sección en línea, siempre que geométricamente sea posible, enrasar las generatrices superiores de las conducciones de distinta sección para evitar la formación de bolsas de aire durante la entrada en carga de la conducción.
- En la medida de lo posible efectuar conexiones de los colectores a postes de publicidad huecos o chimeneas adecuadas al entorno en las zonas donde se prevé que el colector entre en carga para favorecer la evacuación del aire.

Para la determinación de las arquetas de transición en planta y de secciones de reunión se han tratado de evitar los siguientes problemas:

- Radios de giro elevados
- Sobreelevación lateral
- Entrada en carga en la reunión de colectores
- Desarrollo de patrones de flujo secundario
- Acumulación de sedimentos en zonas de baja velocidad.

Las soluciones adoptadas para obtener los objetivos marcados son las que se relacionan a continuación:

- Acompañar el flujo mediante paredes intermedias
- Con esta opción se reduce la sobreelevación (en régimen rápido se suman las sobreelevaciones fruto de las ondas cruzadas con similar orden de magnitud a efectos los centrífugos)

- Ángulos que no superen los 30º
- Cuidar las pérdidas de energía de velocidad y las pérdidas de carga por expansión-contracción
- Mantener velocidades lo más uniformes posibles

4.1.5.- Dimensionamiento mecánico de las conducciones

4.1.5.1.- Acciones consideradas

En todos los casos se considerarán las siguientes acciones permanentes:

- Peso propio.
- Peso del fluido.
- Acciones del terreno.

- Acciones concentradas, debidas a elementos fijos y a vehículos.
- Otras acciones, entre las que figurarán los asientos diferenciales, los esfuerzos de montaje y las acciones extraordinarias.

Por su parte, las sobrecargas a considerar serán las siguientes:

- Cruces de carreteras importantes y calles:

  Tren de 60 t de la Instrucción de Carreteras.

- Cruces de carreteras y caminos rurales:

  Eje de 13 t.

- Zonas rurales, huertas, prados y bosques:

  Eje de 7 t.

Las acciones originadas por los vehículos deberán mayorarse con un coeficiente de impacto igual a:

$$C_i = 1 + \frac{0{,}3}{hr}$$

donde *hr* es la altura de tierra sobre la conducción en metros. Para alturas de tierra superiores a 3 metros, el coeficiente de impacto se considerará igual a la unidad.

4.1.5.2.- Diseño estructural en tubos rígidos

La selección de las características resistentes de los tubos rígidos se hará con el criterio de la "carga de diseño (D-load)", definida ésta como:

$$D_{load} = \frac{Q_d \cdot \gamma_t}{B_f \cdot D_i}$$

donde:

- D_{load}: es la carga de rotura del tubo, por unidad de superficie, en condiciones de fábrica. Es la carga máxima en el ensayo de tres aristas, antes de llegar al colapso estructural.
- γ_t: es el coeficiente de seguridad a rotura del tubo.
- B_f: es el factor de apoyo, dependiente del tipo de cuna.
- D_i: es el diámetro interior del tubo en metros.

Para evaluar la carga que afecta al tubo se ha aplicado el método de Marston. Para reforzar los tubos cuando no cumplen con la resistencia requerida, se podrá recurrir a la utilización de un tubo de mayor calidad, en hormigón armado, a mejorar la cuna de apoyo o a embeberlo en hormigón en masa.

En cualquier caso, el recubrimiento de tierras por encima de la tubería será superior a 1,00 metro para conductos de diámetro superior a 500 milímetros y 0,80 metros en el resto de los casos. Si los recubrimientos fueran inferiores, sería preciso reforzar la tubería embebiéndola en hormigón, ya sea en masa o armado.

4.1.5.3.- Diseño estructural en tubos de PRFV

El dimensionamiento mecánico de estos tubos se realizará conforme a lo especificado en el manual AWWA M45.

En el cálculo mecánico de los tubos enterrados, la solicitación condicionante ante la actuación única de las cargas externas es, en general, el estado tensional o las deformaciones alcanzadas.

Deberá, por tanto, comprobarse que, actuando únicamente las acciones externas, la deformación vertical no excede el 5% del DN del tubo, lo cual se realizará mediante la formulación de Spangler

4.2.- CONDUCCIONES A PRESIÓN

4.2.1.- Normativa hidráulica

En cuanto a los aspectos de hidráulica, la normativa o guías técnicas que se ha utilizado para la realización del Anteproyecto ha sido la siguiente:

- Se cumplirán las normas UNE relativas a estos aspectos y que estén en vigor, y en particular las referidas al tipo de tubo y material empleado
- Pliego De Prescripciones Técnicas Generales Para Tuberías De Abastecimiento De Agua (1982)
- Guía Técnica sobre Tuberías para el Transporte de Agua a Presión (editada por el CEDEX en 2.006).
- Guía Técnica de saneamiento y drenaje urbano (editada por el CEDEX).
- Manual M9 “Concrete Pressure Pipe” (editado por la AWWA, American Water Works Association).
- Proyecto de Norma UNE EN 10224:2003 “Tubos y accesorios en acero no aleado para el transporte de líquidos acuosos, incluido agua para consumo humano”
- Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión, edición CEDEX, 2006.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre. Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

4.2.2.- Parámetros de diseño hidráulico

Se adoptarán los siguientes parámetros, siguiendo las directrices de redes de saneamiento del CEDEX:

- El caudal de diseño será el correspondiente a los caudales máximos de bombeo y caudales en tiempo seco, medio y punta.
- Presión mínima de entrega: 10 mca, circunstancialmente 5.0 m.c.a.
- Velocidades límites:

- Vmáx= 2,5 m/s
- Vmín = 0,6 m/s (puntualmente se aceptarán velocidades mínimas de hasta 0,3 m/s)

- Pérdidas de carga localizadas e incremento de longitud de los ramales: con objeto de introducir en el tramo una suma de pérdidas de carga localizadas debidas a la presencia de elementos de control hidráulico, válvulas parcialmente cerradas, codos, cambios de sección, etc, así como por la proyección en planta del trazado desarrollado se considerará una pérdida total adicional de un 6,5%
- Diámetro mínimo:
  - DN >90 mm
  - Diámetro mínimo interior: el especificado por las fichas técnicas de los materiales.
  - El diámetro de cálculo será el resultante de la modelización hidráulica
- Tipo de material: Se adaptará a las necesidades y circunstancias particulares de cada caso, así como el resultado de presiones y sobrepresiones obtenido. Se recomienda:
  - PN<=6atm y DN<500 ➔PE-100/PN6
  - PN<16atm y DN<500 ➔PE-100 o PVC-O hasta PN16
  - PN >16 y DN<200 ➔Fundición o PVC-O hasta PN25
  - PN<16 y DN 200-300 ➔Fundición o PVC-O. Puntualmente PN 16-25 atm
  - PN>16 y DN 300-600 ➔ Fundición
  - PN>16 y DN >600mm ➔ Estudiar cada caso: PRFV, Fundición, HACCH, Acero, .

En los casos de tuberías de polietileno se utilizarán los siguientes diámetros normalizados:

Según las normas UNE-EN 12201 NBA y UNE-EN 13244 (PE 80 y PE 100) NBM

Tabla 3.1 - Gama tubos de PE según UNE-EN 12201 (medidas en mm.)

SDR	33		26		21		17		13.6		11		9		7.4		
S	16		12.5		10		8		6.3		5		4		3.2		
Tipos	Presión Nominal (bar)																
PE 40			2.5		3.2		4		5		6		8		10		
PE 80	4		5		6		8		10		12.5		16		20		
PE 100	5		6		8		10		12.5		16		20		25		
DN / *De*	Espesor nominal (e) y Diámetro interior (Di)																*Paso nom.*
	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di	e	Di	
20											2.0	16.0	2.3	15.4	3.0	14.0	*15*
25									2.0	21.0	2.3	20.4	3.0	19.0	3.5	18.0	*20*
32							2.0	28.0	2.4	27.2	3.0	26.0	3.6	24.8	4.4	23.2	*25*
40					2.0	36.0	2.4	35.2	3.0	34.0	3.7	32.6	4.5	31.0	5.5	29.0	*32*
50			2.0	46.0	2.4	45.2	3.0	44.0	3.7	42.6	4.6	40.8	5.6	38.4	6.9	36.2	*40*
63			2.5	58.0	3.0	57.0	3.8	55.4	4.7	53.6	5.8	51.4	7.1	48.8	8.6	45.8	*50*
75			2.9	69.2	3.6	67.8	4.5	66.0	5.6	63.8	6.8	61.4	8.4	58.2	10.3	54.4	*65*
90			3.5	83.0	4.3	81.4	5.4	79.2	6.7	76.6	8.2	73.6	10.1	69.8	12.3	65.4	*80*
110			4.2	101.8	5.3	99.4	6.6	96.8	8.1	93.8	10.0	90.0	12.3	85.4	15.1	79.8	*100*
125			4.8	115.4	6.0	113.0	7.4	110.2	9.2	106.6	11.4	102.2	14.0	97.0	17.1	90.8	*100*
140			5.4	129.2	6.7	126.6	8.3	123.4	10.3	119.4	12.7	114.6	15.7	108.6	19.2	101.6	*125*
160			6.2	147.6	7.7	144.6	9.5	141.0	11.8	136.4	14.6	130.8	17.9	124.2	21.9	116.2	*150*
180			6.9	166.2	8.6	162.8	10.7	158.6	13.3	153.4	16.4	147.2	20.1	139.8	24.6	130.8	*150*
200			7.7	184.6	9.6	180.8	11.9	176.2	14.7	170.6	18.2	163.6	22.4	155.2	27.4	145.2	*200*
225			8.6	207.8	10.8	203.4	13.4	198.2	16.6	191.8	20.5	184.0	25.2	174.6	30.8	163.4	*200*
250			9.6	230.8	11.9	226.2	14.8	220.4	18.4	213.2	22.7	204.6	27.9	194.2	34.2	181.6	*250*
280			10.7	258.6	13.4	253.2	16.6	246.8	20.6	238.8	25.4	229.2	31.3	217.4	38.3	203.4	*250*
315	9.7	295.6	12.1	290.8	15.0	285.0	18.7	277.6	23.2	268.6	28.6	257.8	35.2	244.6	43.1	228.8	*300*
355	10.9	333.2	13.6	327.8	16.9	321.2	21.1	312.8	26.1	302.8	32.2	290.6	39.7	275.6	48.5	258.0	*350*
400	12.3	375.4	15.3	369.4	19.1	361.8	23.7	352.6	29.4	341.2	36.3	327.4	44.7	310.6	54.7	290.6	*400*
450	13.8	422.4	17.2	415.6	21.5	407.0	26.7	396.6	33.1	383.8	40.9	368.2	50.3	349.4	61.5	327.0	*450*
500	15.3	469.4	19.1	461.8	23.9	452.2	29.7	440.6	36.8	426.4	45.4	409.2	55.8	388.4			*500*
560	17.2	525.6	21.4	517.2	26.7	506.6	33.2	493.6	41.2	477.6	50.8	458.4					*550*
630	19.3	591.4	24.1	581.8	30.0	570.0	37.4	555.2	46.3	537.4	57.2	515.6					*600*
710	21.8	666.4	27.2	655.6	33.9	642.2	42.1	625.8	52.2	605.6							*700*
800	24.5	751.0	30.6	738.8	38.1	723.8	47.4	705.2	58.8	682.4							*800*
900	27.6	844.8	34.4	831.2	42.9	814.2	53.3	793.4									*900*
1000	30.6	938.8	38.2	923.6	47.7	904.6	59.3	881.4									*1000*
1200	36.7	1126.6	45.9	1108.2	57.2	1085.6											*1200*
1400	42.9	1314.2	53.5	1293.0													*1400*
1600	49.0	1502.0	61.2	1477.6													*1600*

NOTA 1: En negrita se han indicado las presiones históricamente usuales y conocidas por el mercado.

NOTA 2: La última columna indica el Paso Nominal equivalente para cada diámetro de tubo. El Paso Nominal es importante para definir las bridas que corresponden a cada tubo.

NOTA 3: Las tuberías de PN 6 bar están calculadas para PN 6,3 bar.

NOTA 4: NBA = Color negro con bandas azules - NBM = Color negro con bandas marrones.

En casos de tuberías de fundición será específica para saneamiento con unión STD, revestidos internamente con una capa de mortero de cemento aluminoso aplicada por centrifugación y exteriormente con dos capas: Una primera con cinc metálico (Metalización por arco eléctrico de hilo de cinc de 99 % de pureza, depositándose como mínimo 200 gr./m2, y una segunda de pintura epoxídica roja (Pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 80 mm.).

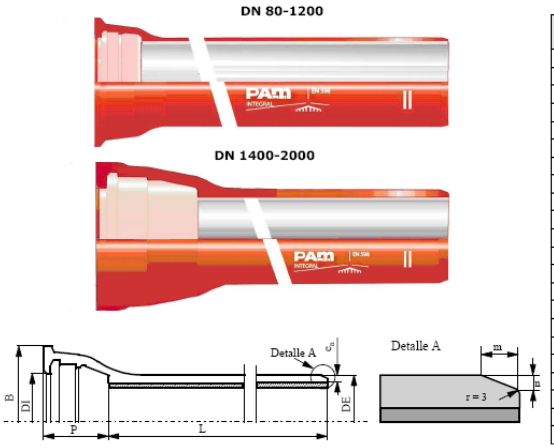
Tanto interior como exteriormente las piezas están revestidas con pintura epoxídica de forma que el espesor de la capa es 250 µm. Con este tipo de revestimiento se asegura una resistencia alta a los ácidos y bases de pH comprendido entre 4 y 12.

La estanquidad se consigue por la compresión radial del anillo de elastómero ubicado en su alojamiento del interior de la campana del tubo. La unión se realiza por la simple introducción del extremo liso en el enchufe.

Para instalaciones donde se requiera que la conducción trabaje a tracción, el tipo de junta para los tubos y accesorios será acerrojada.

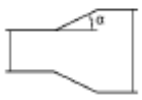
Deberá cumplir:

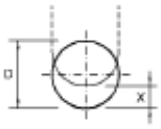
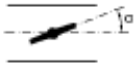
- UNE-EN 598: Tubos, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Prescripciones y métodos de ensayo.
- ISO 8179-1: Tubos de fundición dúctil. Revestimiento externo de Cinc. Parte 1: Zinc metálico y capa de acabado.
- UNE-EN 681-1: Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje.
- UNE EN ISO 9001: Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño/desarrollo, la producción, la instalación y el servicio post-venta.
- UNE EN ISO 14001: Sistemas de Gestión Medioambiental: Especificaciones y directrices para su utilización



DN mm	L m	e mm	DE mm	DI mm	P mm	B mm	Pesos aprox. Kg/m
80	6	5	98	101,4	92,5	167	13,20
100	6	5	118	121,4	94,5	188	16,00
125	6	5	144	147,4	97,5	215	19,80
150	6	5	170	173,4	100,5	242	23,60
200	6	5	222	225,2	106,5	295	31,20
250	6	5,3	274	276,8	105,5	352	40,60
300	6	5,6	326	328,8	107,5	409,2	50,80
350	6	6	378	380,9	110,5	464,2	66,40
400	6	6,3	429	431,9	112,5	516,2	78,10
450	6	6,7	480	483,0	115,5	574,2	92,40
500	6	7	532	535,0	117,5	629,2	106,40
600	6	7,7	635	638,1	132,5	738,5	137,90
700	7	9,6	738	741,7	192,0	863	199,00
800	7	10,4	842	845,8	197,0	974	243,60
900	7	11,2	945	948,9	200,0	1082	291,50
1000	7	12	1048	1052,0	203,0	1191	343,10
1100	8,19	14,4	1152	1155,1	225,0	1300	440,00
1200	8,19	15,3	1255	1260	235,0	1412,5	507,60
1400	8,17	17,1	1462	1467,9	245,0	1592,1	678,90
1600	8,16	18,9	1668	1674,2	265,0	1815,9	851,30
1800	8,15	20,7	1875	1881,5	275,0	2032,2	1036,20
2000	8,13	22,5	2082	2088,8	290,0	2259	1242,20

- Proceso de cálculo de pérdidas de carga : Colebrook
- Rugosidad de las tuberías:
  - PVC, PE, PP y PRFV: K=0.05mm
  - Fundición: K=0,1 mm (Pliego de Especificaciones Técnicas de Saint-Gobain para Tubería de Fundición Dúctil para una red completa)
- Pérdidas de carga localizadas en estrechamientos, válvulas y compuertas

Elemento	*Coeficiente k_l*							
Ensanchamiento gradual	α	5°	10°	20°	30°	40°	90°	
	k_l	0,16	0,40	0,85	1,15	1,15	1,00	
Codos circulares	R/DN	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	$k_{90°}$	0,09	0,11	0,20	0,31	0,47	0,69	1,00	1,14
	$k_l = k_{90°} \cdot \frac{\alpha}{90°}$								
Codos segmentados	α	20°	40°	60°	80°	90°		
	k_l	0,05	0,20	0,50	0,90	1,15		

Disminución de sección	S_2/S_1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8		
	k_l	0,5	0,43	0,32	0,25	0,14		
Válvulas de compuerta	x/D	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8
	k_l	97	17	5,5	2,1	0,8	0,3	0,07	0,02
Válvulas de mariposa	α	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	
	k_l	0,5	1,5	3,5	10	30	100	500	
Otras	Entrada a depósito Salida de depósito			k_l =1,0 k_l =0,5				

4.2.3.- <u>Trazado</u>

4.2.3.1.- Criterios generales

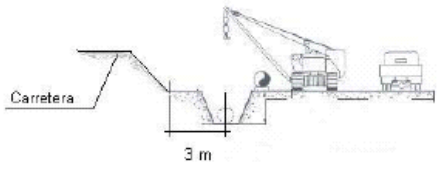
Los criterios serán:

- Máxima seguridad de explotación y mantenimiento:
  - Mantener distancias mínimas a edificaciones y núcleos habitados, eléctricas, etc.
  - Evitar medias laderas inestables
  - Evitar, en general, terrenos inestables
  - Buena accesibilidad
  - Evitar terrenos agresivos, de mal drenaje, etc.
- Mínimo coste de primera instalación :
  - Longitud optimizada (tramos del menor coste posible)
  - Evitar puntos muy bajos (reducir timbraje)
  - Evitar terrenos rocosos, pantanosos, agresivos, etc.
  - Evitar pendientes transversales fuertes.
  - Evitar suelos agrícolas ricos, huertas, bosques, etc
  - Buena accesibilidad
  - Evitar sistemas constructivos difíciles o costosos
- De explotación y de mantenimiento:
  - Longitud menor posible
  - Evitar puntos muy altos
  - Buena accesibilidad
  - Evitar suelos agresivos, pantanosos, de mal drenaje, etc.
- Mínima expropiación Trazado paralelo a las bandas de expropiación existente
- Mínimo impacto ambiental : - Evitar alterar los ecosistemas, sobre todo los protegidos.
- Condicionantes Geológicos-geotécnicos: La sección tipo a adoptar considerará los parámetros de diseño geotécnico en referencia a la sostenibilidad, excavabilidad, presencia freática, agresividad, …
- Condicionantes Orográficos. Accidentes del terreno, pendientes y timbrajes de la tubería, ...(El encaje definitivo y la modelización de la red se realiza con la obtención de la información cartográfica correspondiente.)

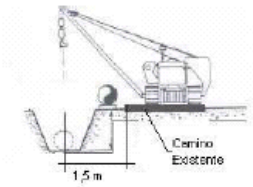
- Condicionantes hidráulicos: El trazado debe cumplir inexorablemente la condición relativa a que la pendiente de la línea de energía nunca se sitúe en presiones negativas en ningún punto de la tubería y que la presión residual disponible aguas abajo en los puntos de conexión a arquetas y tomas definidas es suficiente.
- Condicionantes naturales.: En la medida de lo posible se han evitado las zonas geológicamente conflictivas y las dificultades topográficas, tales como laderas, pendientes excesivas, así como las construcciones que aparecen en las zonas próximas a los núcleos urbanos.
- Condicionantes artificiales.

Paralelismo a carretera o caminos: distancia mínima de 3.0, desde pie de talud

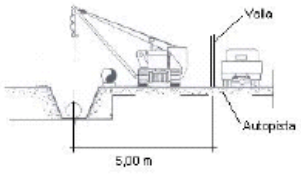
- Camino existente, recomendamos se adopte 1.5m desde borde.
- Tramos rurales: Se proponen distancias mínimas de el eje de la tubería diez (10) metros de la fachada más cercana.
- Zonas arboladas: Se procurará que las zonas arboladas queden a seis (6) metros del eje de la tubería. En el caso de atravesar irremediablemente una zona arbolada, se debe realizar la tala y desbroce del terreno en una franja de cinco (5) metros a cada lado de la tubería para evitar los riesgos derivados por la existencia de raíces.



Caso 1. Paralelismo con carretera



Caso 2. Paralelismo con camino



Caso 3. Paralelismo con autopista

- Cruces: En los tramos donde la tubería atraviesa caminos, carreteras, …se diseñará el cruce de manera que, en la medida de lo posible, el eje de la tubería esté en perpendicular con el eje del elemento con el que se cruza.

- Cruces en hinca: Los cruces con grandes vías (como son las carreteras y las líneas de ferrocarril se planteará a través de hinca por debajo de las mismas. El resguardo mínimo entre la coronación de la vía de comunicación y la clave de la tubería deberá ser superior a (2) metros para diámetros de tubería inferiores o iguales ö 1000. Para diámetro superiores, el resguardo debe ser de (2,50) metros

- Accesibilidad; Se ha procurará que los trazados presenten buena accesibilidad, tanto durante la obra como para la posterior explotación del sistema, discurriendo paralelamente a caminos existentes y a carreteras.

Condicionantes de construcción.

- Se tratará de minimizar la longitud de la tubería, para de esta manera abaratar el coste global de la obra, siempre y cuando la afección a las fincas colindantes no suponga un mayor quebranto económico.

• La curvatura normal ha de ser de cien (100) veces el diámetro. Se considerará reducir al máximo el número de codos propuestos, esta operación se realiza optimizando el ángulo de la junta de los tubos , que es de 2º, lo que implica que siempre que existan radios mínimos de 350m, este criterio adoptado permite disminuir las expropiaciones y puesta en obra del anteproyecto, ...no obstante obsérvese comentarios a la expropiación.

4.2.3.2.- Perfil longitudinal.

Con objeto de encajar el perfil longitudinal de la conducción sobre el del terreno, se propone adoptar los siguientes criterios generales:

- Relleno de tierras sobre la tubería, contando desde la generatriz superior e interior del tubo:
    - Máximo 6.00 m en situaciones puntuales o a determinar por la D. Del proyecto (para reducir espesores)
    - Mínimo 1,00 m

  Pendientes mínimas de la conducción:
    - Descendente en dirección del flujo: 5‰, aunque singularmente nos encontramos tramos de 2‰, ya que nos encontramos en una zona muy llana, y forzar el perfil a conseguir dicha pendiente provocarí a picos innecesariamente.
    - Ascendente en dirección del flujo: 2‰
- Pendientes máximas en desagües a salvar, que no superan un 20%.
- Puntos bajos de la conducción: preferentemente en los puntos con mayor facilidad para realizar el desagüe.
- Puntos altos de la conducción: preferentemente en cambios de alineación de la conducción en zonas altas.
- Intersecciones con carreteras, existentes: Se realizarán a través de hinca.
- Acueductos existentes: Se salvarán los accidentes, siguiendo el curso natural (en caso de conducción forzada) y acueducto en caso de conducción en lámina libre

Los parámetros recomendados en base a lo expuesto en apartados anteriores son los siguientes:

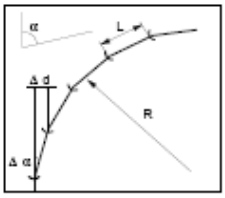
Como resultado se obtendrá el perfil longitudinal con los siguientes datos:

- Cota de terreno, corresponden a los datos obtenidos directamente del campo.
- Cota de rasante, son los correspondientes a la cota de la generatriz inferior interior de la tubería en cada punto.
- Ubicaciones de elementos especiales

4.2.3.3.- Planta

Para el caso de conducciones de polietileno se considerará radios de hasta 50 veces el diámetro según las recomendaciones del CEDEX y fabricantes, sin uso de piezas especiales

Para el caso de tuberías de fundición las desviaciones máximas admisibles serán las que permiten las diferentes juntas según fabricante :



Radio de curvatura	N° de tubos para un cambio de dirección
$R = \frac{L}{2 \cdot Sen\frac{\Delta\alpha}{2}}$	$N = \frac{\alpha}{\Delta\alpha}$
α = Ángulo del cambio de dirección **Δα** = Desviación máxima admisible .	**L** = Longitud del tubo. **Δδ** = Desplazamiento máximo. **C** = Longitud del cambio de dirección: **C = N · L**

Junta STANDARD

DN (mm)	**Δα** (Grados)	**L** (m)	**R** (m)	**Desplazamiento Δδ** (cm)
80 - 300	5º	6	69	52
350 - 600	4º	6	85	42
700 - 1000	4º	7	100	49
1100 - 1200	4º	8	115	56
1400 - 1600	3º	8	153	42
1800	2,5º	8	184	35
2000	2º	8	229	28

El trazado en planta en conducciones entubadas se definirá en lo posible por tramos rectos y poligonales, que conforman con diversos ángulos las curvaturas (comerciales) que tienen un valor máximo en las conexiones con los sifones.

	Diámetro de tubería (mm)					
	<=150	200-300	350-600	700-800	900-1000	1100
Desviación angular máxima teórica (º C)	5	4	3	2	1,5	1,5
Longitud útil de los tramos de tubería (m)	6	6	6	7	7	8
Radio mínimo teórico (m)	69	86	115	201	267	306
Radio empleado (m) normal	200	250	300	500	700	700
Desviación angular para radio el adoptado (º C) mínimo	2,49	2,00	1,49	1,00	0,75	0,75

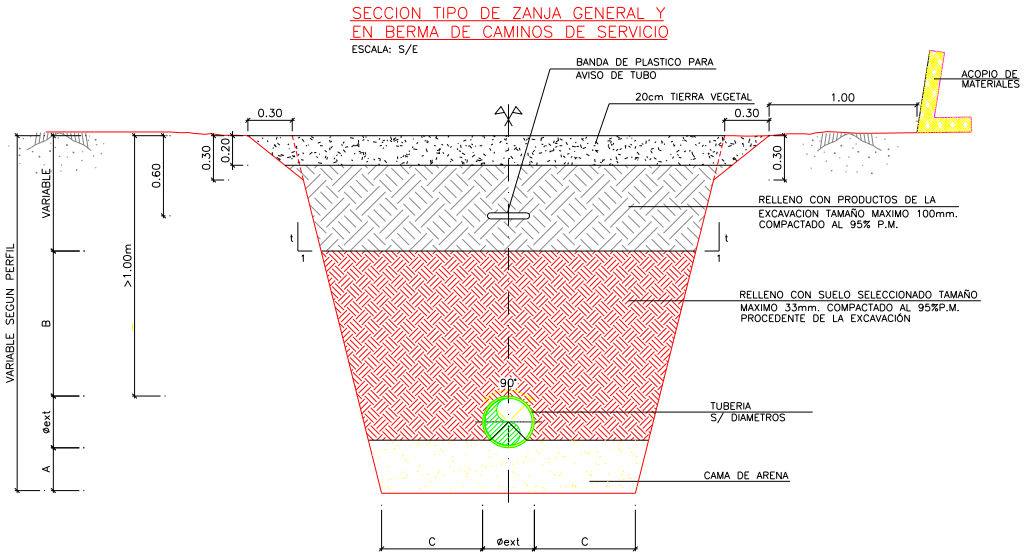
Las alineaciones circulares con radios mayores o iguales a 500 m se intentarán resolver sin necesidad de piezas especiales mediante el giro permitido por las juntas de las tuberías. En los radios menores se recurrirá a la colocación de piezas especiales, cada una de las cuales con ángulo variable de la alineación. Mediante el acople de una o varias de estas piezas se consiguen los cambios de azimut de las alineaciones requeridos

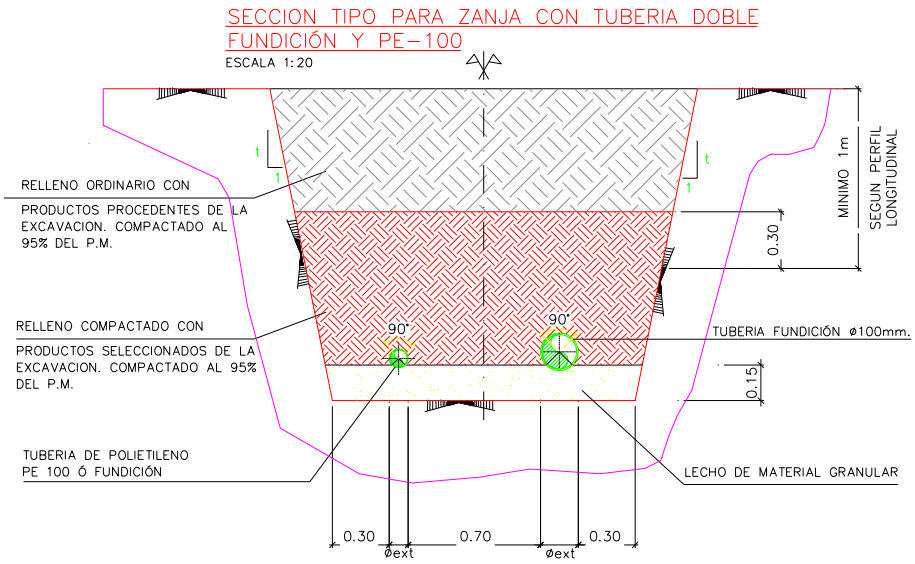
4.2.4.- Secciones tipo

Las secciones tipo se ajustarán a los condicionantes geotécnicos y tipología de materiales:

4.2.4.1.- Sección normal

- Sección tipo: Trapezoidal
- Talud: Según informe geotécnico. Factor de seguridad estable >1.3 en condición con presencia de agua
- Ancho de zanja: Dn ext +2x0.5 para diámetro mayor a 800, y Dn ext +2x0.3 para diámetros inferiores , siendo el ancho mínimo de zanja de 0.8m. Como criterio general se adoptará:





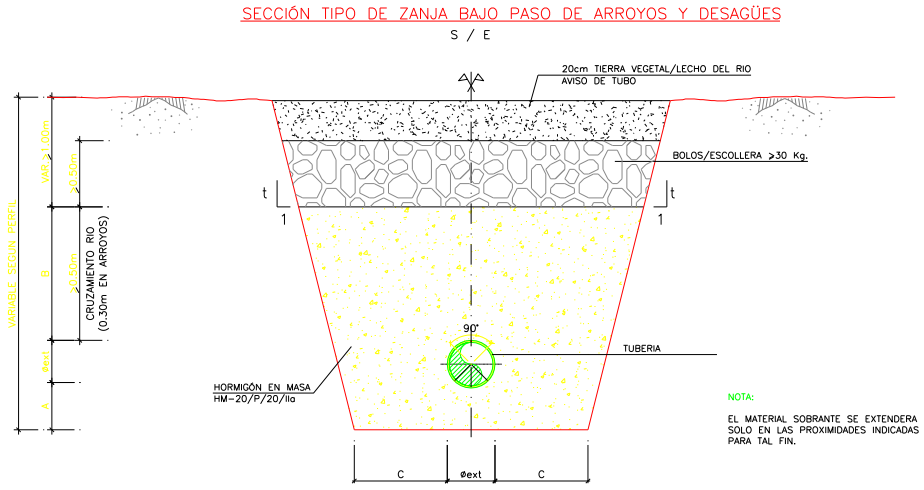
Di	Ancho mínimo zanja entibada (m)	Apoyo (cm) mínimo	Tipo de apoyo (º)	Recubrimiento cobertura mínimo (cm)
<200	0.8	15	90	30
300	0.8	15	90	30
400	1,20	15	90	30
500	1,30	15	90	30
600	1,40	16	90	30
700	1,50	17	90	30
800	1,80	18	90	30
900	1,90	19	90	30
1000	2,00	20	90	30

Di	Ancho mínimo zanja entibada (m)	Apoyo (cm) mínimo	Tipo de apoyo (º)	Recubrimiento cobertura mínimo (cm)
1100	2,10	21	90	30

- Cama: Arena 15 cm mínimo , con apoyo 120º con compactación por inundación
- Altura de cubrición mínima: 1.0m sobre clave de tubo
- Relleno de cobertura: Especificación s/ CEDEX y caracterización de materiales. Suelo seleccionado tamaño máximo de árido 33 mm. Cobertura de 30 cm sobre clave de tubo. Compactación 95% PN
- Protección especial: En el caso de tuberías de fundición o acero, se utilizará manga de polietileno o Tubería FD-G40 sólo en terrenos agresivos o rellenos especiales.
- Relleno de cubrición: Suelo adecuado tamaño máximo 150 mm. Compactación 95% PN
- Reposición de 20 cm de TV

4.2.4.2.- Secciones en cruce de arroyo:

La sección tipo será similar a la de zanjas de cruce de caminos, el tubo se rellenará de hormigón HM-20/P/20/IIa hasta 30 cm por encima de su generatriz, Adicionalmente por encima del hormigón se rellenará con escollera de más de 30 Kg de peso (en el caso de utilizarse bolos aluviales, estos deberán estar hormigonados) y 0,20 m de tierra vegetal en coronación

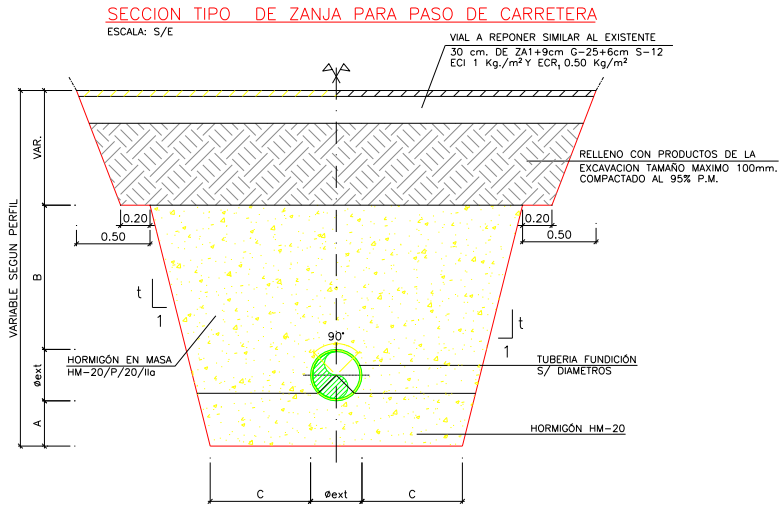


4.2.4.3.- Cruces de carreteras y caminos

Se determinará la necesidad de realizar el cruce mediante hinca función del condicionado impuesto por los diferentes Organismos afectados.

a) Cruces con zanja abierta

Será igual que la especificada como zanja de sección normal, donde se incluirá la reposición de sección de firme y el relleno de riñoneras y base se resolverá mediante un hormigonado de HM-20



b) Cruces con hinca

Los cruces con carreteras nacionales y comarcales se han proyectado por medio de hincas para no afectar el servicio de las mismas. De esta manera se disponen dos arquetas a cinco metros de pie de talud de la carretera comarcal y 8.0m en vías rápidas o autovías. La hinca a ejecutar será de forma que el tubo a hincar quede como camisa de paso del tubo de cruce, donde el diámetro interior mínimo sea igual o superior al diámetro exterior del tubo a introducir más 20 cm (DN hinca =DN ext.Tubo + 20 cm), de forma que dicha holgura se permita absorber los errores de alineación desarrollados en la hinca.

De forma genérica el tubo a introducir en la hinca será de polietileno PE-100.

La profundidad de la hinca cumplirá el valor máximo de : Profundidad >2.0m en carreteras convencionales y 2.5 veces x diámetro exterior.

La tipología de hinca será:

Para suelos cohesivos con poca presencia de nivel freático, Bajas longitudes y pequeños diámetros (de hasta 250 mm) ➔Topos o hincas guiadas, según requerimientos y calidad del material

- Para suelos cohesivos, baja presencia de nivel freático, y diámetros de hasta 800-1000 mm, ➔se ejecutan mediante hincas neumáticas mediante hélice sin fin, y martillo de percusión, e inyección de agua a presión. Hay que incidir que esta metodología requiere la proyección de una proyección de lechada cuando hay ligera presencia de agua, de forma que se permita la contención del terreno. Respecto a la tipología de tubo de hinca, el tubo de acero ha solido ser la preferencia, aunque hoy día debido al incremento del coste del tubo de acero la tendencia es el uso de tubos de PRFV de menor coste. Presentan limitaciones hasta 80 mm. Normalmente a partir de 1000 mm de diámetro esta tipología de perforación horizontal dejan de ser competitiva

  La tubería a hincar de ACERO S275 JR con espesores mínimos de 5 cm de pared para diámetros de hasta 500mm y 7mm para diámetros hasta 1000mm de diámetro, encontrándose su cota pésima de hincado (Generatriz interior-inferior)
- Para suelos no cohesivos de baja resistencia a la compresión, sin presencia de nivel freático (o de baja permeabilidad) y diámetros superiores a 800 mm e inferiores a 3.000 mm, ➔Se utilizará hincas de escudo abiertos por la facilidad de su manejo en la configuración, permitiendo un buen rendimiento. Para este tipo de hincas se suele utilizar tubos de hormigón armado con camisa de acero, por su mejor coste y comportamiento frente a corrosión respecto el acero (siempre que el tubo se deje en situación permanente)
- Para diámetros superiores a 800 mm, suelos no cohesivos hasta rocas con resistencia a la compresión inferior a 70 Mpa y genéricamente cuando hay presencia de nivel freático ➔ se

ejecutará mediante hincas hidráulicas con escudo cerrado. Para este tipo de hincas se suele utilizar tubos de hormigón armado con camisa de acero, por su mejor coste y comportamiento frente a corrosión respecto el acero (siempre que el tubo se deje en situación permanente)

La ejecución de la hinca se realizará en sentido ascendente de la conducción, a partir del pozo de ataque, mediante sistema de empuje hidráulico que transmita las reacciones al muro de empuje.

En ningún caso se permitirá la sobre-excavación perimetral mayor que la sección del escudo de corte, en su punto de contacto con el frente de ataque.

Los errores de alineación admisibles no deben superar:

- Desviación en planta: +-75 mm

- Desviación en alzado: +-50 mm

La introducción del tubo en el tubo de hinca se introducirá mediante rodillos de deslizamiento y empuje manual o con gatos hidráulicos (nunca con el cazo de una retro o similar, que pueda dañar las juntas y bordes exteriores del tubo).

4.2.5.- Elementos funcionales de la tubería

4.2.5.1.- Elementos de aireación

Las funciones de las válvulas de aireación son:

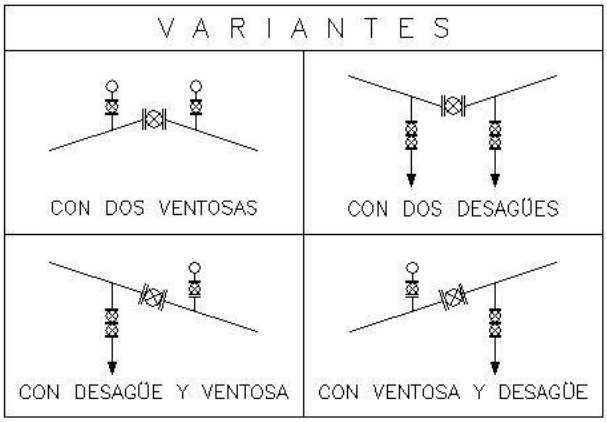
- Evacuación de aire en el llenado o puesta en servicio de la conducción.
- Admisión de aire en las operaciones de vaciado o rotura de la conducción.
- Eliminación de las bolsas o burbujas de aire en la conducción.

Estas tres funciones se realizan a través de los orificios de aireación existentes en las válvulas, que deben estar dimensionados para cumplir estas funciones.

Se han adoptarán ventosas trifuncionales que permiten de forma automática la entrada y salida de aire durante el vaciado y llenado de la conducción, permitiendo al mismo tiempo la purga de pequeñas cantidades de aire acumuladas durante la explotación.

Los criterios generales para la colocación de las ventosas son:

- Puntos altos relativos del trazado.
- Cambios bruscos de pendiente en el trazado, aunque no formen puntos altos, entendiendo este aspecto de una forma relativa. Si la relación de pendientes excede de 1:5, se considera necesaria la colocación de una ventosa.
- Distancia máxima entre ventosas de 1000 metros como norma general.
- a las válvulas de corte, aguas debajo de la misma si el tramo es descendente, aguas arriba si es ascendente y en ambos lados si la válvula se encuentra en un punto alto.
- En tramos largos de poca pendiente. Se establece que, para la evacuación correcta del aire en una tubería, las pendientes mínimas a adoptar deben estar comprendidas entre 0.2% en tramos ascendentes y 0.4% en tramos descendentes, siempre en el sentido de circulación del agua.
- La ubicación en elementos será:



Los criterios de dimensionamiento serán los siguientes o los especificados por el CEDEX para tuberías a presión:

Diámetro de la tubería (mm)			**Ventosa trifuncional (mm)**	**Válvula de cierre (VC1)**	**DN1 (mm)**	**Ud. Vent.**
75	-	250	Trifuncional	Compuerta	80	simple
250	-	350	Trifuncional	Compuerta	100	simple
400	-	500	Trifuncional	Compuerta	150	simple
600	-	1000	Trifuncional	Compuerta	200	simple

El cálculo del orificio de la ventosa será realizado por dos métodos:

- Por rotura franca
- Vaciado de la conducción

Para lo que se adoptarán:

Presión	DIÁMETRO DEL ORIFICIO EN PULGADAS															
(atm)	1/32	3/64	1/16	5/64	3/32	7/64	1/8	9/64	5/32	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	5/8
3,5	0,3	0,6	1,1	1,7	2,5	3,4	4,5	5,7	7,0	10,1	18,0	27,8	40,5	55,0	72,0	111,0
7,0	0,5	1,1	2,0	3,1	4,5	6,1	8,0	10,0	12,4	17,8	32,1	49,5	72,0	97,0	127,0	199,0
10,5	0,7	1,6	2,9	4,5	6,5	8,8	11,5	14,5	17,9	25,7	46,2	71,0	104,0	140,0	184,0	
14,0	0,9	2,1	3,8	5,8	8,4	11,5	15,0	19,0	23,3	33,9	60,0	93,0	135,0	184,0	240,0	
17,0	1,2	2,6	4,7	7,2	10,4	14,1	18,5	23,3	28,8	41,5	74,0	115,0	115,0	166,0	226,0	
21,0	1,5	3,3	5,6	8,7	12,4	16,9	22,0	27,8	34,4	49,5	88,0	137,0	198,0			

DN	PRESIÓN SERVICIO EN ATM					
	3,5	7	10,5	14	17,5	21
MIDGET	1/8	1/16	1/16	3/64	1/32	1/32
25 mm	5/16	5/16	¼	3/16	5/32	1/8
50 mm.	3/8	3/8	5/16	¼	3/16	5/32
65 mm.	5/8	½	7/16	3/8	5/16	¼
80 mm.	¾	5/8	½	7/16	5/16	¼
100 mm.	1	3/4	5/8	1/2	7/16	3/8

Orificio de purga y DN purgador

4.2.5.2.- Elementos de desagüe

El diámetro del desagüe tiene que permitir un vaciado suficientemente rápido, lo que dependerá de la longitud del tramo a evacuar y del diámetro de la tubería. Además, se limita la velocidad de salida para evitar fallos en válvulas y daños en las zonas de recepción de los caudales desaguados.

En todos los puntos bajos se dispondrán los correspondientes desagües, para permitir el vaciado de la conducción.

Se seguirán los criterios del CEDEX para su dimensionamiento:

DN tubería	Velocidad vaciado	Qvaciado tubería	DN desagüe
140	0,4 (m/s)	6 (l/s)	50 (mm)
160	0,4	8	50
200	0,4	13	50
250	0,4	20	50
315	0,4	31	80
400	0,4	50	100
450	0,4	64	100
500	0,4	79	100
750	0,4	110	150
1000	0,4	180	200

4.2.5.3.- Válvulas de seccionamiento

A lo largo de la conducción, se dispondrán válvulas de corte o seccionamiento para limitar la longitud del tramo a vaciar en caso de avería, permitiendo aislarlo. La distancia fijada para la disposición de las válvulas es de 4.500 metros. Las válvulas previstas son de mariposa excéntricas con dispositivo de by-pass para equilibrar presiones a ambos lados. Las válvulas disponen de un dispositivo manual de apertura y cierre.

4.2.6.- Arquetas

Las arquetas se dimensionarán con los siguientes elementos:

- Tipología constructiva: Construcción de base in situ con HA-30 B20/IV+Qb, con arqueta prefabricada adosada
- Carrete de desmontaje: todos los puntos donde exista válvula de seccionamiento, según las especificaciones anteriormente descritas
- Pasamuros: Todas las arquetas propuestas dispondrán de pasamuros. La arqueta deberá de pasamuros de L=0.7m de acero de 5 mm con bridas de conexión normalizadas. Los pasamuros de tubos se ubicarán en fase de hormigonado de la arqueta
- Apoyo intermedio: Las arquetas deben disponer de apoyos intermedio y anclajes de tubos.
- Ventilación: se considera necesaria la disposición de ventilación en la arqueta, a excepción de zonas inundables, donde se adoptará arquetas estancas.
- Poceta de achique: se recomienda la ubicación de pocetas de achique en las arquetas de corte, de forma que se permita meter la mocheta de la bomba de achique en caso de inundación por filtración. ➔ No disponen las arquetas propuestas
- Pates: Todas las arquetas dispondrán de pates de acceso de Polipropileno de 30 cm de ancho y 20 mm de DN, cada 30 cm y dimensiones especificadas en planos. Los pates se

arriostrarán al muro mediante epoxi. ➔Para la definición de las arquetas se ha tenido en cuenta la "Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajan en virtud del R.O. 39/1997 Y las recomendaciones de seguridad en escaleras fijas de servicio de Fremap. En concreto, se cumplen los requisitos con relación a los materiales de los pates, la distancia de al menos 0,75 metros a las paredes frontales a las mismas y de 0,40 metros a las laterales, la separación de 0,16 m entre los pates y la pared que los sustenta, la distancia entre pates de 0,30 metros, además de la no necesidad de intercalar descansos ya que en ninguna arqueta la altura es mayor de 7 metros.

- Tapas: Las tapas deben disponer de la dimensión necesaria para extraer los elementos mecánicos o disponerse losa prefabricada adosada.
- Losa coronación: ➔La solución propuesta de mejora se compone de tapas a base de una losa de hormigón armado apoyada en su contorno, con ganchos de elevación al objeto de poder desmontarla y acceder con medios de izado a los elementos. Las arquetas disponen de un tubo de drenaje para evacuar el agua derramada.
- Juntas es recomendable se disponga de junta impermeable constituida por cordón hidrófugo de bentonita sódica para el caso de elementos prefabricados y de PVC de 200 mm de ancho
- Macizo de anclaje: Las arquetas de seccionamiento (incl. Desagüe) y aireación deberán disponen de macizo de anclaje
- Desagüe: Las arquetas de seccionamiento no dispondrán de arqueta de desagüe, por lo que cualquier desagüe de la red se deberá realizar entre puntos bajos de desagüe, no existiendo sectorizaciones parciales.

5.- ESTANQUE DE TORMENTAS, ALIVIADEROS Y ESTACIONES DE BOMBEO

Las dimensiones, geometría y funcionalidad del estanque de tormentas dispondrán de los siguientes criterios de diseño:

5.1.- Ubicación y dimensiones

El tanque se ubicará en las parcelas óptimas de diseño según se defina en el estudio de alternativas, siempre fuera de la banda de D,P,MT, Y D.P.H. Tras su ejecución, se precederá a la rehabilitación del espacio adyacente. La parcela donde se encuentra ubicado el tanque de tormentas está clasificada en el plan general de ordenación municipal como suelo urbano.

5.2.- Caudales de diseño:

- Caudal máximo de diseño aguas arriba de la estructura (caudal entrante): El caudal máximo entrante de diseño será el determinado mediante la modelización hidráulica con periodo de retorno de 10 años.(ver apartados anteriores)
- Caudal máximo aguas abajo de la estructura: Será el correspondiente a un bombeo máximo con condicionantes de vertido de alivio y del medio receptor. Es este caso el caudal máximo puede proceder de un estudio específico de capacidad del medio receptor. Si éste no existe se puede aplicar la siguiente expresión.

$$Q_{\text{máx}} = QD_m^h + 16\frac{Ph}{1000} + 3QI_m^h$$

- Caudal de alivio: El caudal de alivio y vertido será igual al caudal máximo entrante sin considerar el caudal de bombeo aguas debajo de la estructura.

5.3.- Volumen:

- El volumen del estanque de tormentas vendrá determinado por el caudal de laminación + caudal necesario para recoger 20 minutos de tormentas, adoptando 10 l/s-Ha impermeable.

5.4.- Geometría del estanque de tormentas:

- La geometría del estanque de tormentas será tal que cumplirá el volumen mínimo especificado, y longitud de alivio requerido para una menor pérdida de carga.
- La geometría será rectangular sin presencia de quiebros con ángulos menores de 90º
- La cota mínima de solera vendrá condicionada por la cota de roja del colector entrante.
- La cota de losa superior será tal que permita disponer de un resguardo de alivio de 1.0m desde la cota de coronación de alivio

5.5.- Cámara de entrada

La entrada al tanque se realiza desde una cámara bypass a la que acometen el colector general.

5.6.- Aliviadero

- El estanque de tormentas dispondrá de aliviadero con una longitud tal capaz de aliviar la totalidad del caudal entrante en caso de fallo de los grupos de bombeo, y una pérdida de carga no superior a 30 cm sin considerar otras generadas por equipos de tamizado.
    - La cota de coronación de aliviadero considerará la posible lámina de agua del arroyo del cauce y/o Pleamar según el caso.
    - Los elementos estructurales de alivio dispondrán de transiciones suaves en su perfil de forma que se mejore el coeficiente de descarga de vertido.
- Toda la estructura dispondrá de cuñas en las uniones de muro y alzado con objeto de evitar incrustaciones de residuos y sedimentos
- El dimensionamiento hidráulico del colector de alivio se realizará de forma que, para el caudal máximo de alivio, y cota de lámina de agua en vertido no se produzca anegación de alivio.
- Los coeficientes de descarga de los aliviaderos serán de Cd=1.7 en pared delgada y Cd=1.4 en pared gruesa.

5.6.1.- <u>Pantallas deflectoras</u>

Se dispondrá de pantallas deflectoras en todos los aliviaderos. Su función es evitar que la corriente de agua hacia el aliviadero arrastre los objetos sólidos. Consisten en barreras de polipropileno o acero inoxidable AISI316L colocadas a una cierta distancia del muro de alivio, obligando a que el agua pase entre la pantalla y el muro, reteniendo de este modo los objetos flotantes

5.6.2.- <u>Tamiz</u>

Se dispondrá de un tamiz en todos los aliviaderos que lo requieran para el cumplimiento de la normativa vigente.

- Este sistema consistirá en colocar sobre el vertedero un tamiz de retención de sólidos autolimpiable. Podrá ser accionable por distintos medios (gravedad, eléctrico), debiendo ser, en cualquier caso, de acero inoxidable 316L. Su diseño será tal que el residuo recogido se devuelva al colector principal.

- Con objeto de minimizar la entrada en carga del colector el tamiz a diseñar deberá disponer de la menor pérdida de carga posible (VH<0.5m) a plena carga y caudal máximo
- La luz de paso será de 6 mm.
- Accionamiento con motor sumergible IP 68 con protección Ex, reductor y doble cierre en ambos lados diseñado para el funcionamiento 100% del tiempo.
- Ángulos de instalación del tamiz y chapa deflectora, perfiles "C". El residuo permanece en el lado del canal de agua residual y es arrastrado por
- el flujo de agua residual. Fabricado en acero inoxidable AISI 304 L (1.4307) o superior decapado en baño ácido y pasivado excepto motorreductor, accesorios, ajustes y apoyos.
- Diseño y fabricación de acuerdo con la Directiva de Máquinas 2006/42/EC.

5.6.3.- Cámara de descarga de alivio:

- Se dispondrá de cámara de descarga de alivio de longitud mínima igual a la longitud de aliviadero. La anchura de la cámara estará condicionada por la dimensión del colector de alivio, siendo como mínimo de una anchura de 1.0m.
- altura mínima de solera de la cámara de descarga será la 1.5, disponiendo cuñas de 45º en uniones solera – alzado, y transiciones longitudinales con pendientes mínimas de 2% ejecutadas con hormigón en masa.
- La estructura dispondrá de juntas de estanqueidad PVC-150 en uniones soleras y alzado y juntas hidroexpansivas en unión con tuberías del colector de alivio de forma que se garantice la estanqueidad del mismo.
- La estructura se ejecutará de hormigón in situ con HA-30/B20/IV-Qb+SR

5.6.4.- Colector de alivio:

- Se dispondrá de un colector de alivio tal que permita aliviar el caudal total entrante a la estructura en condiciones pésimas de cota de pleamar o lámina de agua de arroyo.
- La dimensión del/ los colectores permitirán minimizar la pérdida de carga de forma que no se produzca un funcionamiento anegado del aliviadero.
- Los materiales de ejecución del colector de alivio será de PVC corrugado SN-8
- La estructura dispondrá de rejas gruesos con objeto de permitir la entrada de flotantes ni animales.

5.7.- Embocadura a estanque de tormentas y conexión con el colector entrante:

- Dispondrá de arqueta de conexión de entrada a colector entrante con dos compuertas de seccionamiento una de corte al interior del estanque de tormentas y otra de salida y conexión a canal de alivio.
- La anchura de la arqueta de conexión vendrá condicionada por la geometría y dimensión del colector entrante.
- El largo de la arqueta de entrada será como mínimo de 2.0m
- Para evitar pérdidas de carga adicionales, se dispondrá de cuna y cuñas de hormigón en transición.
- Los espesores de los muros serán como mínimo de 0.35m.
- La cota de solera será coincidente con la cota roja de colector entrante.

5.8.- Canal de entrada y recogida de lavados

- El canal de entrada dispondrá de transición a sección semicircular con cuñas laterales de 45º antiincrustación, encargado de transportar el caudal entrante y recoger la onda de lavado de los basculantes.
- Se garantizarán velocidades superiores a 1m/s para tiempo seco, en su defecto se ajustará la pendiente de diseño.
- Dispondrá de pendiente superior a 1% cuando exista elementos de lavado, en caso contrario la pendiente será superior a 5%

5.9.- Pozo de gruesos – cámara de transición a rejas y equipo de trituración (si procede) :

- Antes del desbaste se dispondrá un pozo de gruesos que permitirá la sedimentación de los sólidos más pesados y voluminosos con el fin de proteger los equipos de elevación. Tendrá fondo tronco-piramidal invertido de fuerte pendiente con el fin de concentrar los sólidos decantados en una zona específica donde se puedan extraer de forma eficaz, para lo que el pozo se equipará con los equipos necesarios para su recogida, instalándose un sistema de extracción mecánica de residuos. En el caso de estaciones grandes, el sistema de extracción consistirá en una cuchara bivalva o similar sujeta a un puente grúa que permitirá la fácil evacuación de los residuos a contenedores metálicos con capacidad tal que permitan un tiempo de almacenamiento de 24 horas para la máxima producción. Los contenedores serán de distinta naturaleza en cada instalación, si bien, en cualquier caso, la zona de almacenamiento de los mismos irá dotada de una red de drenaje adecuada que permita su limpieza.
- Se dimensionará para un tiempo de estancia mínimo de 1 minuto para el caudal punta. La velocidad ascensional será inferior a 300 m3/m2/hora para el mismo caudal punta. Las dimensiones mínimas del pozo de gruesos serán 1,0 x 1,0 m2 en planta, debiendo, en cualquier caso, ser tales que sean compatibles con el sistema de extracción de los residuos empleados

  Para el caso que nos compete no será necesario disponer de cuchara bivalva por la escasa dimensión
- Se dispondrá de un pozo de gruesos y cámara de transición a las rejas de dimensiones tales que permita una adecuada embocadura a dichos elementos.
- La cota de solera ha de permitir un rebaje de la cota de canal correspondiente con la pérdida mínima generada en las rejas y/o equipo de trituración de 1.0m relativo
- La anchura mínima de la cámara de transición será de 2.0m

5.10.- Rejas y canal de rejas:

- Se dispondrá de rejas de gruesos para retención de gruesos mayores de 50 mm y evitar daños al grupo de bombeo
- Para el caso de pequeños estanques o bombeos, se podrá disponer de cestas con rejas de gruesos.
- En caso de disponer de rejas:
  - La reja de gruesos a colocar en las instalaciones de desbaste se dimensionará de forma que pueda circular por ella el caudal máximo con una velocidad máxima de 1,20 m/s por la superficie libre de paso entre barrotes. El resguardo de la coronación de la reja sobre el nivel máximo de la lámina prevista será de, al menos, 50 cm.
  - La anchura de canal de rejas será de 1.0m

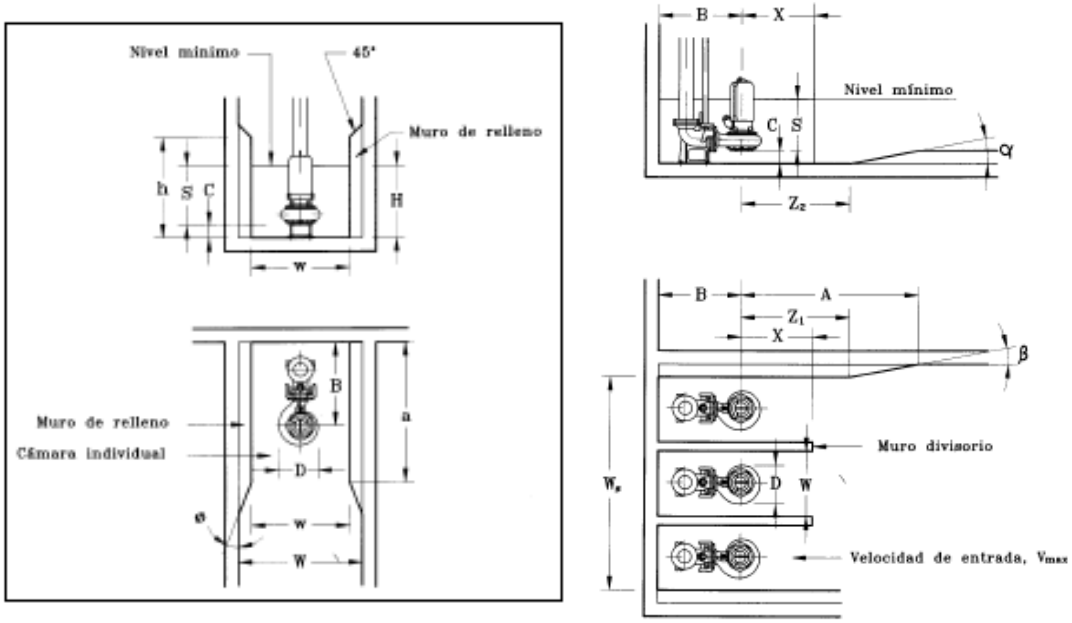
- Las rejas se ejecutarán con perfilería metálica de acero.
- La altura de las rejas será superior a 2.0m
- El ángulo de colocación de las rejas será de 75.
- Se dispondrá de transiciones de regularización de embocadura en el canal de rejas.

5.11.- Equipo de trituración y canal de trituración

- Se determinará la necesidad de disponer trituradores para grupos de bombeo de gran potencia, y donde se prevea grandes colectores capaces de transportar importantes elementos y celulosa.
- Como criterio general no se dispondrá de elementos de trituración

5.12.- Bombeo, cámara de relajación y cántara de bombeo

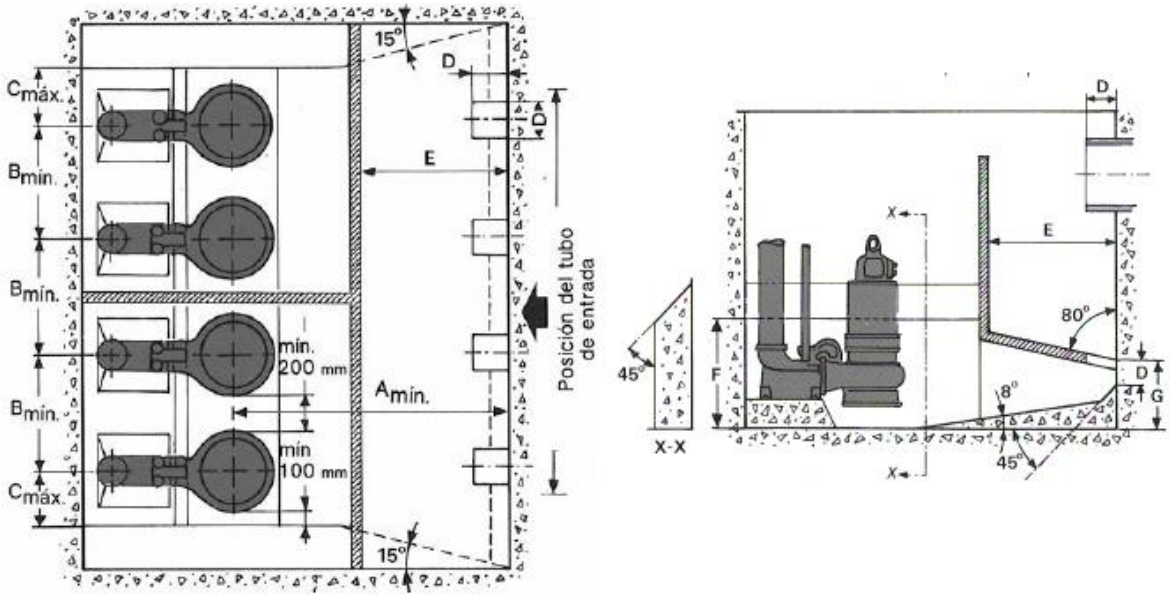
- Cántara de bombeo:
  - Las dimensiones geométricas de la cántara de bombeo ha de cumplir los requerimientos mínimos del Hidraulic Institute, así como recomendaciones de fabricante.



Dimensiones de pozos rectangulares en función del diámetro de la voluta (d)		
Cota	**Descripción**	**Valor recomendado**
A	Distancia entre entrada a pozo y eje de bombas	5D
a	Longitud de	2,5D
B	Distancia entre pared trasera y eje de bombas	0,75D
C	Altura entre solera del pozo y entrada a la bomba	0,3D – 0,5D
D	Diámetro exterior de voluta	
Hmin	Altura de agua mínima en el pozo	S + C
h	Altura mínima de la cámara individual	>H ó 2,5D
S	Sumergencia mínima	D+(0,935xQp/D^1,5)
W	Ancho de la cámara	≥2D
w	Ancho mínimo	2D

X	Longitud de la cámara individual	≥5D
Y	Distancia entre pantalla y eje de bomba	≥4D
Z1	Distancia entre ejes de bombas y paredes divergentes	≥5D
Z2	Distancia entre ejes de bombas y rampa de llegada	≥5D
α	Ángulo de	0 – 10 º
β	Ángulo del	0 – 10 º
φ	Ángulo de convergencia a la cámara	< 10º

Además, cumplirá las siguientes recomendaciones:



Cota	Descripción	Valor recomendado
A (mm), mínimo	Distancia entre ejes de bombas y entrada de agua	A (mm) = 162 Q0,5
B (mm), mínimo	Distancia entre ejes de bombas contiguas	B (mm) = 70 Q0,5
C (mm), máximo	Distancia entre eje de bomba a muro más próximo	C (mm) = 34 Q0,5
D (mm)	Lado del hueco	D (mm) = 22 Q0,5
E (mm)	Distancia entre entrada de agua y pantalla deflectora	E (mm) = 304 Q0,28
F (mm), mínimo	Nivel de agua	F (mm) =178 Q0,274
G (mm)	Distancia entre volutas contiguas	Mínimo 200 mm
	Distancia entre muro voluta extrema	Mínimo 200 mm

- El volumen V del depósito de bombeo vendrá dado por la siguiente expresión, supuesto el caudal bombeado constante e igual para todas las bombas:

Nº bombas	*Volumen parcial (m3)*
1	$V_1=(0,9Q_b)/N_a$
2	$V_2=0,392(0,9Q_b)/N_a$
3	$V_3=0,264(0,9Q_b)/N_a$
4	$V_4=0,216(0,9Q_b)/N_a$
5	$V_5=0,188(0,9Q_b)/N_a$
6	$V_6=0,167(0,9Q_b)/N_a$
7	$V_7=0,152(0,9Q_b)/N_a$
8	$V_8=0,140(0,9Q_b)/N_a$

- V Volumen mínimo del depósito de bombeo (m3)
- Vi Volumen parcial mínimo requerido (m3)
- Qb Caudal unitario de cada bomba (l/s)
- n Número de bombas instaladas
- nr Número de bombas en reserva
- Na Nº de arranques por hora

  Pot =0-11 Kw ==>12-20 arranques/h

  Pot =11-37 Kw ==>10-17 arranques/h

  Pot =37-110 Kw ==>8-14 arranques/h

  Pot =110-160 Kw ==>7-12 arranques/h

  Pot >160 Kw ==>5-10 arranques/h

- Las dimensiones de la cántara de bombeo permitirán un funcionamiento continuo del grupo de bombeo en continuo de 5 min en tiempo seco.
- Para prevenir la acumulación de sedimentos, las generatrices de la solera de las cámaras de aspiración estarán achaflanadas dándole pendiente hacia el centro de la misma
- Independientemente de cual sea su geometría, todos los compartimentos que integren la estación de bombeo deberán ser accesibles, debiendo tener capacidad para poder extraer o introducir los equipos instalados en caso de avería o sustitución. Por ello es recomendable que en los techos de los distintos compartimentos se dispongan suficientes accesos a los mismos mediante cobijas – tapas de acceso o rejillas tramex. A tal efecto, es deseable que se disponga una caseta encima de la estación para facilitar el acceso a la misma.
- Los accesos a las casetas deberán ser amplios para facilitar las operaciones de entrada y salida de los equipos que integran la estación de bombeo

o Grupos de bombeo:

- Caudal máximo aguas abajo de la estructura: Será el correspondiente al resultante obtenido por los cálculos hidráulicos e indicado según la dilución y/o características del medio receptor.
- El número de grupos de bombeo será del óptimo técnico y económico de funcionamiento, considerando el máximo rendimiento global de explotación. (Ha de considerar que el mayor tiempo de funcionamiento se realizará en tiempo seco)
- Los grupos de bombeo serán preferiblemente iguales.

- Cuando el régimen de caudales sea muy variable, podrán instalarse varios grupos de bombas para acoplarse a cada régimen de funcionamiento. Todas las bombas de un mismo grupo serán iguales y, en cualquier caso, las de grupos diferentes tendrán la misma altura de elevación y serán de la misma tipología.
- Cuando, conforme a lo especificado en el párrafo anterior, se dispongan bombas de tamaños diferentes, la de reserva será del menor de ellos,
- Se dispondrá de bomba de reserva
- El número mínimo de arranque de los grupos de bombeo será como mínimo de 15 diarios.
- El tiempo mínimo de funcionamiento del grupo de bombeo será de 5 minutos
- El funcionamiento de los grupos de bombeo será iterativo.
- El funcionamiento y diseño de bombeo será tal que vendrá limitado por el caudal máximo de bombeo (condicionado de colector interceptor en los casos que exista), por lo que la curva de funcionamiento compuesta de los grupos de bombeo ha de considerar la altura de la lámina de agua en el bombeo.
- Las bombas sumergibles se instalarán acopladas a un pedestal y deberán ir siempre dispuestas con un tubo guía y una cadena para facilitar las operaciones de montaje y desmontaje de las mismas.
- El tubo guía será, en general, de alguno de los siguientes diámetros nominales: ¾´´ - 1 ¼ ´´ - 2 ´´ó 3 ´´ de acuerdo con lo recomendado por los fabricantes.
- El fabricante de la bomba deberá facilitar la curva de altura – caudal de funcionamiento, así como la tensión, intensidad, potencia y velocidad de funcionamiento de la bomba
- Para el arranque de las bombas se seguirán, en general, los siguientes criterios, en función de la potencia P de las bombas instaladas:
    - P < 5 kW arranque directo de las bombas
    - 5 kW < P < 15 kW arranque mediante arrancadores suaves
    - 15 kW < P arranque mediante variadores de frecuencia o arrancador suave si no se necesita modulación de caudales
- En cualquier caso, podrán emplearse variadores de frecuencia para el arranque de las bombas en cualquier rango de potencias
- En general, las bombas estarán fabricadas de fundición, a excepción del eje del motor y la tornillería que serán de acero inoxidable. El tubo guía y la cadena serán de acero galvanizado en caliente y el pedestal o la base soporte de fundición dúctil o de acero inoxidable.
- La protección del motor de la bomba será, al menos, del grado IP 55 y el aislamiento de la Clase F
- En cualquier caso, el necesario cableado de las bombas deberá contar con las protecciones necesarias, así como disponerse alojado en el interior de un tubo cuando atraviese los muros de la estructura.
- Las bombas estarán unidas directamente mediante bridas al tubo de impulsión y, en su caso, al de aspiración .
- Deberá instalarse siempre una boya de alarma que accione la parada de las bombas en situaciones de emergencia.

- Las bombas deberán cumplir con la normativa de seguridad vigente en España para aparatos instalados en locales húmedos, y con las siguientes Directivas Europeas y sus modificaciones posteriores:
    - 91/368 (maquinaria)
    - 89/392 (máquinas)
    - 89/336 (compatibilidad electromagnética)
    - 73/23 (baja tensión).
- Además, las bombas deberán ser conformes a lo especificado en las siguientes normas:
    - UNE EN 809 (seguridad)
    - UNE EN ISO 12.100 (seguridad)
    - UNE EN 60.034 (características técnicas)
    - UNE EN 61.000-6 (compatibilidad electromagnética)
    - UNE-EN 12050 (diseño)
- Las bombas estarán diseñadas con al menos las siguientes características:
    - Velocidad: 1475 rpm. /
    - Corriente nominal: 54 A
    - Refrigeración a través de glicol en camisa cerrada que la faculta para poder trabajar con bajo nivel de agua o también con instalación en seco (NT/NZ).
    - Máx. Temperatura del líquido: 40ºC.
    - Protección térmica mediante 3x sondas térmicas.
    - Protección de motor: IP 68
    - Aislamiento clase H (180ªC)
    - Tipo de operación: S1 (24h /día)
    - Material de la carcasa: Hº Fº GG 25
    - Material del impulsor: GG 25 bordes endurecidos
    - Camisa de refrigeración: Acero carbono 1.0718+C
    - Material del eje: EN 1.4057 (AISI 431)
    - Material de los anillos tóricos: NBR
    - Estanqueidad mediante 2 Juntas mecánicas (unidad insertable) autolubricadas por cárter de glicol que las faculta para poder trabajar en seco.
    - Con cámara de inspección y detector FLS o similar entre las juntas mecánicas y el rodamiento principal.
    - Con ranura helicoidal (SPIN OUT) alrededor de las juntas mecánicas para limpieza de pequeñas partículas abrasivas por ejemplo arenas.

o Colector de Impulsión

- El cono de convergencia hacia la aspiración de la bomba será de tipo asimétrico para evitar la acumulación de aire. El cono de ampliación de la impulsión deberá tener una amplia longitud para minorar las pérdidas de carga.
- El colector de impulsión es aquel tramo de conducción que une las bombas con la conducción de impulsión general.
- Será, de acero inoxidable y deberá disponerse con las bridas, carretes de desmontaje y elementos de unión necesarios para que pueda desmontarse en su totalidad, para lo que las longitudes máximas de cada tramo de tubo serán de 4 metros.
- El colector de impulsión tendrá dos tramos diferenciados, uno el que conecta a cada bomba en particular y otro el que recoge los anteriores y se une a la conducción general.
- En el tramo que conecta cada una de las bombas deberá disponerse una válvula de compuerta y otra de retención, antes de la conexión de todos ellos en el tramo común. La conexión de cada tubería individual a la conducción general se hará preferentemente con injertos a 45º, favoreciendo la dirección del flujo.
- En el tramo del colector de impulsión previo a la conducción general, y una vez que haya recogido todos los tramos que conectan a cada una de las válvulas, se instalará un caudalímetro y un presostato.
- Deberá también disponerse un tramo de desagüe en el tubo de impulsión que vierta a la cámara de alivio. Previo a tal vertido se colocará una válvula de compuerta.
- El colector de impulsión se alojará en una cámara de las dimensiones necesarias para alojar el tubo de impulsión y la valvulería asociada. La solera de esta cámara deberá disponerse a una cota superior que el nivel máximo que pueda alcanzar el agua en la cámara de aspiración.
- La cámara en la que se aloje el colector de impulsión deberá tener pendiente hacia la cámara de alivio, a la que deberá estar conectada.

o Valvulería asociada:

- Cada colector de impulsión dispondrá de:
    - Válvula de corte del mismo diámetro del colector de impulsión
    - Válvula de retroceso del mismo diámetro del colector de impulsión.
    - Carrete de desmontaje
- El colector general dispondrá de :
    - Ventosa que minimice el efecto ariete
    - Válvula de presión-rotura y vaciado que minimice el efecto de golpe de ariete
    - Calderín si procede o válvula antiariete.de apertura por sobrepresión.

o Instalaciones de protección y controlador de bombas:

- Se dispondrá de sistema de gestión y protección de los grupos de bombeo.
- Para proteger cada grupo de bombeo se dispondrá por lo menos de los siguientes mecanismos:
    - Para evitar que las bombas funcionen con el depósito vacío deberá preverse una señal de parada obligatoria establecida, tanto por las sondas

piezométricas como por otras boyas de contacto de mercurio colocadas con esta finalidad. Además, se instalarán presostatos en las aspiraciones.

- En los colectores de impulsión se dispondrán dos presostatos, uno de presión máxima y otro de mínima. El de máxima detendrá el bombeo si registra una sobrepresión de manera continuada (posiblemente porque se hubiese cerrado la conducción). El de mínima se coloca en previsión de excesiva baja de presión (junto con alto caudal) a causa de una posible rotura de la impulsión. También se ubicará adicionalmente, un caudalímetro con los mismos objetivos. La decisión deberá tomarse en función de las curvas características de altura y caudal de la bomba, así como del perfil longitudinal de la impulsión.

- La estación de bombeo dispondrá de un Controlador Programable (PLC) que permita controlar el funcionamiento de las bombas de tal manera que los niveles de agua en la cámara de aspiración se mantengan entre los niveles previamente prefijados. Igualmente, deberá poder controlar y gestionar el resto de equipos mecánicos).
- El PLC dispondrá de una entrada analógica –nivel en cámara de aspiración- y hasta un máximo de ocho salidas analógicas para controlar los variadores de frecuencia de las bombas.
- El PLC estará equipado con un microprocesador en que se pueda programar mediante display o desde un PC externo –software modificable- el protocolo de funcionamiento de las bombas en función del nivel en la cámara de aspiración, el caudal entrante y el sistema de rotación elegido.
- El protocolo de funcionamiento debe incluir la rotación periódica de las bombas con el fin de que las horas de uso de cada una de ellas sea similar y debe reducir lo más posible el arranque y parada de las bombas.
- El microprocesador tendrá la memoria suficiente para poder almacenar el historial de bombeo (incluyendo todos los parámetros significativos) durante al menos 45 días, con independencia de realizar el volcado de la información almacenada cada mes a un PC externo.
- Todos los elementos del PLC tendrán un grado de protección IP 21. Se dispondrán como mínimo las siguientes entradas y salidas:
    - Una entrada analógica para la señal del nivel de agua en la cámara de aspiración. A esta entrada se conectará la salida del transductor de niveles.
    - Una entrada analógica para la señal del caudal total de bombeo. A esta entrada se conectará la salida del caudalímetro dispuesto a la salida de la tubería de bombeo.
    - Una entrada analógica para la señal de la presión.
    - Ocho salidas analógicas de 0-10 V para la señal regulada, para conectar a los arrancadores y/o variadores de frecuencia de las bombas.
    - Ocho relés de salida (contacto libre de tensión) para efectuar la maniobra de paro o marcha.
    - Dos salidas para la alimentación del transductor de niveles y del caudalímetro si procede
- El autómata de gestión de bombeo permitirá :

- Nivel de agua dentro del pozo, y estado del sensor (piezoresistivo y boyas)
- Consumo eléctrico por pares de bombas conectadas (Requiere opción de medida de corriente *)
- Valor aproximado de Consumo total del sistema
- Volumen bombeado y caudal entrante
- Reboses; duración y volumen vertido
- Valores externos: Pluviales, pH… según sensores usados
- Funcionamiento de si mismo
- Alarmas y registros: Capacitado para transmisión de alarmas SMS de forma local, y para conexionado con un puesto central.
- Estadísticas de funcionamiento (Arranques, Nº de Horas, …)
- Comunicación: Con puesto central
- Sinópticos: De Funcionamiento y de Alarmas
- Interfaz: 2 Líneas x 16 caracteres
- Memoria: 8 MB Principal; 4 MB Secundaria.

- Además, el PLC dispondrá un visualizador en donde se mostrarán:
  - El nivel en la cámara de aspiración.
  - El nivel máximo y mínimo fijado.
  - El estado de paro o marcha de las bombas y las velocidades de funcionamiento si están en marcha.
  - Velocidad máxima y mínima de funcionamiento de las bombas
  - El caudal bombeado obtenido del caudalímetro dispuesto a la salida de la tubería de bombeo.
  - Señales de alarma en el caso de que el funcionamiento no se ajuste a lo programado.
- El PLC dispondrá de un selector con dos modos de funcionamiento -LOCAL o AUTOMÁTICO-, de tal manera que en situación LOCAL se pueda hacer un chequeo del funcionamiento de las bombas. No obstante, en cualquiera de los modos de funcionamiento se impedirá la activación de las bombas cuando el nivel de agua esté por debajo del mínimo fijado, las válvulas estén cerradas o algún elemento este averiado.
- Fuente de alimentación industrial ininterrumpida SAI a 24 VDC 2,0 Ah para la unidad de control principal, los sensores pasivos y los elementos de telecomunicación
- Comunicaciones:
  - Modem GSM industrial para telecomunicación.
    - Enviar alarmas sobre cualquier situación
    - Permitir el acceso remoto a la instalación a través del sistema, para poder efectuar operaciones de telecontrol, telemetría, cambio de parámetros …

- Permitir recopilar de forma automática todos los valores históricos de la unidad cada noche.
- Puede comunicarse con: Otros modem GSM, modem analógicos, Adaptadores RDSI
- Protocolos validos de conexión a modem analógicos: V.21, V.22, V.22 bis, V23, V32, V.34
- Frecuencias de emisión: EGSM900: 880-915 y 925-960 MHz GSM1800: 1710-1785 y 1805-1880 MHz

- Igualmente, el PLC dispondrá de un sistema para ajustar los siguientes parámetros de funcionamiento:
  - El nivel máximo y mínimo en la cámara de aspiración.
  - La velocidad máxima y mínima de funcionamiento de las bombas.
  - Mandos para controlar el paro o marcha de las bombas y su velocidad de funcionamiento (cuando el selector esté en situación LOCAL).
- El conjunto del PLC y de los arrancadores y/o variadores de frecuencia irán montados en un armario metálico con protección IP 54, conteniendo todos los elementos necesarios para protección y ventilación.
- Las secuencias de control implementadas en el sistema contemplarán, al menos, los siguientes protocolos de funcionamiento:
  - Todos los equipos podrán ser controlados de forma manual o automática, mediante el conmutador
  - M-0-A (manual-cero-automático) del correspondiente cubículo del CCM o cuadro eléctrico. En todos los casos, tendrán contempladas las protecciones y seguridades mínimas de máquina.
  - Ante una parada por fallo general del suministro de energía eléctrica, se realizará una puesta en servicio de la instalación, de forma secuencial, respetando unos tiempos mínimos de seguridad entre arranques.
  - Se generarán secuencias que agrupen a motores de distintas líneas que realicen las mismas funciones (desbaste, elevación, desodorización, etc.), incluidos los equipos de reserva, que contemplen puntos de consignas, tiempos de marcha/paro, tiempos mínimos de funcionamiento o número de maniobras, PID´s, generación de alarmas en distintos grados de criticidad, etc.
  - El Panel de Operador permitirá gobernar, mediante conmutadores lógicos M-0-A, todas las máquinas de la instalación para incluirlas o no en secuencia de funcionamiento automático. También mediante conmutadores lógicos se activará o no el funcionamiento de cada secuencia. Asimismo, permitirá que todas las variables de puntos de consignas, tiempos, rotaciones, grado de criticidad de alarmas, etc., sean modificables. Se presentarán los valores recogidos por los distintos equipos de instrumentación.

5.13.- Dispositivos para la limpieza del tanque de tormentas

En función del volumen del tanque se analizará la necesidad de disponer de equipos de limpieza, los cuales podrán ser clapetas de accionamiento rápido, basculantes limpiadores o bombas

flusher de lavado). Para el caso que nos compete por continuidad con el resto de instalaciones proyectadas por la CHC.

Con objeto de garantizar el lavado del canal entrante de tiempo seco, los basculantes limpiadores se dispondrán perpendicularmente al mismo, y por lo tanto la anchura y número de basculantes estará condicionado a la anchura del aliviadero.

Cuando se empleen limpiadores basculantes como elemento de limpieza del tanque de tormentas, deberá especificarse el volumen de los mismos teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- longitud de la cámara a limpiar

- pendiente de la solera

- altura a la que estén colocados respecto a la solera

La longitud máxima de estos limpiadores no deberá exceder los 8 metros de forma generalizada, de manera que, caso de ser necesaria más longitud, deberán disponerse varios en serie, separándolos a través de un murete central que independice la acción de cada limpiador.

Al final del tanque de tormentas, y en su cota más baja, se deberá disponer un canal de recogida que pueda almacenar toda la capacidad del limpiador sin que se produzcan retornos de los flotantes arrastrados que ensuciarían de nuevo el mismo.

El volumen del volquete se dimensionará según la siguiente expresión:

Vo=(L/(Kuft x (h)^0.5))^1.19, donde:

Vo= Volumen específico de solución estándar

Verf=Volumen específico necesario

Kuft = Coeficiente de forma = 0.071

Ki= coeficiente de pendiente (para pendiente de 2% se toma 1)

Ka= Coeficiente de instalación (para volquetes con giro hacia atrás se toma valor 1.0)

La instalación de un limpiador auto-basculante lleva asociada los siguientes puntos importantes en la obra civil para lograr el buen funcionamiento del mismo:

- Cuna bajo el limpiador de radio igual al diámetro de éste. Esta cuna reduce las pérdidas producidas por el choque del agua contra el hormigón.
- Canal de recogida del agua de limpieza cuya capacidad debe ser como mínimo 1,2 veces el volumen de agua del limpiador. Dicho canal debe tener una pendiente del 3% hacia la salida de del mismo y una profundidad mínima de 0,30 m. Se adoptará una sección general circular de diámetro 0.8m (ver apartados anteriores)
- Pulido de la solera para reducir las pérdidas de rozamiento en el agua de limpieza.
- Ventana en la losa situada sobre el limpiador de la misma longitud que éste para poder introducir y sacar el limpiador del tanque.
- Tapas de registro: Se colocará una tapa de registro sobre cada sonda de nivel para permitir su extracción desde el exterior del tanque y facilitar, así, las labores de mantenimiento. Las tapas serán rectangulares contrapeadas de fundición clase D-400
- Se dispondrá de muros guía de onda de lavado de altura mínima 0.5m. El espesor de muro mínimo será de 0.2m.
- Cuando la anchura del tanque es mayor que 10 metros se instalan dos o más limpiadores en paralelo. Para estos casos es importante dividir el tanque con carriles paralelos que

independicen la acción de las olas, consiguiéndose mayor eficiencia en la limpieza. Los muretes que separan los carriles, en sus primeros 2 m deben de llegar hasta la losa (para poder fijar los soportes de los limpiadores) y, posteriormente deben de tener una altura de 0,20 m, un acabado en pico (para evitar la sedimentación) y una longitud 1 metro menor que la longitud a limpiar

Para evitar mantenimiento, el limpiador debe ser colocado sobre el máximo nivel de agua esperado, es decir, a ser posible, por encima de la máxima cota de alivio.

Los complementos asociados a la instalación de un limpiador auto-basculante son:

- Circuito de llenado: Un circuito de llenado consta de:
    - Conducción de tuberías: Pueden ser de polietileno, acero inoxidable, o del material especificado por el cliente.
    - Una electro-válvula: Se recomienda instalarla en una arqueta exterior al tanque o en la caseta de control para facilitar las labores de mantenimiento.
    - Una válvula de bola.
    - También es conveniente colocar un racor con otra válvula de bola para facilitar el conexionado de mangueras.

      ➔El llenado se realizará mediante conexión a la red de agua potable o agua reciclada. También se podrá disponer de conexión a red de aguas residuales desde el propio depósito de tormentas o cántara de bombeo
- Circuito de control, que incluye:
    - Medición del nivel de agua en el tanque por medio de cualquiera de los siguientes equipos, instalados en el canal de recogida del agua de limpieza:
    - Dos boyas de nivel.
    - Tres sondas conductivas.
    - Una sonda piezométrica.
    - Un sensor de nivel por ultrasonidos.
    - Detector inductivo de proximidad fijado a una pequeña placa en un extremo del limpiador.
    - Autómata programable. También puede formar parte de él, el telecontrol de los equipos.

5.14.- Equipos de elevación

- Deberán disponerse los equipos necesarios para el izado de las bombas, los cuales, según sea el tamaño de las bombas, serán, en general, Polipastos móviles a lo largo de una viga
- Su capacidad nominal será de al menos el doble del peso del equipo mayor a extraer o mover, siendo como mínimo 1000 Kg
- Los equipos de izado deberán estar a una altura tal que permitan el izado de la bomba y su descarga a nivel del suelo y en un lugar cercano o accesible desde la puerta del edificio.
- En consecuencia, las características mínimas serán:
    - Polipasto cadenas
    - Capacidad de carga mínima: 1000 Kg
    - Velocidad de elevación rápida/lenta: 6/1m.p.m.

- Velocidad de traslación del carro: 20/5m.p.m.
- Recorrido del gancho: altura de pozo + altura de edificación
- Tensión de servicio: 50Hz 48V
- Potencia: mínimo 75/0,18kW

5.15.- Desodorización

- A fin de evitar la proliferación de malos olores, todos los elementos que integran las estaciones de bombeo irán alojados en un edificio cerrado, con renovación y tratamiento del aire.
- El sistema de desodorización habitual en estaciones pequeñas será mediante carbón activo. En este caso, la instalación deberá ser tal que permita un fácil sistema de carga y descarga para mantenimiento. En grandes instalaciones se recurrirá a torres de lavado químico o procesos de nebulización o sistemas de atrapadores moleculares mediante mezclas micronizadas. Si el tratamiento es vía química, deberá cumplir con el Reglamento APQ ITC 006.
- El número mínimo de renovaciones será:
  - 5 renovaciones hora en cámara húmeda y 2m de altura de la superficie a tratar
  - 3 renovaciones hora en los edificios secos y altura de la superficie a tratar
- proyectándose un ventilador de caudal adecuado y la conducción de aspiración con tomas en diferentes puntos localizadas en los lugares donde se prevea la formación y concentración de malos olores.
- El material de la conducción será preferiblemente polipropileno.
- El aire limpio será evacuado a la atmósfera por la correspondiente chimenea que no sobresaldrá más de un metro del techo del edificio.
- Los componentes del sistema son los siguientes:
  - Ventilador centrífugo trifásico 415V, 50Hz, y potencia según diseño
  - Unidad de ionización tipo corona de descarga mediante 5 tubos de tipo F, 220V, 50Hz
  - Filtro grado EU4 para la entrada de aire lavable
  - Válvula antirretorno DN650 en el exterior del equipo para evitar el retorno de olores ante posibles averías.
  - Tubos de distribución de aire ionizado de polipropileno con rejas de aspiración
  - Cuadro de control

5.16.- Compuertas

Se dispondrá de compuertas de seccionamiento tipo husillo en los canales de trituración (si existe) y rejas y en la arqueta de entrada (si existe). Las características de las compuertas serán:

- Bastidor, estructura y refuerzos: AISI 316L.
- Tablero: AISI 316L.
- Guías de deslizamiento y cuñas: PE.
- Husillo: AISI 316.
- Estanqueidad: Cierre en bronce-bronce y EPDM, banda de neopreno.

- Tuerca de accionamiento: bronce
- Torre de accionamiento (si procede): acero al carbono S275 JR, chorreado y pintado, AISI 314, AISI 316 L
- Tornillería: acero inoxidable A4

5.17.- Medidor de o2

En las zonas húmedas de los tanques o estaciones de bombeo se instalarán medidores de O2 para analizar la concentración de oxígeno en el aire, con el fin de que el acceso del personal de mantenimiento a estas zonas se realice con seguridad.

Se instalarán equipos aptos para zonas de atmósfera explosiva 1, con medio de protección antideflagrante.

5.18.- Eliminación de ruidos

- Las estaciones de bombeo deberán cumplir con la Reglamentación vigente en materia de ruidos.
- Cuando se instalen en las cercanías de núcleos urbanos, deberán realizarse estudios detallados de los niveles de ruidos emitidos para proponer las medidas correctoras necesarias.

5.19.- Elementos complementarios

- Los elementos auxiliares que sea necesario instalar en las distintas cámaras que integran las estaciones de bombeo (marcos y tapas exteriores de cierre, pates de acceso o escaleras, barandillas, cadenas de seguridad, rejillas tramex, etc.)

5.20.- Edificación

5.20.1.- Limitaciones en altura.

- La altura libre no será inferior a 3,00 m en cualquiera de las diferentes salas. Se establecerá una altura mínima de 3.75m

5.20.2.- Tipología arquitectónica.

- En su diseño se tendrá en cuenta la posible incidencia de su geometría general y de las cubiertas, en particular, en la renovación de aire y desodorización.
- Las cubiertas serán construidas sobre forjados horizontales
- El cerramiento exterior se ejecutará mediante paneles prefabricados de diversas texturas integrados arquitectónicamente

5.20.3.- Tipos de pavimentos.

- Los pavimentos exteriores serán ecológicos integrados paisajísticamente.
- En general se considerarán pavimentos monolíticos de hormigón pulido en fresco con espolvoreo de cemento y aporte de cuarzo gris claro, en todas las superficies salvo las excepciones siguientes:
    - Pavimentos monolíticos de hormigón pulido, con aporte de cuarzo-corindón, en zonas de paso con alta intensidad de tráfico.
    - Pintura epoxi en base acuosa para zonas de paso, estancias húmedas y salas eléctricas, previa preparación de la superficie mediante granallado.

- Revestimiento epoxi antiácido para cubetos d retención. Suelos técnicos de altura no inferior a un metro, en salas de alta densidad de instalaciones (salas de centros de control de motores).

5.20.4.- Situación de las conducciones de procesos y de las conducciones auxiliares.

- Se evitará la instalación de conducciones en las zonas de paso y, de no ser posible, se respetará la altura libre mínima de 2,20 m.
- Se procurará que todas las conducciones sean accesibles y estén colocadas en superficie sobre soportes o bandejas.

5.20.5.- Iluminación.

- Se diseñará con una iluminación natural, cenital o en fachadas, que suponga, al menos, entre el 15% y el 20% de la superficie edificada en planta. Para ello se podrá emplear lucernarios, claraboyas, cristaleras o ventanales.
- La iluminación artificial aportará entre 150 y 500 lux según las necesidades de las distintas salas, dando preferencia a aquellas tecnologías que supongan un bajo consumo energético

5.20.6.- Red de drenaje y desagües.

- Todas las soleras se diseñarán para su correcto drenaje, con pendientes y puntos de recogida suficientes.
- Todos los equipos que por mantenimiento o proceso puedan tener derrames contarán con un punto de recogida y evacuación conectado a la red de drenaje y vaciados.

5.20.7.- Urbanización

- Trazado.
  - Los radios de giro se justificarán explícitamente en relación con los vehículos previstos para la explotación o mantenimiento.
  - Las pendientes serán inferiores al 10%.
  - El ancho de los viales no será inferior a 6,25 m en caso de vías de doble sentido y a 4,00 m en las de un único sentido.
  - Las vías de doble sentido se diseñarán con doble bombeo, de pendiente no inferior al 2,5% y dispondrá de recogida de pluviales a ambos lados. En las de un único sentido el bombeo se realizará a una sola agua y tendrá como pendiente mínima un 2%.
- Iluminación.
  - La iluminación de viales en general no será inferior a 15 lux.
  - En aparcamientos el mínimo de iluminación será de 20 lux.
  - En áreas de trabajo en exteriores la iluminación mínima de diseño será de 50 lux.
- Cerramiento.
  - Se diseñará con materiales de alta durabilidad
- Pavimentos.
  - En los viales se empleará pavimentos integrados ambientalmente
  - Los pavimentos peatonales tendrán una pendiente mínima del 2% en la sección transversal.
  - Los diferentes tipos de pavimentos se limitarán con bordillos.

- Jardinería.
    - No será necesario disponer de un sistema de riego automatizado para toda la superficie ajardinada de la planta.

6.- DEPURADORA DE TAPIA DE CASARIEGO

Los criterios de diseño e la EDAR de Tapia de Casariego se describen en el Apéndice 11.1. y en cada uno de los apartados del Anejo11.

7.- CÁLCULO ESTRUCTURAL

Los criterios de diseño estructural se exponen a continuación:

1-Aspectos generales	
Normativa de diseño de la estructura .	De obligado cumplimiento ▪ instrucción de hormigón estructural ehe-08 (2008) ▪ CTE. código técnico de edificación. documento básico se-c. seguridad estructural. cimientos (2006) ▪ CTE. código técnico de edificación. documento básico se-a. seguridad estructural. acero (2006) ▪ NCSE-02 norma sismorresistente (2002) ▪ IAP-98 instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (1) ▪ une-en 1991-4: 2011. eurocódigo 1: acciones en estructuras. Parte 4: silos y depósitos ▪ UNE-EN 1192-3: 2011. EUROCÓDIGO 2: proyecto de estructuras de hormigón. parte 3: depósitos y estructuras de contención De no obligado cumplimiento: ▪ Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carretera (2005) ▪ Guía de cimentaciones en obras de carretera (2009) ▪ Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera (2003).
Definición geométrica y esquema estructural de las partes del elemento	Incluirá la definición de los diversos elementos que componen la estructura
Elemento dimensionado con cálculos específicos	
Durabilidad de la estructura	100 años

Clase específica de exposición para elementos estructurales y ambiente.	Se considerará que la clase general de exposición es la IIa y la clase específica de exposición, la Qb (nota en elementos específicos IV-Qb). Para los hormigones situados en la intemperie, se adoptará, además, la clase H si así procede y hay previsiones de heladas. En los hormigones de pavimentos y en las zonas de procesos sometidas a erosiones importantes, se considerará la clase E. En consecuencia, se adoptará como mínimo: ▪ HA-30/B20/IV Qb+SR en hormigones en contacto con aguas residuales y/o contacto con agua freática con influencia de carrera de marea ▪ Hormigón en losa de cimentación HA-30 fck = 30 N/mm² ▪ Hormigón en muros perimetrales e interiores HA-30 fck = 30 N/mm² ▪ Hormigón en pilares HA-30 fck = 30 N/mm² ▪ Hormigón en losa superior HA-35 fck = 30. N/mm² ▪ Hormigón en losa cubierta HA-30 fck = 30 N/mm² ▪ Hormigón de limpieza: HM-15 (misión no estructural) ▪ Acero en barras corrugadas: B-500-S fyk = 500 N/mm² ▪ Acero en cercos: B-500-S fyk = 500 N/mm²
Nivel de control	En el cálculo de la estructura se ha considerado CONTROL NORMAL del acero y CONTROL ESTADÍSTICO del Hormigón. Los coeficientes parciales de ponderación de materiales son los siguientes: Ponderación del hormigón yc = 1,50 Ponderación del acero ys = 1,15
Tipo de hormigón: resistencia, tipo de cemento, tamaño de árido, consistencia.	Se determinará y especificará.
Recubrimientos:	Recubrimientos mínimos ▪ Pilares, losas tanque y muros 50 mm (vida útil 50 años, clase Qb) ▪ Cimentación 50 mm (sobre hormigón de limpieza) ▪ Margen de recubrimiento 10 mm (control normal de ejecución de obra) Recubrimiento NOMINAL: ▪ Pilares, losas tanque y muros 40 mm ▪ Losas zona bombas y cubierta 40 mm ▪ Cimentación 55 mm (sobre hormigón de limpieza) ▪ Elementos hormigonados directamente contra el terreno: 70 mm
limitaciones de fisuración	Se adoptarán los criterios especificados por la EHE-08 Se considerará al menos W=0.1 mm en hormigones en contacto con agua residual o freática W=0.2 mm en contacto con terreno no afectado por influencia de agua marina W=0.3 mm en hormigones de clase IIa

<table>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">Clase de exposición</th><th colspan="2">w_{max} (mm)</th></tr>
<tr><th>Hormigón armado</th><th>Hormigón pretensado</th></tr>
<tr><td>I</td><td>0,4</td><td>0,2</td></tr>
<tr><td>IIa, IIb</td><td>0,3</td><td>0,2</td></tr>
<tr><td>IIIa, IIIb, IV,F</td><td>0,2</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>IIIc, Qa,Qb,Qc</td><td>0,1</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Empujes hidrostáticos sobre cota de nivel freático</td><td>Se consideran y justificará de acuerdo con la información geotécnica y presencia freática.</td></tr>
<tr><td>2.-CÁLCULO ESTRUCTURAL.</td><td></td></tr>
<tr><td>Utilización de coeficientes de seguridad</td><td>según CTE Y EHE-08.</td></tr>
<tr><td>Programa de cálculo</td><td>Se indicará</td></tr>
<tr><td>Métodos de cálculo empleados.</td><td>Se indicará</td></tr>
<tr><td>Modelos de cálculo</td><td>Se indicará</td></tr>
<tr><td>Efectos favorables como efecto arco en el cálculo para minimización de armaduras, o cálculos de placa</td><td>Se indicará si procede</td></tr>
<tr><td>Solicitaciones de la estructura sobre la cimentación.</td><td>Se indicará si procede</td></tr>
<tr><td>Acciones debidas a la presencia de estructuras próximas.</td><td>Se consideran:
Tráfico pesado: 1tn/m2
Tráfico ligero: 0.4 Tn/m2
Edificaciones o naves: Las estimadas transmitidas o en su defecto 1tn/m2</td></tr>
<tr><td>Peso propio</td><td>Se considerarán</td></tr>
<tr><td>Sobrecarga de uso</td><td>Para las edificaciones que no tengan uso industrial se aplicarán las que figuran en el Código Técnico de la Edificación. Para el resto de las instalaciones, la sobrecarga mínima de uso de las soleras practicables, con exclusión de las cubiertas de los edificios, será de 400 kg/m2. Las zonas que precisen soportar tráfico durante las obras o en la explotación, se diseñarán para una sobrecarga mínima de 1.000 kg/m2 y, en todo caso, deberán cumplir las del IAP-98 Instrucción de las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera.</td></tr>
<tr><td>Sobrecarga de tráfico colindante</td><td>Se considerarán. Al menos 1tn/m2</td></tr>
<tr><td>Empuje de tierras</td><td>Empuje de tierras (activo o en reposo) de acuerdo con los datos geotécnicos o adecuados.</td></tr>
<tr><td>Subpresión nivel freático</td><td>Se considerará según informe geotécnico</td></tr>
<tr><td>Sobrecarga durante montaje y/o mantenimiento</td><td>Se considerará</td></tr>
<tr><td>Combinación de acciones según CTE y EHE-08.</td><td>Se indicará según normativa vigente</td></tr>
<tr><td>Comprobación de resultados según Estado de Límites Últimos (ELU):</td><td>Se realizará</td></tr>
<tr><td>Comprobación de secciones a flexión en ELU</td><td>Se realizará</td></tr>
<tr><td>Comprobación de secciones a cortante en ELU</td><td>Se realizará</td></tr>
<tr><td>Comprobación de flotabilidad</td><td>Se realizará</td></tr>
<tr><td>Comprobación a fisuración en Estado Límite de Servicio (ELS)</td><td>Se realizará</td></tr>
</table>

Diagramas de esfuerzos resultantes	Se incluirá si procede
Tablas de resultados	Se incluirá
Conclusiones de los resultados	Se incluirá
Criterios de armados mínimos	En los elementos de cierta longitud, como los pilotes, se dispondrá una armadura común en toda la longitud del elemento y se reforzará con barras suplementarias las secciones que así lo requieran, de este modo se optimiza la medición y se simplifica la ejecución de la ferralla. Cuando el elemento a armar tiene una longitud mayor que 20 m se tramifica la longitud de cada segmento de armadura de 12 en 12 m por ser esta la longitud comercial convencional. La armadura de cortante en placas, losas y alzados de muros se dispone con horquillas de una sola rama para facilitar su ejecución y optimizar la medición, en elementos enterrados el diámetro mínimo de barras será Ø12
Requisitos para correcto armado	Principales aspectos que ha de tener en cuenta el técnico responsable del detalle de las armaduras: 1) Viabilidad y facilidad de montaje. La disposición elegida, además de ser realmente construible en la práctica, debe buscar una facilidad de montaje y facilitar la correcta colocación y compactación del hormigón. 2) Compatibilidad con el proceso constructivo. Armar las fases levantadas hasta fases intermedias, crear las esperas necesarias… 3) Racionalidad. Reducir el número de longitudes distintas en lo posible, utilizar longitudes comerciales o submúltiplos de ésta, reducir en lo posible el número de doblados y el de diámetros distintos. 7) Estanquidad. Buscar el monolitismo en las esquinas o encuentros. Armaduras de montaje. En los pilotes se dispondrán armaduras de cuelgue y de rigidización para evitar deformaciones indeseables durante las operaciones de manipulación, transporte y colocación con grúa. Aparte se dispondrán caballetes y cualquier otro tipo de armadura auxiliar que facilite el montaje y la puesta en obra del hormigón sin desplazamientos de las armaduras.
Dimensionamiento de armaduras	Se realizará. Los armados mínimos serán los especificados en la tabla 42.3.5 de la EHE
Esquemas de armado mínimos a respetar en el desarrollo constructivo	Se indicará
3.-JUNTAS Y CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS.	
Estudio de juntas de dilatación	Sólo será necesario en estructuras no enterradas
Exposición del proceso constructivo	Se indicará
Pavimento específico	Se indicará

Arquetas estandarizadas: Se utilizará de manera general con el catálogo de arquetas de la Confederación Hidrográfica del Norte, si modificará para cumplimiento del E.L.S. de fisuración impuesto por una clase de exposición Qb; y comprobar que dada la presencia de los niveles freáticos elevados no aparecen problemas de flotación en estas arquetas "tipo" utilizadas. El resultado será arquetas que cumplen con la EHE-2008.

Será necesario modificar la calidad del acero a B500, ya que el B400 está prácticamente en desuso y en algunas comprobaciones estructurales no era suficiente.

De forma general se realizan arquetas con base de hormigón y prefabricado.

8.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El diseño y la instalación de los materiales cumplirán con los requisitos derivados de las disposiciones legales y Normas vigentes.

8.1.- ACOMETIDAD Y TRANSFORMACIÓN

8.1.1.- Acometida eléctrica

El punto de conexión con la red de distribución de la instalación definitiva deberá cumplir las normas particulares de la compañía suministradora, atendiendo siempre al Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y en las ITC LAT.

Se incluirá un equipo integrable en el sistema de supervisión que analice la calidad del suministro y capaz de registrar los principales parámetros eléctricos de la instalación.

Los parámetros de diseño de las líneas de media tensión serán al menos:

- Tensión (V): 20.000
- C.d.t. máx. (%): 5
- Cos φ: 0.9
- Coef. Simultaneidad: 1

Los parámetros en conexiones de BT será de:

- Tensión (V): 380V
- C.d.t. máx. (%): 5
- Cos φ: 0.9
- Coef. Simultaneidad: 1

8.1.2.- Sistema de distribución

Se instalarán los centros de transformación necesarios para la alimentación de los receptores, dimensionados para suministrar la totalidad de la potencia instalada siempre que no se distribuya la potencia en baja tensión.

Los centros de transformación estarán unidos en uno o varios anillos, con los elementos de interconexión necesarios.

Debido a las peculiaridades de cada instalación, esta especificación se complementará con los diagramas unifilares desarrollados para cada caso. De existir discrepancia entre ambos documentos, prevalecerá lo indicado en los diagramas.

En general, los sistemas serán de esquema IT en media tensión y TT en baja tensión, con las características que para cada uno de ambos esquemas se definen en la ITC BT 08 del REBT.

Las tensiones de utilización serán las adecuadas a cada uno de los sistemas eléctricos proyectados. En general, 20 kV en media tensión y 230/400 V en baja tensión. La frecuencia en la corriente alterna será de 50 Hz.

8.1.3.- Transformadores de potencia

- Los transformadores serán construidos conforme a la norma UNE-EN 6007617.
- Los transformadores de potencia serán de tipo seco encapsulado, clase F para instalación interior, clasificación F1, C2, E2.

- En general, la conexión de los transformadores será en triángulo el primario y en estrella el secundario.
- Los transformadores dispondrán de reguladores en vacío en el primario, accionados desde el exterior.
- Los transformadores estarán dimensionados de forma que su carga de operación nominal como conjunto, no exceda del 75% de su capacidad nominal.
- Serán, preferiblemente, de la misma potencia.
- La interconexión de baja tensión entre los transformadores se realizará mediante canalización eléctrica prefabricada, con IP 55.

8.1.4.- Cuadros de media tensión

Los centros de seccionamiento y transformación estarán compuestos por celdas modulares equipadas con aparamenta que utilice el hexafluoruro de azufre (SF6) o el vacío como agente de corte, bajo envolvente metálica.

En el diseño y ejecución de estos centros se atenderá a lo dispuesto en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, Las celdas cumplirán las normas UNE-EN 6029818, IEC 6227119, IEC 6026520 e IEC 6069421.

Las celdas de protección de anillo serán motorizadas y estarán equipadas con disyuntor, seccionador de puesta a tierra y relé electrónico con protección 50/51, 50N/51N y medida, integrable en el sistema de supervisión.

Las celdas de protección y de transformador serán motorizadas y estarán equipadas con disyuntor, seccionador de puesta a tierra y relé electrónico con protección 50/51 y medida, integrable en el sistema de supervisión.

Las celdas de entrada y salida de línea serán motorizas y estarán equipadas con interruptor en carga y seccionador de puesta a tierra integrable en el sistema de supervisión.

Tanto las celdas como las puertas de acceso a los centros de seccionamiento y centros de transformación contarán con los enclavamientos necesarios para impedir maniobras incorrectas y acceso a partes en tensión.

Las intensidades nominales y poderes de corte estarán acorde con la arquitectura propuesta.

8.1.5.- Toma Tierra

8.1.5.1.- Tierra de servicio.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida.

Se efectuará mediante seis (6) picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro clavadas y unidas eléctricamente entre ellas con un conductor de cobre desnudo de 50 mm2 de sección. La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV, en el interior de un tubo de PVC protegido contra daños mecánicos.

El diseño preliminar se ha realizado según las configuraciones del método de cálculo UNESA para centros de transformación de tercera categoría. La configuración seleccionada ha sido el número 5/62:

- Disposición geométrica Picas en hilera
- Profundidad 0.5 m.
- Número de picas 6

- Separación entre picas 3 m.
- Longitud de las picas 2 m.
- Sección del conductor 50 mm2.

8.1.5.2.- Tierras interiores

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm2 de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado de Tierras de protección, e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm2 de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado de Tierras de Servicio, e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1 m.

8.1.6.- Medida de la energía eléctrica

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará ubicado en un armario de poliéster prensado IP 55, a una altura comprendida entre 1.5 y 1.8 m, dotado de una puerta transparente más tejadillo, y de dimensiones (ancho x alto x fondo): 1000 x 750 x 300 mm, equipado de los siguientes elementos:

- **Contador**

La medición de la energía activa y reactiva se realizará mediante un contador electrónico combinado, del tipo estático multifunción, que actúa asimismo como un tarifador.

Considerando el punto de medida de Tipo 1, las clases de precisión deberán ser 1 para la medida de energía activa y = 3 para la medida de energía reactiva.

El sistema de medida será a 4 hilos, por lo que los contadores serán también a v4 hilos.

El calibre de los contadores será 5 (7.5) A, y su tensión de referencia será de 3 x 63.5/110 V.

Dispone de registros de máxima energía activa demandada para los períodos de punta, llano y valle. Cada registro de máxima almacena el máximo valor demandado, así como la hora y fecha en que se produjo. Registra cortes en la tensión de alimentación, y discrimina las máximas registradas en las veinticuatro horas posteriores a éstos. Registra hasta 16 cortes. Triángulo de fijación: 230 mm del punto superior a los inferiores, y 150 mm. entre los puntos inferiores (según DIN 43857).

- **Protección contra penetración de polvo y agua:**

IP 51

Clase de precisión: Clase 1 para energía activa

Clase 2 para energía reactiva

Periodo de integración: Programable entre 2, 5, 10, 15, 20,30 y 60 min.

Puesta a cero maxímetro:

- Manualmente con pulsador precintable.

- Automático el día hora programado.

- Mediante comunicación.

Número de maxímetros: Hasta 3.

Funciones adicionales:

- Detección de cortes de red

- Activación relé cuando se prevea sobrepasar la máxima, y programable en función periodos tarifarios.

- **Regleta de verificación**

Permitirá la verificación y/o sustitución del contador, sin cortar la alimentación del suministro. Cumplirá con las siguientes funciones:

Realizar tomas adecuadas para los aparatos de comprobación, con el fin de verificar el contaje de la energía consumida y otros parámetros.

Abrir los circuitos de tensión y cortocircuitar los circuitos de intensidad, para poder intervenir sin peligro (montar, desmontar) los contadores, y demás elementos de control del equipo de medida.

La regleta de verificación estará protegida por una tapa precintable que impida la manipulación de sus bornas. Dicha tapa será de material transparente, no propagadora de la llama ni del incendio, libre de halógenos y baja emisión de humos.

Sus bornas serán seccionables, con capacidad para la conexión de conductores de cobre hasta 10 mm2 y fijadas de tal manera que se impida el giro o desplazamiento en la intervención sobre las mismas. El paso de las bornas será de 10 mm como mínimo, e irá acompañada de su esquema de composición e instrucciones de uso indicando claramente los bornes de tensión, entradas y salidas de intensidad, y rotulación de fases.

- **Conductores de unión**

La unión entre los secundarios de los transformadores de medida y el equipo de contaje se realizará mediante conductores de cobre, unipolares y semiflexibles, sin conexiones ni empalmes intermedios, y formando un conjunto para el circuito de intensidad y otro para el de tensión, debiendo canalizarse ambos conjuntos separadamente.

La cubierta de los conductores será de material termoestable, no propagador de la llama ni del incendio, de baja emisión de humos y libre de halógenos. El conexionado se realizará con terminales preaislados apropiados a las bornas de transformadores de medida y regleta de verificación, siendo de punta los destinados a la conexión de la caja de bornas del contador.

Tendrán una tensión de aislamiento de 750 V, y sus colores identificativos serán negro para la fase R, marrón para la fase S, gris para la fase T, azul claro para el neutro y amarillo-verde para la tierra.

Sección de los conductores de unión:

Entre los secundarios de los transformadores de medida y la regleta de verificación:

Tensión 2.5 mm 2 4 mm2

Intensidad 4 mm2 6 mm2

Entre la regleta de verificación y el equipo de contaje:

Tensión 1.5 mm2

Intensidad 4 mm2

Los correspondientes tubos protectores del circuito de tensión e intensidad serán de PVC, de

grado mínimo de protección 7, con un diámetro de 21 mm.

8.1.7.- Material eléctrico en las zonas con riesgo de incendio o explosión

La zona húmeda del tanque de tormenta constituye una zona potencialmente explosiva a causa de los gases procedentes de las aguas residuales, como pueden ser metano, sulfuro de hidrógeno, amoníaco, entre otros.

Atendiendo a la Directiva ATEX 94/9/CE, clasificamos la atmósfera presente en el local sala de bombas como zona 1, lugares cuya atmósfera se compone de aire y gas o polvos inflamables de forma ocasional durante la operación normal.

En función de los gases inflamables presentes en la atmósfera y su temperatura de inflamabilidad, los equipos eléctricos instalados en el local sala de bombas deberán ser aptos para zona 1, con modo de protección mediante envolvente antideflagrante.

Todos los materiales a utilizar en dichos locales dispondrán del marcado Ex; indicativo de material para atmósferas explosivas.

8.2.- CORRECCIÓN DE FACTOR DE POTENCIA

Con objeto de cumplir la reglamentación vigente y ahorrar energía, se instalarán equipos de compensación de energía reactiva. Serán fijos para los transformadores y automáticos mediante regulador, para la instalación de baja tensión.

Contarán con condensadores sobredimensionados a 480 V, inductancias antiarmónicos y protección individual de cada escalón por magnetotérmicos

El factor de potencia mínimo aceptable para el conjunto de la instalación eléctrica será de 0,91

8.3.- BAJA TENSIÓN

8.3.1.- Cuadros

8.3.1.1.- Cuadro de distribución

El cuadro general de distribución se alimentará de la salida de la red en baja tensión, el cual estará compuesto por diferentes columnas (si procede), de acuerdo a las necesidades, en donde se instalarán los interruptores automáticos (incluido el seccionador para la conexión del grupo electrógeno móvil o estacionario), con relés de disparo y enclavados con sus correspondientes interruptores automáticos, así mismo se dispondrá de un analizador de red. Estos interruptores alimentarán al embarrado general del que partirán los distintos interruptores que alimentarán los distintos CCM a la batería de condensadores automáticos y al módulo fijo para cada transformador si los hubiera, así como al armario general de alumbrado.

Todas las salidas dispondrán de interruptor automático magneto térmico de potencia adecuada, de corte omnipolar con relé de protección diferencial ajustable, así como del toroidal correspondiente.

El cálculo de la corriente de cortocircuito y de defecto electrodinámico de los embarrados e interruptores automáticos deberá realizarse teniendo en cuenta la potencia total de los transformadores instalados, incluido el de reserva.

Todo el material utilizado (cables, canaletas, bornas, etc.) será no propagador de la llama y con baja emisión de gases y humos, tóxicos y corrosivos, según UNE-EN 6033224 y UNE 5026725.

En la parte inferior del armario se instalará una barra de tierra horizontal en pletina de cobre con sección de acuerdo al REBT, identificada con los colores verde-amarillo, para realizar la puesta a tierra de todas las partes sin tensión de los equipos

8.3.1.2.- Cuadros de protección y mando

El cuadro general de protección y mando, así como los cuadros de bombas, desodorización, control limpiador y equipo de desbaste, se ubicarán en el local de cuadros y desodorización, de forma que el público no tenga acceso a los mismos y donde no exista riesgo de incendio y explosión.

La aparamenta de dichos cuadros estará formada por:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, con protección diferencial destinada a la protección contra contactos directos e indirectos conforme a la ITC-BT 24.
- Contendrán protecciones contra sobreintensidades (interruptores magnetotérmicos) y de protección contra contactos directos e indirectos (interruptores diferenciales) para cada uno de los circuitos.
- Los interruptores magnetotérmicos constituyen las protecciones contra sobreintensidades motivadas por sobrecargas o cortocircuitos. Así pues, para una correcta elección de los magnetotérmicos se ha de tener en cuenta:
- Intensidades máximas admisibles de los conductores a proteger, que se obtienen de las tablas de las instrucciones ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-19 según el tipo de conductor.
- Intensidad de cortocircuito en el punto de instalación.

En referencia a este último aspecto, una técnica conocida como filiación nos permite utilizar un dispositivo de protección con un poder de corte inferior a la corriente de cortocircuito prevista en el punto en el que se ha instalado, con tal de que aguas arriba se disponga de otro dispositivo que, con el poder de corte requerido, deje pasar una energía soportable por el dispositivo situado aguas abajo.

Mediante esta técnica se logra una instalación mucho más económica, ya que el dimensionado de los interruptores aguas abajo puede ser inferior a los requerimientos iniciales.

Los interruptores diferenciales constituyen dispositivos de protección contra los contactos tanto directos como indirectos.

El contacto de una persona con un elemento en tensión puede ser directo o indirecto. Se dice que es directo cuando dicho elemento se encuentra normalmente en tensión. Por el contrario, el contacto se define como indirecto si el elemento ha sido puesto en tensión accidentalmente, por ejemplo, por un fallo de aislamiento.

Estos dispositivos están compuestos por:

- Transformador toroidal.
- Relé electromecánico.
- Mecanismo de conexión y desconexión.
- Circuito auxiliar de prueba.

Su funcionamiento se basa en que, cuando la suma vectorial de las intensidades que pasan por el transformador es distinta de cero, en el secundario de dicho transformador se induce una tensión que provoca la excitación del relé dando lugar a una desconexión del interruptor.

Para que se produzca la apertura, el valor de la corriente de fuga debe ser superior a un determinado valor. Este valor constituye la sensibilidad del aparato.

Según la ITC-BT-24, la sensibilidad de los interruptores diferenciales depende de la resistencia a tierra de las masas:

- En emplazamientos secos:
- En emplazamientos húmedos o mojados:

Donde Is es la sensibilidad en amperios del interruptor a utilizar.

8.3.1.3.- Centro Control de Motores (C.C.M.)

Se dotará a la instalación de los CCM que se precisen, albergando un cubículo para cada equipo unitario, instalándose preferentemente en una sala auxiliar independiente.

El CCM podrá ser compacto según fabricante de bombeo

Los CCM serán autoportantes, para montaje sobre suelo, y de diseño normalizado. El grado de protección será como mínimo IP-547. Todas las partes metálicas de la envolvente se protegerán contra la corrosión mediante un proceso de desengrasado, fosfatado, imprimación y capa de pintura epoxi secada al horno

El cuadro de baja tensión, dispondrá de los siguientes elementos en acometida:

- Analizador de redes con pantalla LCD , con posibilidad de colocarle un módulo de comunicaciones (RS-485 ó RS-232) ARE versión estándar (LCD) más trafos de intensidad TA 600 trafo barra pasante 4000/5
- Debiendo disponer de salidas a motores con Arrancador suave
- Interruptores automático fijo de caja moldeada con relé termomagnético (TMD), regulación térmica: 0.7…1 x Ith , magnético fijo, neutro protegido al 100%

En caso de CCM extraíbles estarán montados como máximo seis columnas, estando cada una de ellas dividida en varias celdas o cubículos.

En la primera columna se situará el interruptor general automático magnetotérmico con relé diferencial ajustable y toroidal, así como un amperímetro, un voltímetro con conmutador de fases y un transformador de mando de 380/24V.

En las diferentes columnas se colocarán los distintos cubículos extraíbles para cada equipo unitario compuesto por disyuntor-interruptor magnetotérmico, interruptor diferencial de 300 A, contactor tripolar y relés auxiliares (tanto de maniobra, señalización como de potencia), así como relé térmico diferencial.

En la puerta frontal se situarán los pilotos de señalización y el pulsador de rearme del relé térmico.

Estos cuadros incluirán un regletero normalizado intermedio, en donde se conectarán todas las señales de entrada al autómata y de salida del mismo.

8.3.2.- Aparellaje eléctrico adicional

Todo el aparellaje eléctrico, cumplirá con la legislación vigente sobre material eléctrico. El arranque de los motores se podrá efectuar de forma manual desde la botonera del motor y en automático desde el PLC.

8.3.3.- Componentes

La botonera a pie de motor será de tipo de caja estanca de fundición de aluminio, con grado de protección IP-65. Tendrá selector O (parada), M (manual), A (automático); así como de seta para parada de emergencia.

Todos los cuadros eléctricos llevarán elemento detector de falta de fase de tipo eléctrico y otro de sobretensión que protegerán a todos los equipos.

Las acometidas a los cuadros entrarán a ellos por medio de prensaestopas, a excepción de los CCM a los cuales entrarán directamente desde la canaleta ubicada debajo de los mismos, una vez que pasen por los interruptores y demás elementos de protección, irán a un embarrado de pletina de cobre, desde donde se realizará la distribución hacia los distintos elementos, manteniendo a ser posible una distribución en franjas verticales dentro del cuadro.

Las distintas fases quedarán señalizadas en el embarrado mediante los colores normalizados e iguales para cada cuadro y fase.

Todo el cableado de maniobra se realizará terminando las puntas de los conectores en terminales de presión, los cuales hasta 6 mm2 serán de tipo preaislado.

Todas las puntas de los conductores serán numeradas de acuerdo al esquema eléctrico a que pertenezcan. La distribución del cableado en los cuadros se realizará a través de canaletas de material plástico, de apertura y cierre rápido y nunca se mezclarán dentro del mismo cuadro distinto tipo de energía.

Todos los cuadros (unitariamente) dispondrán de una cartera interior, en donde se depositará una copia del esquema eléctrico de dicho cuadro, tanto de fuerza, mando, maniobra y señalización.

Los cuadros instalados en el interior ya sea para alumbrado, o para mando y protección de motores, se realizarán en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa transparente construidos de modo y manera que cumplan las siguientes normas:

- Protección: IP559 según UNE 20.324

- Doble aislamiento: Clase IIA según UNE EN 61.140

- Clase térmica: B 1301C según UNE 21.305

- Interinidad nominal: 1.000 A.

- Tensión nominal: 660 V.

Los cuadros exteriores serán del mismo tipo, pero fabricados con pasta opaca sobre la que irán montados los elementos de mando control y señalización, que a su vez irán protegidos con puerta transparente dotada de burletes elastoméricos que garanticen su estanquidad, según especificaciones de protección IP559.

Siempre existirá un mínimo de 25% de la superficie (uniformemente repartida) de cada cuadro libre, en condiciones de poder ser utilizada para ampliaciones o modificaciones. Las canaletas interiores como máximo se utilizarán al 75% de su capacidad.

Todos los elementos de mando, control y señalización se marcarán de forma indeleble según DIN 40.719 y estarán en coherencia con los esquemas de conexión.

Los armarios se señalizarán con placas de aviso según DIN 40.008.

Todos los circuitos de mando y señalización se realizarán a tensión de 24 V. C.A. mediante circuitos separados (transformadores) y protegidos mediante interruptores automáticos bipolares.

Con el fin de evitar caídas innecesarias de tensión, las bobinas de los contactores serán alimentadas a 220V mediante relés auxiliares situados en el circuito de mando a 24V de C.A.

Tanto los circuitos de 220V como los de 24V serán protegidos con interruptores magnetotérmicos bipolares.

En la definición de pulsadores, interruptores y lámparas de señalización se tendrá en cuenta el tipo de protección máxima posible según DIN 40.050 y deberá cumplir las siguientes premisas:

- Diámetro preferente de montaje Ø 30,5 mm.

- Separación entre taladros según DIN 43.696.

- Marcado y posición según DIN 43.605.

- Sentido de accionamiento según DIN 43.602.

Como uniones de cable se utilizará bornas en hilera con rótulos de referencia. No se permitirá en ningún caso las bornas de porcelana o similar.

Igualmente, no se permitirán bases portafusibles tipo porcelana o similares.

En el caso de utilizar cables unifilares se atenderá a los colores determinados en las normas vigentes.

Todos los aparatos de conexión, por ejemplo: contactores, finales de carrera, interruptores, etc., deberán cumplir las normas VDE 0660. Para tener una vida garantizada, se elegirá según la mejor clase del aparato siguiendo la tabla nº 7 de la VDE 0660.

La carga de los contactores no sobrepasará el 75% de su potencia nominal. Todos los aparatos se montarán en su estado original y sin ninguna modificación.

8.3.3.1.- Protecciones

- **protecciones contra sobreintensidades**

Todos los circuitos que parten del cuadro general irán protegidos mediante interruptores diferenciales de corte omnipolar, calibrados de acuerdo con las cargas de los circuitos y en ningún caso su calibre será superior a la densidad de corriente del conductor que de él parte. La protección contra cortocircuitos estará asegurada por dichos interruptores, siendo su poder de corte superior a la Icc prevista.

- **protecciones contra contactos directos e indirectos**

La protección de personas contra los contactos directos se realizará según lo establecido en ITC-BT-24, mediante la conjunción de las medidas siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas (bajo tensión) de la instalación de modo que sea imposible un contacto fortuito.
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación.
- Aislamiento de las partes activas de la instalación.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Para las protecciones contra contactos indirectos, se tomarán las indicadas en el apartado 2 de la ITC-BT-24.

Aparte de las medidas anteriores, se incluirán las de la clase B, asociando la puesta a tierra de las masas mediante conexiones equipotenciales con dispositivos de corte por intensidad de defecto, de tal forma que un defecto franco no pueda producir un potencial a tierra superior a: 24 V para locales húmedos y 50 V para locales secos, para lo cual el valor de la resistencia a tierra será inferior al valor:

en donde:

R = Valor de puesta a tierra.

Is = Valor de la sensibilidad en Amperios del interruptor diferencial.

Sustituyendo para Is = 0,03 A.

Siendo el valor máximo de la resistencia a tierra 800 ohmios.

8.3.4.- Conductores eléctricos

La totalidad de cableado de fuerza y maniobra se realizará teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

Las secciones de los conductores se determinarán de acuerdo al R.E.B.T. en sus instrucciones complementarias ITC-BT-06 (para conductores de tensión nominal de aislamiento de 1000 V instalados al aire), ITC-BT-07 (tensión de aislamiento de 1000 V en instalación enterrada) e ITC-BT-19 (instalaciones interiores prescripciones generales).

En cada zona de la edificación existirá como mínimo, una base enchufe mural estanca de 3P+T de 33 A para servicios auxiliares.

Todas las conexiones dentro de las cajas de derivación estancas, se realizarán por medio de bornas.

De proyectarse instalación de cable no empotrado, contará con su correspondiente protección mecánica.

Para la alimentación a las bombas sumergibles se utilizará cable eléctrico con las especificaciones técnicas siguientes: apantallado, resistente al agua y adecuado para su uso en atmósferas con riesgo de incendio o explosión.

Las intensidades máximas admisibles serán las correspondientes a las cargas previstas según las tablas de Intensidades máximas admisibles de las citadas instrucciones, teniéndose en cuenta además los factores de corrección por agrupamiento y temperatura, para el presente caso, se considerará la temperatura ambiente de 30ºC.

La conductividad óhmica mínima del cobre será del noventa y ocho por ciento (98%) de la del patrón internacional

La carga de rotura del cable ya acabado no será inferior a treinta 30 kg/mm², de sección, y el alargamiento permanente en el momento de producirse la rotura no será inferior al veinte por ciento (20%).

Con carácter general se emplearán cables de alta seguridad libres de halógenos, no propagadores del incendio (según UNE 5026632), con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos (según UNE 50267) y con producción de humo de baja opacidad (según UNE 6103433).

Cuando los cables discurran al aire o sobre bandeja tendrán una tensión asignada de 0,6/1 kV, respondiendo a los tipos RZ1-K (AS) o DZ1-K (AS), según UNE 21123, partes 434 y 535, respectivamente. Cuando se trate de instalaciones bajo tubo podrán emplearse cables de tensión asignada de 450/750 V, que responderán al tipo H07Z1-K (AS), según UNE 21100236.

En el caso particular de los circuitos de alumbrado de emergencia no autónomo, alarma, control, comunicaciones O cualquier otro elemento de seguridad se emplearán cables resistentes al fuego (según UNE EN 5020037), que responderán al tipo SZ1-K (AS+), según UNE 21102538.

En el caso particular de las acometidas a maquinas que se instalen sin protección de tubo, el cable empleado será multipolar, con tensión de aislamiento 0,6/1 kV y armado, respondiendo al tipo RZ1MZ1-K (AS), según UNE 21123. En caso contrario se emplearán conductores de uso general protegidos con tubo anillado mecanizado mediante racores de tipo judodix.

En cualquier caso, los conectores estarán dimensionados, para la intensidad de arranque del motor, estarán protegidos para IP 68 y dispondrán de características antideflagantes y antiexplosivas acordes a la clasificación del anteproyecto para cada zona.

En el caso particular de equipos portátiles o móviles se utilizarán cables con cubierta de policloropreno que responderán al tipo H07ZZ-F (AS), según UNE 2102739.

En cada caso, las intensidades permanentes máximas serán las que prescriba la Instrucción ITC BT 19 (Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales).

Los cables de alimentación se dimensionarán de acuerdo con las siguientes condiciones mínimas:

- Alimentación a motores: 125% del valor nominal.
- Alimentación a CCM: igual al valor nominal del interruptor general automático.
- Transformadores (primario y secundario): 125% de la potencia nominal.
- Alimentación a paneles de alumbrado: 125% de la carga conectada con corrección de 1,8 para lámparas de descarga.

Los cables se dimensionarán para limitar la caída de tensión debida a las cargas iniciales como sigue:

- Cables de alimentación: 1% de la tensión nominal.
- Tensión en los terminales del motor: como máximo 3% de la tensión nominal con la carga normal de operación.
- Alumbrado: 3% de la tensión nominal de la lámpara.
- 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.
- La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación
- Para los circuitos de media tensión, la sección de los cables vendrá impuesta por la más desfavorable de las siguientes condiciones: el nivel de cortocircuito del sistema eléctrico o la carga del circuito.
- Cuando se instalen dos o más cables en paralelo, debido a las exigencias de la carga o la caída de tensión, los cables no se dimensionarán para el nivel total de cortocircuito, excepto para faltas propias.

Las secciones mínimas para los cables de baja tensión serán las siguientes:

- Fuerza: 4 mm²
- Alumbrado: 2,5 mm²
- Control: 1,5 mm²
- Alumbrado exterior: 6 mm²
- Tomas de corriente y motores fraccionales: 2,5 mm²

No se podrán combinar cables a diferentes tensiones dentro de un mismo multiconductor, excepto para control de motores, enclavamientos eléctricos, etc.

Los factores de corrección para el dimensionado de los cables estarán de acuerdo con las normas UNE aplicables y con las recomendaciones del fabricante. Para unificar criterios en el diseño, se utilizará un coeficiente de agrupamiento para cable de baja tensión de 0,5 enterrado en zanja y 0,7 para cable aéreo.

Los terminales de los cables serán del tipo de presión sin soldadura.

Los conductores de reserva de los cables se conectarán a terminales de reserva

8.3.5.- Cableado para instrumentación

Esta especificación cubre los requisitos de cableado y las consideraciones de diseño que se refieran a sistemas de señales de instrumentación tales como instrumentos electrónicos, termopares, alarmas, termómetros de resistencia, niveles, alimentaciones y todos los sistemas de seguridad intrínseca.

El cableado entre los CCM y los instrumentos en campo será mediante multicables, que terminarán en campo.

El cableado entre las cajas de derivación y los instrumentos será por cable armado de dos o tres conductores apantallados y trenzados. En ciertos casos, cuando un número suficiente de instrumentos estén centralizados en una zona concreta, se podrá situar una segunda caja próxima a éstos, conectándose ésta con la anterior mediante multicable y con los instrumentos con cable simple de dos o tres conductores.

Todas las entradas de cables deberán evitar posibles focos de fuego y/o altas temperaturas, aislándose convenientemente cuando esto sea posible.

Las cajas de conexión deberán ser localizadas de modo que la interconexión entre éstas y los instrumentos locales tenga el menor recorrido posible.

El recorrido de cables simples entre cajas de conexión e instrumentos será aéreo. Todo el cableado aéreo se realizará en tubos de acero.

La instalación bajo conduit no será requerida excepto en los interiores de los paneles locales y cuando sea utilizado será de acero rígido galvanizado en caliente por inmersión, con rosca NPT y boquillas de protección de plástico

El conduit rígido cumplirá con la norma ANSI C-80.1.

Los multicables serán previstos con reserva suficiente al inicio del diseño. No menos del 25% de reservas se preverá para el momento de arranque de la planta para posibles aplicaciones y mantenimiento. Todos los pares de reserva serán conectados y perfectamente identificados en la sala de control y en las cajas de derivación.

Las cajas de derivación tendrán agujeros suficientes para permitir que todas las reservas puedan ser utilizadas cuando se considere oportuno, siempre garantizando los niveles de protección mínimos IP 65.

Cada multicable tendrá un par de hilos telefónicos que serán conectados en ambos extremos, esto es, en la caja de derivación y en la sala de control.

Entre los cables de instrumentos y las fuentes posibles de interferencias (interruptores, paneles de contactores, paneles de control de motores, rectificadores, transformadores y máquinas rotativas) se mantendrá la máxima separación posible. Como regla general, un mínimo de 3 metros se debe dejar entre las fuentes de posibles interferencias y los terminales abiertos de los instrumentos.

Todos los equipos eléctricos generadores de ruido o interferencias, deberán ser cubiertos con una envoltura metálica siempre que sea posible.

Los racks que contengan regletas de terminales para instrumentos deberán ser totalmente metálicos.

Entre cables de instrumentos y cables de potencia, en recorridos paralelos, se mantendrá la máxima separación posible.

En el caso de instrumentos especiales, tales como analizadores, niveles en tanques, etc., los cables se suministrarán en estricto acuerdo con la especificación requerida por el fabricante del equipo. Estos cables especiales se proveerán, en cualquier caso, con pantalla, armadura y cubierta exterior resistente a la humedad de acuerdo con los requisitos generales de esta especificación.

Todos los cables de instrumentos deberán ser instalados en una sola tirada, sin empalmes de ningún tipo

8.3.6.- Componentes y canalizaciones

8.3.6.1.- Canaletas

- La canalización interior se realizará con tubo rígido de PVC y bandeja lisa con tapa de PVC. Deberán ser conformes a las normas UNE-EN 6153726 y UNEEN 5008527. Con resistencia al fuego M1 según UNE-EN 2372728. Los accesorios de montaje, como soportes, uniones, codos, estarán fabricados en el mismo material. La tornillería de fijación será de acero inoxidable A4. No se admitirán bandejas con un espesor inferior a 2 mm. La altura de sus laterales será de un mínimo de 60 mm. El general tendrá el fondo ranurado y la tapa lisa.
- Se establecerá una distancia no inferior a 3 cm con la superficie de otra canalización no eléctrica.
- En caso de proximidad con conductos de calefacción, aire caliente o humo, se establecerá una distancia conveniente, de manera que no se puedan transmitir temperaturas que pudieran resultar peligrosas.
- En caso de paralelismo con otras canalizaciones que pudieran dar lugar a condensaciones, se evitará su instalación por debajo de las mismas, a menos que se tomen los medios necesarios para protegerlas. Las canalizaciones se dispondrán para que el control de los conductores, su identificación, reparación, aislamiento, localización y separación de las partes averiadas e incluso sustitución de los deterioros, sea de fácil ejecución. Dichas canalizaciones se encontrarán diferenciadas unas de las otras, ya sea por la naturaleza o tipo de los conductores, como por sus dimensiones o trazado. Si la identificación fuera complicada, siempre que lo permita la instalación, se colocarán etiquetas o señales indicativas.
- Entre el tramo final de las canalizaciones por bandeja y el receptor, la canalización se realizará únicamente bajo tubo protector. Para su trazado se seguirán preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que formen la estructura.
- Los tubos serán convenientemente fijados mediante los accesorios correspondientes, colocando los registros que se consideren convenientes, de modo que la introducción y retirada de los conductores se realice del modo más seguro, para que la cubierta no sea dañada.

8.3.6.2.- Conducciones

- Todas las conducciones utilizadas se instalarán cumpliendo con las ITC BT 20 y 21 del REBT. Los conductos que deberán utilizarse dependiendo de su instalación, serán:
    - El diámetro de los tubos de canalización, será para cada clase utilizada, conforme a la que se indica en las tablas de la ITC-BT-21.
- En canalizaciones subterráneas:
    - tubo de PE de 110 mm de diámetro mínimo y 2,3 mm de espesor (según UNE-EN 50086-24), con uniones a presión.
    - Tendido a un mínimo de 60 cm de profundidad, medido a nivel de suelo terminado.
- Embebido en solera de hormigón:
    - tubo de acero rígido de pared fina, galvanizado electrolítico, con uniones roscadas mediante manguito, según UNE-EN 1025529.
- Los extremos libres irán sin roscar y protegidos con caperuzas de PVC.
- Adosado a paredes o techos:

  - tubo de acero rígido de pared fina y galvanizado electrolítico, o tubo rígido de polímero termoplástico libre de halógenos (según UNE-EN 5026730). Uniones roscadas o embutidas.
  - Fijaciones tratadas contra la corrosión, de doble patilla.

- Acometidas a máquinas: tubo flexible anillado con alma metálica. Uniones mediante racores tipo judodix.
- Empotrado en paredes o falsos techos: tubo aislante, flexible de PVC reforzado.
- En las cámaras y falsos techos el tubo deberá quedar grapado.
- Las uniones realizadas en los conductos deberán mantener las mismas características de rigidez y estanqueidad de la tubería.
- Las canalizaciones que emergen del terreno, las canalizaciones en arquetas, las que comunican locales diferentes, deberán sellarse para evitar la penetración de cuerpos extraños, la transmisión de líquidos, humedades y olores.
- En las zonas de especial riesgo o de gran concentración de cables, se adoptarán medidas específicas de sellado o con elementos prefabricados.
- Las que comuniquen con locales con riesgo de explosión, deberán sellarse con masillas ignífugas, con una calificación de resistencia al fuego de al menos 90 minutos, según DIN 410231.
- Se dispondrán arquetas en todos los cambios de dirección, así como en los tramos intermedios para facilitar el tiro del cable.
- Las cajas de registro serán estancas con un IP no inferior a 65. Las entradas de tubos se realizarán con prensaestopas adecuadas al diámetro de los mismos.
- Las canalizaciones que discurran por zonas ATEX serán adecuadas para su instalación en zona 1.
- El paso de una zona protegida a otra no protegida se realizará con pasamuros sellados con resina epoxi.
- Las arquetas podrán ser prefabricadas o de construcción "in situ".

8.3.6.3.- Cajas de paso y derivación

- Las cajas presentarán aislamiento eléctrico en toda su superficie. El anteproyecto justificará el grado de protección IP correspondiente que como mínimo será IP 55.
- En ambientes húmedos y locales mojados se emplearán necesariamente cajas de superficie ciegas, sobre las que se troquelarán las entradas necesarias para la acometida de los tubos, dotándose de racores con el grado de aislamiento IP que corresponda.
- La fijación se realizará mediante tornillos de acero inoxidable, por lo que deberán ir provistas de taladros en su fondo. Para que las fijaciones sean resistentes a la corrosión, etc., se pondrán volanderas de nailon en tornillos o en su defecto tapones de silicona.
- Las conexiones se harán siempre dentro de las cajas, y con bornes

8.4.- INSTALACIÓN DE TIERRAS

- Las tomas de tierra estarán formadas a base de pica con cable de cobre desnudo de 50 mm2 para la red de tierra general, derivándose desde esta red hasta los armarios con cable de 35 mm2.
- Se instalará una red de tierras formada por pozos equipados de picas de acero-cobre de 200 cm de longitud y 18 mm de diámetro, colocándose uno en las inmediaciones de cada armario.

- Las masas metálicas de los distintos equipos, se conexionarán a la red general mediante cable de 35 mm2.
- Las partes metálicas no conductoras de corriente de los equipos eléctricos principales, tales como motores, transformadores, cercas de subestaciones, cuadros, arrancadores, etc., se conectarán a la red de tierra, o si el equipo queda lejos de la misma, a una o más picas u otro medio adecuado.
- La resistencia eléctrica de cualquier parte metálica conectada a tierra, así como la red de tierra, no será superior a 5 Ω
- El cable de tierra se enterrará a 0,50 m de profundidad, como mínimo. Se procurará, siempre que sea posible, instalarlo sin tensiones ni uniones.
- Siempre que sea posible será instalado en la misma zanja o bandeja que los cables de fuerza. Si esto no fuese posible se enterrará directamente en el suelo.
- Las picas de tierras se espaciarán 3 m como mínimo.
- La puesta a tierra de motores de baja tensión, estaciones de soldadura, paneles, etc., se realizará mediante un cuarto conductor en el cable de alimentación a estos equipos y además independientemente del anterior, por medio de otro cable a la red de tierra, desde un tornillo roscado situado en las patas o nervios del motor.
- La puesta a tierra de los motores de media tensión se realizará directamente a la red de tierra, conectándolo a la borna correspondiente con que vendrá provisto el motor.
- Las luminarias y estaciones de maniobras se pondrán a tierra mediante un conductor adicional incorporado en el cable de alimentación o control.
- Las cajas principales de derivación de los circuitos de alumbrado, enchufes y alumbrado de emergencia se conectarán a la red general de fuerza.
- Las puertas y vallas de los parques de transformadores, se pondrán a tierra mediante cables conectados directamente a la red de tierra.
- En general se usará soldadura aluminotérmica de alto punto de fusión para las conexiones a equipos y para empalmes en los cables. Los equipos móviles se conectarán a tierra con conectores del tipo de grapa.
- Las conexiones del anillo principal a los equipos principales, se realizará a través de puentes de prueba, que permitan el control periódico del sistema.
- Las conexiones se protegerán contra la corrosión, mediante cintas o masillas.

8.5.- MOTORES ELÉCTRICOS

- Los motores eléctricos instalados serán los de máxima eficiencia energética (IE2-IE3).
- Deberán estar construidos en materiales que faciliten su refrigeración y dotados de ventilador independiente cuando sea necesario.
- El rendimiento de los motores eléctricos será; en cualquier caso; superior al 85%, con un factor de potencia siempre mayor que 0,8.
- Todos los motores dispondrán de elementos que minimicen la corriente en el arranque. Los motores cuyo régimen de funcionamiento se prevea continuo se dotarán con arrancadores suaves, mientras que los que puedan trabajar a diferentes regímenes de velocidad, se dotarán con variadores de frecuencia.
- Serán construidos como mínimo para un IP67, y su aislamiento será como mínimo de clase F. Estarán pintados con protección anticorrosión.

- Los motores incluidos en zonas susceptibles de riesgo de explosión, deberán de ser anti-deflagrantes, homologados para el cumplimiento de la normativa de atmosferas explosivas.
- Todos los motores eléctricos de potencia igual o superior a 10 kW dispondrán de protección de temperatura en los bobinados mediante PT100, conectado a un elemento de seguridad que permita la parada del motor cuando se alcancen temperaturas criticas de funcionamiento.
- En la medida de lo posible se evitarán la transmisión mediante correas.
- Todos los motores susceptibles de llevar regulación de velocidad mediante variador de frecuencia tendrán que poder trabajar a los niveles de baja frecuencia sin calentamiento, siendo este de aproximadamente 10-15 Hz.

8.5.1.- Sistema de arranque y control de motores

- Todos los motores eléctricos dispondrán en campo de un cuadro de control que permita la selección del modo de trabajo: local-remoto; marcha-paro en modo local y el enclavamiento en el CCM del equipo, pudiéndose rearmar única y exclusivamente desde el propio CCM.
- Los motores que estén regulados en velocidad, estarán controlados por un variador de frecuencia y se integrarán en el sistema de control. Dispondrán a su vez de un panel de control instalado en el cuadro eléctrico que permitirá su configuración y arranque manual.
- Siempre que no estén regulados a través de un variador de frecuencia, los motores eléctricos de potencias inferiores a 5 kW dispondrán de un equipo de control de consumos, marcha, paro y protección.
- Siempre que no estén regulados a través de un variador de frecuencia, los motores eléctricos de potencia igual o superior a 5 kW dispondrán de un arrancador suave, con control de consumos marcha, paro y protección, conexionado a través del bus de campo Profibus al control distribuido de la planta.
- Dispondrán de una protección diferencial adecuada a las peculiaridades de estos equipos Motorreductores
- Los motorreductores estarán diseñados en base a la máxima eficiencia energética (IE2-IE3). Seguirán la tipología de los de la instalación existente.
- Deberán estar construidos en materiales que faciliten su refrigeración y dotados de ventilador independiente cuando sea necesario.
- Serán construidos como mínimo para un IP67, y su aislamiento será como mínimo de clase F. Estarán pintados con protección anticorrosión.
- Los motores incluidos en zonas susceptibles de riesgo de explosión, deberán de ser anti-deflagrantes, homologados para el cumplimiento de la normativa de atmosferas explosivas.
- Todos los motorreductores de potencia igual o superior a 10 kW dispondrán de protección de temperatura en los bobinados mediante PT100, conectado a un elemento de seguridad que permita la parada del motor cuando se alcancen temperaturas criticas de funcionamiento.
- Todos los motorreductores susceptibles de llevar regulación de velocidad mediante variador de frecuencia tendrán que poder trabajar a los niveles de baja frecuencia sin calentamiento, siendo este de aproximadamente 10-15 Hz.
- Todos los motorreductores de más de 1 kW dispondrán de limitador de par electrónico.

8.5.2.- Regulación del caudal

- Si la potencia de cada una de las bombas instaladas es superior a 15 kW y se requiere gestión de caudal se equiparán con un variador de frecuencia para la regulación de la velocidad, y, por lo

tanto, de su caudal de bombeo. Para ello, deberá instalarse un sistema de medición de nivel en continuo mediante ultrasonidos. Los variadores deberán cumplir con las especificaciones de la norma UNE-EN 61.800.

- Cuando la potencia de las bombas sea inferior a 15 kW (y no sea preceptivo, en consecuencia, el empleo de variadores de frecuencia), la regulación del caudal se realizará mediante varias boyas, complementarias a la de emergencia o alarma.
- Cuando la potencia de las bombas sea superior a 15 kW (y, en consecuencia, se empleen variadores de frecuencia para la regulación del caudal), se instalarán, además, dos boyas, una para el nivel mínimo y otra para el máximo que permitan regular el caudal en caso de avería del medidor de ultrasonidos en continuo.
- La potencia individual de los variadores instalados deberá ser, aproximadamente, un 25% superior a la nominal de cada bomba.
- La regulación de la velocidad se realizará mediante una entrada de tensión en correspondencia con las revoluciones de la bomba. La impedancia de entrada al variador para dicho control no será inferior a 20 kV. El tiempo de aceleración y de deceleración recomendado para los variadores es de 0,02 – 500 Hz/s, disponiendo curvas en S (suaves) programables para aceleración y deceleración.
- La salida del variador alimentará al motor de la bomba a 380 V, 50 Hz. El variador, por su parte, se alimentará a la entrada con una red trifásica de 380 V 15%, 50 Hz.
- La protección de los componentes del variador será, al menos, del grado IP 21.
- Los variadores se instalarán, siempre que sea posible, en un armario diferente al del controlador programable e irán equipados con los siguientes equipos para las señales de operación y control:
    - Entrada:
        - Filtro EMC de entrada: entorno 3 y 4.
        - Filtro de armónicos: bobinas de choque con el 3% de impedancia.
    - Salida:
        - Eficiencia a plena carga: >97%
        - Frecuencia de modulación: 4 a 8 kHz sin pérdidas.
        - Filtro dV/dt de salida: 500 a 800 V/μs en función de la potencia.
        - Longitud de cable de salida: 300 m.
    - Temperatura de operación: -30 hasta 50ºC.
    - Entradas analógicas aisladas ópticamente.
    - Chapa base electrocincada, pintura polvo polimerizada 100ºC, 400h cámara niebla salina
    - Chapas internas bicromatadas, 90h cámara niebla salina
    - Tarjetas control con barniz selectivo de serie estándares UNE-EN 61086-1:2004,UNE-EN 61086-3-1:2004.
    - Regulador PID interno que permita el control de diferentes funciones (control de nivel, bombeo a presión constante, etc.) y que sea autoajustable sin necesidad de un control externo.
    - Tarjeta de comunicación RS 232 ó RS 485 que posibilite el control del variador desde algún equipo remoto.

- Dos entradas analógicas (como mínimo), una de ellas configurable a 0 – 10 Vcc y la otra estará diseñada para señal de control de 4 a 20 mA
- Seis entradas digitales (como mínimo), tres de ellas configurables
- Dos relés de salida (como mínimo) a 250Vac/30Vdc/2A, uno de ellos conmutado y el otro normalmente abierto.
- Panel de control LCD alfanumérico de 32 caracteres de iluminación, donde se tendrá información de la temperatura del motor y de la frecuencia. Deberá disponer de la posibilidad de control local o remoto.
- Los variadores deberán cumplir con la normativa de seguridad vigente en España para aparatos instalados en locales húmedos, y con la Directiva Europea de compatibilidad electromagnética 89/336/CEE y sus modificaciones posteriores.
- En particular, la compatibilidad electromagnética de estos equipos deberá ser conforme a las normas UNE-EN 55.011 y UNE-EN 61.000-6. La seguridad eléctrica cumplirá con la norma UNE-EN 61.010.

8.5.3.- Grupo electrógeno

- En los bombeos ubicados en zonas sensibles o que carezcan de la posibilidad de alivio en caso de parada eléctrica, se deberá instalar un grupo electrógeno con capacidad suficiente para alimentar a los equipos electromecánicos de la estación de bombeo (bombas, polipasto, rejas, cuchara, etc.)
- En su defecto se preverá conexión a cuadro general

8.6.- ºPROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de 1 unidad de extintor de eficacia equivalente 89 B en cada estación de bombeo

8.7.- VENTILACIÓN DE LA SALA DE CUADROS ELÉCTRICOS

Para garantizar la ventilación de la sala de cuadros eléctricos se han dispuesto rejillas de ventilación entre el exterior e interior a diferente altura y ventanas de comunicación entre la sala de bombeo y la sala de cuadros eléctricos.

Adicionalmente, y con objeto de estar del lado de la seguridad ante obturaciones, se dispondrán 1 ventilador de 1.500m3/h en todos los bombeos, los cuales se actuarán mediante un termostato.

Todos los cuadros de motores, arrancadores y otros elementos dispondrán de ventilación forzada según se ha indicado anteriormente, de forma que se garantizará que la temperatura de funcionamiento diseñados cumple con los requisitos especificados.

9.- INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

9.1.- NIVELES DE ILUMINACIÓN

La instalación de alumbrado se realizará teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

- Alumbrado interior:
  - El alumbrado en los espacios interiores, se realizará usando pantallas estancas.
  - Todas las conexiones dentro de las cajas de derivación que serán estancas, se realizarán mediante bornas.

- El nivel de iluminación (E) se define como el flujo luminoso por unidad de superficie. Se mide en Lux. En general se toma como referencia el nivel de iluminación a una altura de 0,8 metros (plano de trabajo).
- El nivel de iluminación será adecuado a las actividades a realizar en el local considerado, con el fin de asegurar la comodidad de las personas en todas las dependencias del edificio, y cumplir con las disposiciones legales en materia de seguridad e higiene en lugares de trabajo, en locales destinados a tal fin.
- El alumbrado proyectado cumplirá con las exigencias dispuestas en el Código Técnico de la Edificación, según lo dispuesto en el DB HE Ahorro de energía: HE 3 Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación.

- Existirán dispositivos de Alumbrado de Emergencia adecuados a las dimensiones y naturaleza del local, capaz de mantener, al menos durante una hora, una intensidad de 5 lux y su fuente de energía será independiente del sistema normal de iluminación.
- El equipo brillará uniformemente, será fácil de desmontar y limpiar, y llevará un cierre que no permita el depósito interior de partículas de polvo ni cuerpos extraños para el de tipo cerrado. El anteproyecto justificará el IP necesario que, como mínimo, será IP 65.
- Todos los balastos o transformadores llevarán su correspondiente condensador para corregir su cosϕ a un valor mínimo del 0,85.
- Todo el alumbrado de áreas exteriores se controlará por medio de células fotoeléctricas.
- Todas las armaduras de alumbrado serán fácilmente accesibles para facilitar la reposición de las lámparas.
- Todos los elementos de alumbrado (luminarias, cajas de derivación y/o paso, tomas de corriente), se identificarán en el plano y en la instalación con el número de circuito que corresponda mediante etiquetas indelebles de intemperie.
- Los bloques autónomos de alumbrado de emergencia que se instalen serán de tipo permanente y con tecnología de LED.
- Se dispondrá de alumbrado de emergencia que facilite la evacuación de la instalación en caso de fallo garantizando su autonomía durante un periodo mínimo de 60 minutos.
- Todos los báculos de las luminarias serán de acero galvanizado en caliente, dotados de los elementos que faciliten las operaciones de montaje y reparación. Disponiendo de los elementos de seguridad anticaídas cuando la altura lo requiera.
- El nivel de iluminación exterior de viales en general no será inferior a 15 lux.
- El nivel de iluminación exterior en aparcamientos no será inferior a 20 lux.
- La iluminación interior media será de: instalación de alumbrado normal prevista, contempla la obtención de las siguientes iluminancias medias:
  - Sala de control y laboratorios: 500 lux
  - Despachos: 300 lux
  - Taller-almacén: 300 lux
  - Salas de cuadros: 200 lux
  - Salas de proceso: 200 lux
  - Servicios y vestuarios: 200 lux
  - Pasillos y zonas comunes: 150 lux

9.2.- ALUMBRADO INTERIOR

- Los aparatos de alumbrado a utilizar serán del tipo fluorescente, con portalámparas de seguridad, reactancia electrónica, conectándose la carcasa mediante conductor de protección a la red de tierra equipotencial de la instalación.

- Los circuitos de alimentación a los aparatos de alumbrado fluorescente o de descarga, estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas.
- La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1.8 veces la potencia en watios de los receptores.
- Todos los receptores, llevarán incorporados condensadores compensadores del factor de potencia de forma individual que asegure un valor del Cos φ próximo a 1.
- Las luminarias instaladas en los locales con peligro de explosión irán marcadas con el distintivo comunitario Ex.
- La tensión de alimentación para la iluminación será de 220 V entre fase y neutro, estableciendo un perfecto equilibrio entre las tres fases en la repartición de las cargas de cada circuito.
- Los conductos de iluminación serán de PVC y dispondrá de cajas normalizadas
- El cableado interior por los conductos se hará en sistema monofásico y tierra.
- Se utilizarán tubos fluorescentes de tonalidad 54, temperatura de color 6.200 K y rendimiento en color del 72%. Los equipos irán montados dentro de las pantallas y el factor de potencia estará compensado a 0,9 como mínimo mediante condensadores individuales

9.3.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA

- El alumbrado de emergencia tiene por objeto asegurar la iluminación, en caso de fallo de red, en las diferentes dependencias y accesos hasta las salidas o iluminar otros puntos de interés como los medios manuales de extinción de incendios o cuadros eléctricos.
- Se instalará alumbrado de emergencia en la salida de los locales y en las zonas de paso.
- El alumbrado de emergencia está constituido por aparatos autónomos de funcionamiento automático, estancos IP65 en el local de desodorización y cuadros, y antideflagrante Exd IIB-T4 en el local sala de bombas

9.4.- ALUMBRADO EXTERIOR

- En el diseño y cálculo se han aplicado las condiciones técnicas que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior, conforme al Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de alumbrado exterior, con el fin de mejorar la eficiencia energética de dicha instalación. Asimismo, la ITC-BT-09 del REBT, establece las especificaciones técnicas que han de cumplir las instalaciones de alumbrado exterior para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento.
- El encendido y apagado del alumbrado exterior estará controlado por un reloj astronómico digital.
- Todo el alumbrado de áreas exteriores se controlará por medio de células fotoeléctricas y se tomarán medidas de ahorro eléctrico mediante reguladores de flujo donde sea posible.
- Todas las armaduras de alumbrado serán fácilmente accesibles para facilitar la reposición de las lámparas.
- Todos los elementos de alumbrado (luminarias, cajas de derivación y/o paso, tomas de corriente), se identificarán en el plano y en la instalación con el número de circuito que corresponda mediante etiquetas indelebles de intemperie.
- Los bloques autónomos de alumbrado de emergencia que se instalen serán de tipo permanente y con tecnología de LED.
- Se dispondrá de alumbrado de emergencia que facilite la evacuación de la instalación en caso de fallo garantizando su autonomía durante un periodo mínimo de 60 minutos.

- Todos los báculos de las luminarias serán de acero galvanizado en caliente, dotados de los elementos que faciliten las operaciones de montaje y reparación. Disponiendo de los elementos de seguridad anticaídas cuando la altura lo requiera.
- El alumbrado exterior se realiza con cable RV-0,6/1 kV sección mínima 6 mm2, canalización bajo tubo de PVC.
- En todos los puntos de luz se realizará su correspondiente arqueta de derivación dotada de ficha de conexión y fusibles calibrados. Para las canalizaciones de la red de alumbrado exterior se utilizará tubo de PVC de 110 mm de diámetro.
- La tensión de alimentación para la iluminación será de 220 V entre fase y neutro, estableciendo un perfecto equilibrio entre las tres fases en la repartición de las cargas de cada circuito.

9.5.- MECANISMOS

Se ha previsto instalar los siguientes mecanismos:

- Interruptor estanco IP65 en el local de desodorización y cuadros.
- Interruptor antideflagrante Exd IIB-T4

9.6.- PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra se establece principalmente con el objeto de:

- Limitar la tensión que con respecto a tierra pueda darse en las masas metálicas de la instalación en un momento dado.
- Asegurar la actuación de las protecciones.
- Eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería por defecto en los elementos de la instalación.

El sistema de puesta a tierra consta de: Toma de tierra, conductores de protección, derivaciones de la línea principal de tierra y línea principal de tierra.

A partir de las líneas principales de tierra, derivarán líneas de tierra a los cuadros generales de alumbrado y fuerza, así como las necesarias para las conexiones equipotenciales, no siendo en ningún caso las derivaciones principales inferiores a 16mm² de sección en cobre. De las bornas o pletinas de puesta a tierra en cuadros generales, partirán los conductores de protección cuyas secciones se calcularán según la Tabla 2 de la ITC-BT-19, en ningún caso, el valor de resistencia a tierra R, será tal que cualquiera de las masas pueda dar lugar a tensiones de contacto V superiores a 24 V en locales húmedos, y a 50 V en locales secos, teniendo en cuenta que los interruptores diferenciales a instalar tendrán una corriente de defecto S = 0,03 mA.

En primer lugar, la red de alumbrado público estará protegida contra los efectos de las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos) que puedan presentarse en la misma (MIE BT 020), por lo tanto, se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

Protección a sobrecargas: Se utilizará un interruptor automático o fusibles ubicados en el cuadro de mando, desde donde parte la red eléctrica (según figura en anexo de cálculo). La reducción de sección para los circuitos de alimentación a luminarias (2,5 mm²) se protegerá con los fusibles de 6 A existentes en cada columna.

Protección a cortocircuitos: Se utilizará un interruptor automático o fusibles ubicados en el cuadro de mando, desde donde parte la red eléctrica La reducción de sección para los circuitos de alimentación a luminarias (2,5 mm²) se protegerá con los fusibles de 6 A existentes en cada columna.

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos (MIE BT 021) se han tomado las medidas siguientes:

Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por el acerado.

Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura (cuadro de mando y registro de columnas).

Aislamiento de todos los conductores con EPR (DN-K 0,6/1 kV), con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

En tercer lugar, para la protección contra contactos indirectos (MIE BT 021) se ha utilizado el sistema de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. Para ello se han dispuesto los siguientes elementos:

Puesta a tierra de las masas: A lo largo de toda la canalización, se ha tendido un conductor de Cu desnudo de 35 mm² de sección enterrado a 50 cm y en contacto con el terreno, el cual conectará con picas de Cu de 14 mm. de diámetro ubicadas en las arquetas adosadas a columnas, sirviendo ambos de electrodos artificiales (MIE BT 039). Esta red de tierra quedará unida a todas las masas metálicas de la instalación (columnas y cuadro de mando).

Dispositivos de corte por intensidad de defecto: Se utilizará un interruptor diferencial de 30 mA ubicado en el cuadro de mando, desde donde parte toda la red eléctrica.

9.6.1.- TIERRA DE PROTECCIÓN

La tierra de protección se realizará con cable de cobre desnudo de 35mm² formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos y equipos metálicos; irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP55.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

ANEJO-3: SITUACIÓN ACTUAL

ÍNDICE

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO....1
2.- ENCUADRE GENERAL....1
2.1.- SISTEMA TAPIA DE CASARIEGO....1
2.1.1.- Tapia de Casariego....2
2.1.2.- Campos de Salave....35
2.1.3.- Campos, Porcía, el Vallín y el Picón....45
2.1.4.- La Roda....45
2.1.5.- Cortaficio y Folgueiras....45
2.1.6.- Las Poleas, San Antonio, Mántaras, A Paloma, Viademonte (Parcialmente) 48
2.2.- SISTEMA DE SERANTES....51
2.2.1.- Red de colectores....52
2.2.2.- Estación de bombeo de Santa Gadea....59
2.2.3.- E.D.A.R. Serantes....59
2.2.4.- Saneamiento de "EL VALLE DE SAN AGUSTIN"....65
2.3.- SISTEMA RAPARLCUARTO-CALAMBRE....66
2.3.1.- Colectores....66
2.3.2.- E.D.A.R. Rapalcuarto....68
3.- CONCLUSIÓN....71

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente documento tiene por objeto exponer el esquema de saneamiento de Tapia de Casariego y su situación actual, como punto de partida para la definición de las obras objeto de actuación.

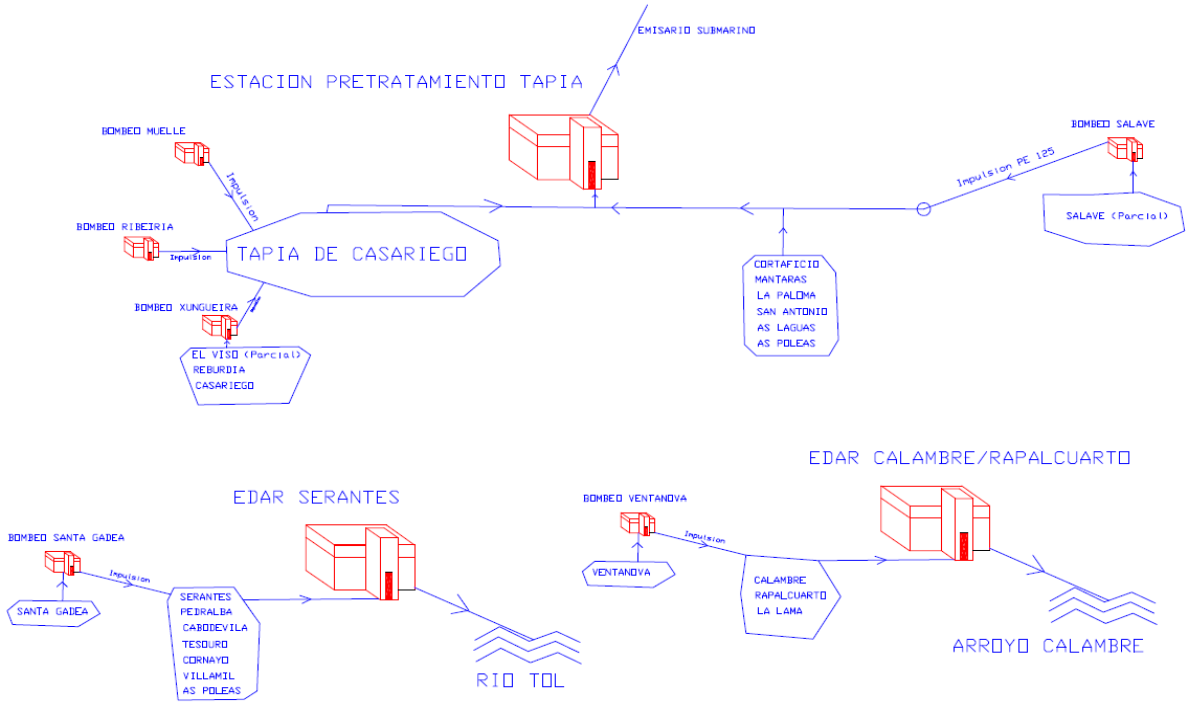
Este anejo, aunque recoja el estudio desarrollado de la totalidad del concejo solo se aplicará a la parte del saneamiento que se ejecutará en el presente anteproyecto.

2.- ENCUADRE GENERAL

El concejo de Tapia de Casariego tiene una superficie de 65,99 Km2. y una población de 3.929 habitantes, con una densidad de 64,68 habitantes por Km2. La ubicación del municipio es la siguiente: 43º 56’ N. 6º 57’ W. Administrativamente está compuesto de cuatro parroquias: Tapia, La Roda, Serantes, Campos y Salave.

La orografía presenta dos unidades bien diferenciadas: la rasa costera, que se extiende por la mitad norte del municipio, que es una plataforma de abrasión marina sobre la que se depositan sedimentos y cuyas características han favorecido el asentamiento humano. Y la sierra prelitoral, formada por las estribaciones norteñas de la sierra de la Bobia.

El esquema de la red de saneamiento existente se encuentra estructurada según se cita a continuación:



2.1.- SISTEMA TAPIA DE CASARIEGO

El sistema de Tapia de Casariego dispone de un pretratamiento con un emisario general de 500 m de PE, no existiendo una Depuradora de tratamiento de agua residual.

El sistema recoge en el pretratamiento las aportaciones de la red de saneamiento unitario de aguas residuales de diversos núcleos y Parroquias:

- Campos de Salave:
    - Las aguas negras y parte de las pluviales (estimadas a partir de la aportación parcial de tejados y cubiertas de viviendas) se recogen a través de colector general

de 315mm PVC la red de saneamiento unitario de aguas negras de Salave desarrollada parcialmente.

- No incorpora actualmente Porcía, Campos, el Vallón, ni la parroquia de la Roda, aunque la red de colectores construidos a partir del proyecto de 2003 considera dichas aportaciones

- Los núcleos de Cortaficio, Mántaras, la Paloma, San Antonio, As Laguas, As Poleas incorporan las aguas negras a lo largo del colector general de 315 PVC que discurre en dirección Tapia de Casariego, y cuyas aportaciones generales están dimensionadas para un funcionamiento como sistema mixto de aguas residuales (aguas negras +un % de aguas pluviales correspondiente fundamentalmente a la aportación de tejados y cubiertas)
- Tapia de Casariego: La aportación de de Tapia de Casariego y núcleos limítrofes, se estructura en dos cuencas claramente diferenciadas,
  - Cuencas aportadas por gravedad: Se corresponde a la cuenca de aportación del núcleo urbanos y rural cuya cota es superior al pretratamiento. Se dispone de una red de colectores con diámetros comprendidos entre 200 y 400 mm que recogen las aguas aportadas por gravedad hasta el pretratamiento.
  - Cuencas que requieren un bombeo: Corresponde a las cuencas que vierten hacia el río Aguileira, río Muria, que son resueltas mediante tres bombeos (bombeos muelles, bombeo Ribeira y bombeo Xungueira) que elevan el agua residual de aguas negras de cada subcuenca hasta un colector interceptor general (denominado "colector-A") que vierte hacia el pretratamiento
    - Bombeo del muelle: Barrio de San Blas (parcial), muelle, puerto, etc.
    - Bombeo de Ribeira: Barrio de San Blas
    - Bombeo de Xungueira; recoge las aguas del Viso (parcial), Reburdia, Entre-playas y Casariego

  De forma general se considera un sistema separativo a excepción del bombeo del "Puerto" que considera la recogida de un porcentaje de las pluviales. Se dispone de una red de colectores comprendidos entre 300mm y 500 mm, siendo 300mm el diámetro mínimo. Los materiales utilizados son principalmente fibrocemento y PVC

  El dimensionamiento hidráulico se realizó para pendientes comprendidas entre 0.5% y 30%, con velocidades entre 0.6 y 3 m/s.

A continuación, se detallan los subsistemas:

2.1.1.- Tapia de Casariego

El saneamiento del sistema de Tapia de Casariego engloba a las poblaciones siguientes: Tapia Villa. Mántaras. Lagunas. La Viña. San Antonio. Casariego, Outeiro. La Rerela. La Lota v El Viso.

El sistema se desarrolló en base al proyecto de 1987 desarrollado por AQUAPLAN, donde se aprovecha la red de colectores que existían, y se ejecuta un sistema predominantemente separativo donde existiera red de pluviales separativas y también englobase las redes unitarias en algunos tramos de colector existentes que recogían parte de escorrentía superficial.

La red de aguas negras se diseñó para una población con crecimiento de 3%, lo que resultó 10.505 habitantes con una superficie global de 36.881 Ha. La dotación actual fue 200l/s, y la futura de 300 l/s.

La aportación máxima que el proyecto consideró fueron 70 l/s, si bien la capacidad del

colector-A de entrega al pretratamiento era de 317l/s, así como las capacidades de los colectores de Mántaras, San Antonio y futuras conexiones de Campos de Salave sería mayor.

La única red que se consideró separativa fue el barrio de pescadores

Los caudales punta de pluviales se diseñó para un coeficiente de escorrentía C=0.8, con I10=69.66 mm/h y Tiempo de concentración tc=10 minutos. El resultado fue diseñar varias redes de colectores que fueran capaces de coger parte (un porcentaje) de la escorrentía superficial de lluvias y adoptar vertederos en la estación de bombeo del puerto, con una dilución 3x Qm

A continuación, se adjuntan los principales datos con los que se diseño la Red:

POBLACIÓN	**Actual**		**Futura**
Núcleo de tapia	año1987	crecimiento	año 2009
Población fija	1.757	1%	2.187
Población estacional	3.940	3%	7.549
Población total(hab)	5.697		9.736

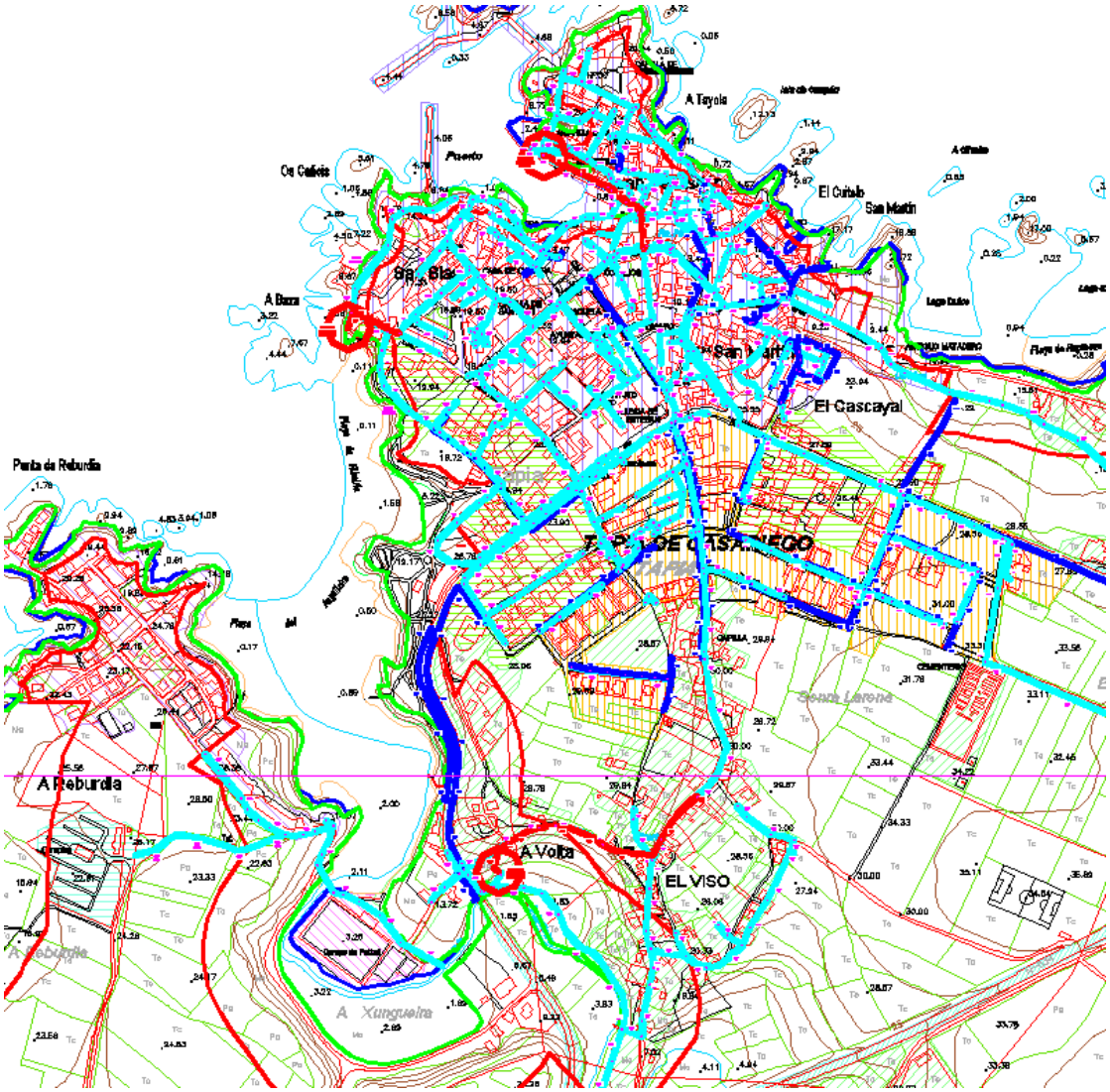
Núcleos del entorno de Tapia	año1987	crecimiento	año 2009
Casariego	72		
El Visto	90		
La Lota			
La Volta	17		
Outeiro	25		
La Peleta	10		
Viacoba	24		
Subtotal-1	**238**	1%	296
Mántaras	181		
San Antonio	138		
La Viña	60		
Subtotal-2	**379**	1%	472
Subt1+Subt2	**617**		**768**

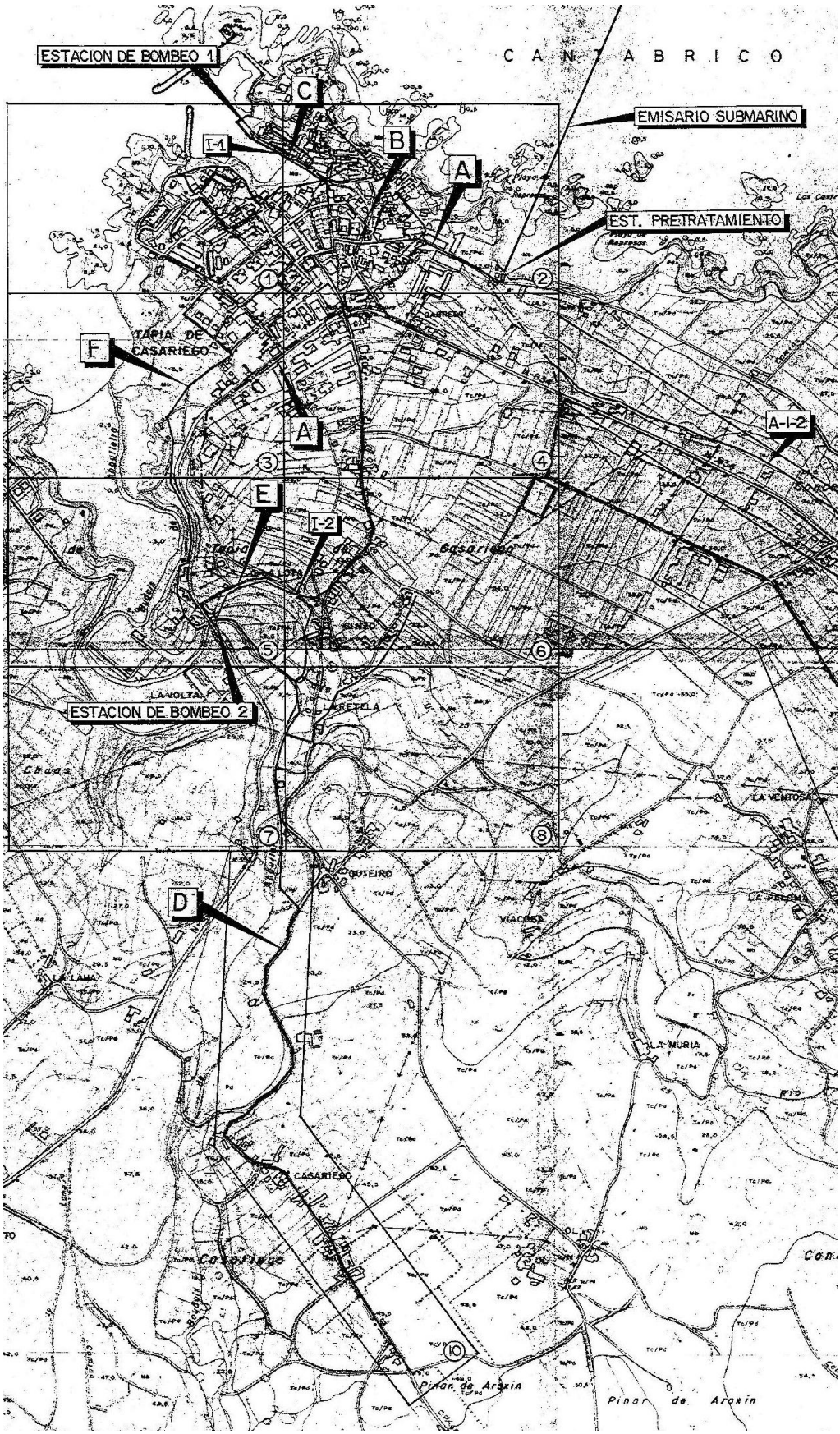
Total	**6.314**		**10.504**
AGUAS NEGRAS			
CAUDALES MEDIOS VERANO	**Actual**		**Futura**
Dotación l/hab-d	200		300
Bombeo del Viso	**0,55**		**1,03**
Bombeo del Puerto =26,6% de la población núcleo urbano	**3,43**		**8,79**
Resto de caudales por gravedad	**10,64**		**26,66**
Total Caudal emisario VERANO	**14,62**		**36,47**
CAUDALES PUNTA VERANO			
Coef. Punta	1,94		1,94
Bombeo del Viso	**1,07**		**2,00**
Bombeo del Puerto =26,6% de la población núcleo urbano	**6,65**		**17,05**
Resto de caudales por gravedad	**20,63**		**51,71**
Total Caudal emisario	**28,35**		**70,76**
AGUAS PLUVIALES			
	Tipo de sistema	Coef. Dilución	Caudal l/s =max (Coef.Diluc x Qm; Qp)
Bombeo del Viso	Separativo	1,00	2,00
Bombeo del Puerto =coef. Dilución x Qm	Unitario	3,00	26,37

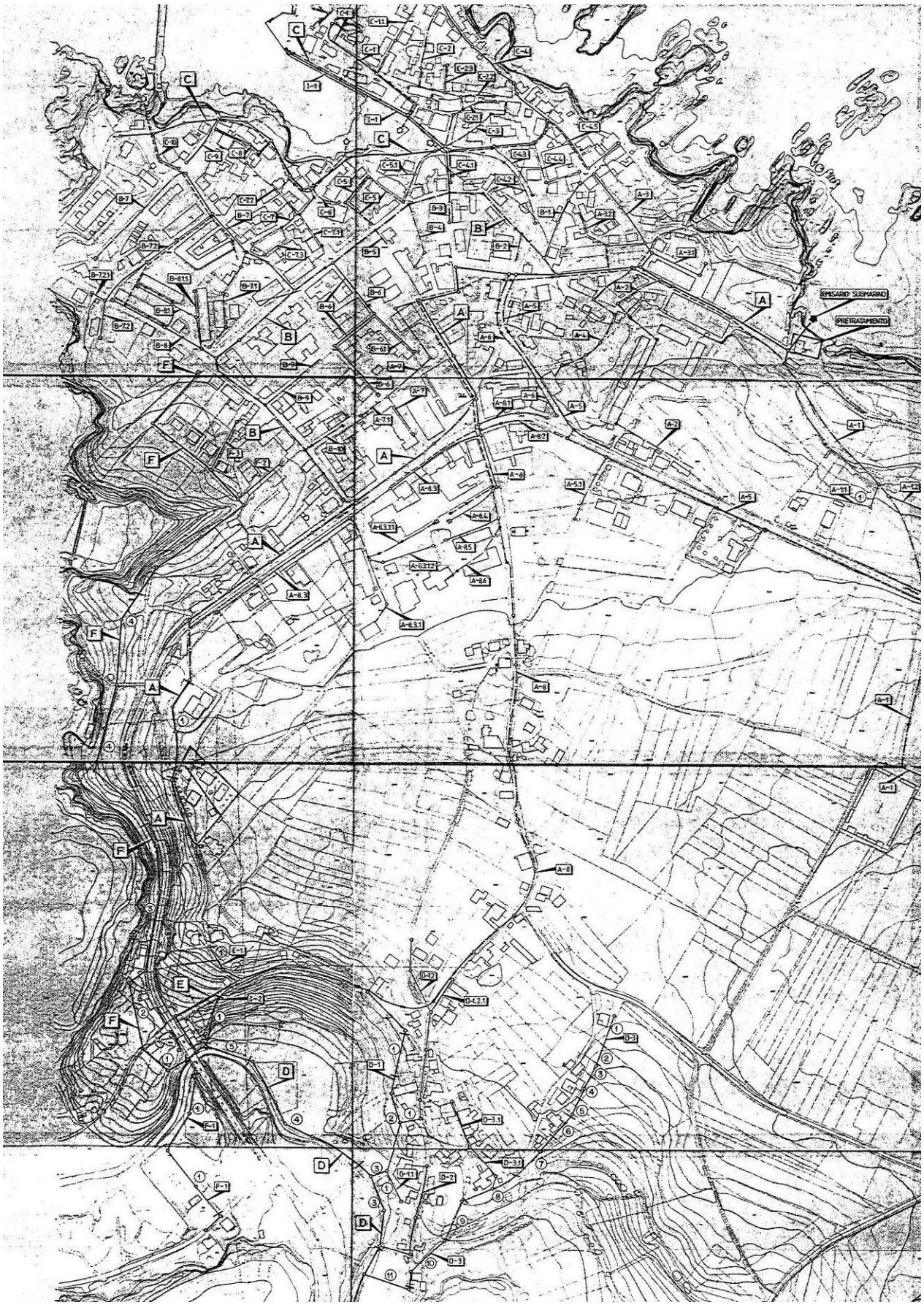
CAUDALES TOTALES	
TOTAL	**Futura (L/S)**
Qp	80,08
Qf=Qm	36,47
QP (separativa)	0
Qip	0
Qmax = Qp+Qf+QP+Qip	116,55

2.1.1.1.- Red de colectores generales

A continuación, se adjunta esquema de red de colectores, cuyo detalle se incluye en el Documento- nº2: Planos. En color azul claro la red de colectores de aguas negras o mixtas (negras+ pluviales), en color azul oscuro, la red de pluviales y en rojo la ubicación e impulsiones de los bombeos.




ESTACION DE BOMBEO 1
C
B
A
I-1
CANTABRICO
EMISARIO SUBMARINO
EST. PRETRATAMIENTO
TAPIA DE CASARIEGO
F
A
A-I-2
E
I-2
ESTACION DE BOMBEO 2
D
CASARIEGO
Pinar de Arexin


EMISARIO SUBMARINO
PRETRATAMIENTO

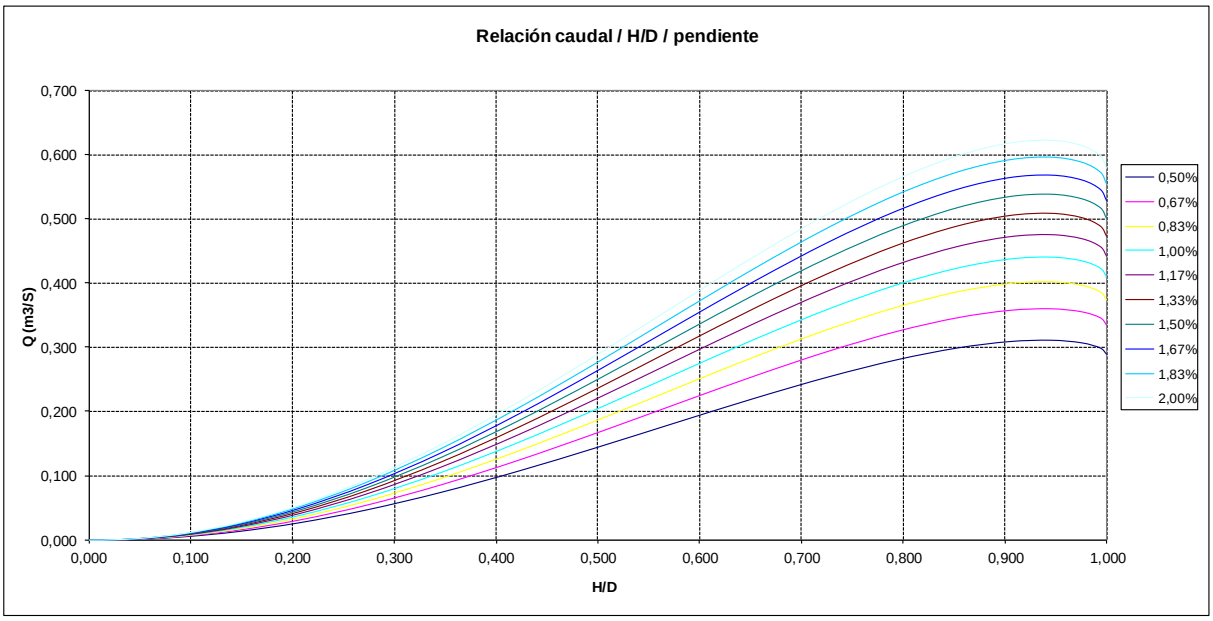
a) <u>Colectores de aguas fecales y sistemas mixtos</u>

La red de colectores existentes parte de la antigua red que fue remodelada como consecuencia del proyecto de saneamiento de Tapia de Casariego redactado por la empresa AQUAPLAN. Por lo tanto, existen colectores del antiguo saneamiento que se han integrado en el nuevo sistema que está realizado con tubería de fibrocernento de diámetro igual o superior a 300 mm.

La red consta de ocho colectores principales (A.B.CD,E.F.G.H) a los que vierten el resto de los ramales y subramales. Los colectores tienen una longitud aproximada de 14.488m con diámetros comprendidos entre 300mm y 500 mm, siendo principalmente de fibrocemento y hormigón.

- Colector" A" parte del extremo Sur-Oeste del núcleo de Tapia de Casariego y la cruza de parte a parte hasta la estación de pretratarniento. A este colector vierten el resto de colectores principales bien por gravedad o por medio de impulsiones. vierte en la estación de pretratamiento. Tiene ocho ramales secundarios y los correspondientes subramales .

  Este se puede considerar el colector principal y su capacidad máxima es la capacidad de diseño de transporte de futuras ampliaciones . Su sección crítica se encuentra en la entrega al pretratamiento existente donde se alcanza una pendiente de 0.5% y la capacidad máxima de transporte es de 317l/s



- Colector "B" recoge las aguas residuales del centro del casco urbano. zona de San Blas. de la Iglesia hasta la calle Arquitecto Villamil y parte de la zona Este de Tapia de Casariego. vierte en el colector ·'A·' . Tiene ocho ramales y los correspondientes subramales
- Colector "c" recoge las aguas residuales del barrio de pescadores al Este del puerto y la zona Oeste del puerto que no puede verter al colector "B". termina en la estación de bombeo N° 1 situada en el puerto: de aquí por medio de una impulsión (l-l) se llevan las aguas residuales hasta el colector "B". Tiene diez ramales y los correspondientes subramales.
- Colector "D" recoge las aguas residuales de Casariego y La Retela terminando en la estación de bombeo N° 2 del Anguileiro. Tiene tres ramales y los correspondientes subramales.
- Colector "E" recoge las aguas residuales de La Lota y termina en la estación de bombeo N° 2. Tiene un ramal.
- Colector "F" recoge las aguas residuales de La Volta y de las casas al Oeste de la antigua carretera N-634 cercanas al campo de fútbol. Tiene un ramal. las aguas residuales de los colectores O. E y F que cont1uyen en la estación de bombeo N° :2 son impulsadas por (1-2) :al inicio del ramal A-5

del colector "A" .

- Colector "G" recoge las aguas residuales de la zona Este del puerto y termina en la estación de bombeo N° l . Tiene tres ramales.
- Colector "R" recoge las aguas residuales de la zona de La Ribeiría y de la calle Arquitecto Villarnil hacia el Oeste conocida como "las Casitas": termina en la estación de bombeo 1 ° 3 en la Ribeiria. Tiene un ramal. Desde la estación de bombeo N° 3 se impulsan las aguas residuales por (1-3) hasta el colector 8-7.2. Este sistema es en parte mixto (pluviales y fecales) y (fecales). Habiéndose modificado en gran parte durante la construcción la concepción inicial del proyecto.

Impulsiones (I-1. I-2. I-3) existen tres en polietileno de alta densidad de seis atmósferas.

Las características, superficies estimadas y pendientes se deducen de los cálculos hidráulicos del proyecto de 1982

A. Cálculos de superficies y poblaciones

CALCULO HIDRAULICO DE REDES DE SANEAMIENTO

PROYECTO: SANEAMIENTO DE TAPIA DE CASARIEGO

Caudales unitarios:

qmax (futuro) = 1.898 l/seg.Ha.
qmin (actual) = 0.060 l/seg.Ha.

COLECTOR Nº	TRAMO	SUP.PARCIAL Ha.	HABITANTES hab.	SUP.ACUMUL. Ha.
F-1	completo	0.208	59	0.208
F	inicial	0.156	44	0.156
	aportación F-1	0.208	59	0.364
E-1	completo	0.156	44	0.156
E	inicial	0.104	30	0.104
	aportación E-1	0.156	44	0.260
	final	0.156	44	0.416
D-3-1	completo	0.364	104	0.364
D-3	inicial	0.468	133	0.468
	aportación D-3-1	0.364	104	0.831
	final	0.052	15	0.883
D-2	completo	0.260	74	0.260
D-1-1	completo	0.156	44	0.156
D-1-2-1	completo	0.208	59	0.208
D-1-2	inicial	0.208	59	0.208
	aportación D-1-2-1	0.208	59	0.416
	final	0.156	44	0.571
D-1	inicial	0.260	74	0.260
	aportacion D-1-2	0.571	163	0.831
	intermedio	0.052	15	0.883
	aportación D-1-1	0.156	44	1.039
D	Desde Casariego	0.883	252	0.883
	intermedio	0.104	30	0.987
	aportación D-3	0.883	252	1.870
	aportación D-2	0.260	74	2.130
	aportación D-1	1.039	296	3.169
C-10	completo	0.104	30	0.104

COLECTOR Nº	TRAMO	SUP.PARCIAL Ha.	HABITANTES hab.	SUP.ACUMUL. Ha.
	aportación C-1-1	0.312	89	0.935
	final	0.312	89	1.247
C	inicial	0.104	30	0.104
	aportación C-10	0.104	30	0.208
	intermedio	0.104	30	0.312
	aportación C-9	0.156	44	0.468
	intermedio	0.208	59	0.675
	aportación C-8	0.208	59	0.883
	intermedio	0.208	59	1.091
	aportación C-7	1.039	296	2.130
	aportación C-6	0.156	44	2.286
	intermedio	0.312	89	2.597
	aportación C-5	0.727	207	3.324
	aportación C-4	2.389	681	5.714
	aportación C-3	0.312	89	6.026
	aportación C-2	1.454	414	7.480
	intermedio	0.156	44	7.636
	aportación C-1	1.247	355	8.883
	final	0.312	89	9.194
B-10	completo	0.208	59	0.208
B-9	completo	0.312	89	0.312
B-8-1-1	completo	0.208	59	0.208
B-8-1	inicial	0.312	89	0.312
	aportación B-8-1-1	0.208	59	0.519
	final	0.208	59	0.727
B-8	inicial	0.623	178	0.623
	aportación B-8-1	0.727	207	1.351
B-7-2-1	completo	0.104	30	0.104
B-7-2	inicial	0.052	15	0.052
	aportación B-7-2-1	0.104	30	0.156
	final	0.623	178	0.779
B-7-1	completo	0.519	148	0.519
B-7	inicial	0.779	222	0.779
	intermedio	0.156	44	0.935
	aportación B-7-2	0.779	222	1.714
	intermedio	0.727	207	2.441
	aportación B-7-1	0.519	148	2.961
	final	0.312	89	3.273
B-6-1	completo	0.208	59	0.208
B-6	inicial	0.416	118	0.416
	aportación B-6-1	0.208	59	0.623
	final	0.416	118	1.039
B-5	completo	0.104	30	0.104

COLECTOR Nº	TRAMO	SUP.PARCIAL Ha.	HABITANTES hab.	SUP.ACUMUL. Ha.
C-9	completo	0.156	44	0.156
C-8	completo	0.208	59	0.208
C-7-3	completo	0.104	30	0.104
C-7-2	completo	0.312	89	0.312
C-7-1	completo	0.260	74	0.260
C-7	inicial	0.104	30	0.104
	aportación C-7-3	0.104	30	0.208
	intermedio	0.156	44	0.364
	aportación C-7-2	0.312	89	0.675
	aportación C-7-1	0.260	74	0.935
	final	0.104	30	1.039
C-6	completo	0.156	44	0.156
C-5-1	completo	0.156	44	0.156
C-5	inicial	0.364	104	0.364
	aportación C-5-1	0.156	44	0.519
	final	0.208	59	0.727
C-4-5	completo	0.364	104	0.364
C-4-4	completo	0.260	74	0.260
C-4-3	completo	0.156	44	0.156
C-4-2	completo	0.156	44	0.156
C-4-1	completo	0.104	30	0.104
C-4	inicial	0.623	178	0.623
	aportación C-4-5	0.364	104	0.987
	intermedio	0.156	44	1.143
	aportación C-4-4	0.260	74	1.403
	intermedio	0.364	104	1.766
	aportación C-4-3	0.156	44	1.922
	intermedio	0.208	59	2.130
	aportación C-4-2	0.156	44	2.286
	aportación C-4-1	0.104	30	2.389
C-3	completo	0.312	89	0.312
C-2-3	completo	0.156	44	0.156
C-2-2	completo	0.208	59	0.208
C-2-1	completo	0.156	44	0.156
C-2	inicial	0.468	133	0.468
	aportación C-2-3	0.156	44	0.623
	intermedio	0.104	30	0.727
	aportación C-2-2	0.208	59	0.935
	intermedio	0.104	30	1.039
	aportación C-2-1	0.156	44	1.195
	final	0.260	74	1.454
C-1-1	completo	0.312	89	0.312
C-1	inicial	0.623	178	0.623

COLECTOR Nº	TRAMO	SUP.PARCIAL Ha.	HABITANTES hab.	SUP.ACUMUL. Ha.
B-4	completo	0.260	74	0.260
B-3	completo	0.156	44	0.156
B-2	completo	0.208	59	0.208
B-1	completo	0.416	118	0.416
B	inicial	0.468	133	0.468
	aportación B-10	0.208	59	0.675
	intermedio	0.260	74	0.935
	aportación B-9	0.312	89	1.247
	intermedio	0.416	118	1.662
	aportación B-8	1.351	385	3.013
	intermedio	0.416	118	3.428
	aportación B-7	3.273	932	6.701
	intermedio	0.260	74	6.961
	aportación B-6	1.039	296	7.999
	intermedio	0.104	30	8.103
	aportación B-5	0.104	30	8.207
	intermedio	0.104	30	8.311
	aportación B-4	0.260	74	8.571
	intermedio	0.156	44	8.727
	aportación B-3	0.156	44	8.883
	aportación I-1	9.194	2619	18.077
	intermedio	0.364	104	18.440
	aportación B-2	0.208	59	18.648
	intermedio	0.104	30	18.752
	aportación B-1	0.416	118	19.168
	final	0.104	30	19.271
A-9-6	completo	0.260	74	0.260
A-9-5	completo	0.104	30	0.104
A-9-4	completo	0.156	44	0.156
A-9-3-1-2	completo	0.104	30	0.104
A-9-3-1-1	completo	0.104	30	0.104
A-9-3-1	inicial	0.208	59	0.208
	aportación A-9-3-1-2	0.104	30	0.312
	aportación A-9-3-1-1	0.104	30	0.416
	final	0.104	30	0.519
A-9-3	inicial	0.416	118	0.416
	aportación A-9-3-1	0.519	148	0.935
	final	0.260	74	1.195
A-9-2	completo	0.208	59	0.208
A-9-1	completo	0.208	59	0.208
A-9	aportación I-2	3.948	1124	3.948
	intermedio	0.935	266	4.883
	intermedio	0.260	74	5.143
	intermedio	0.052	15	5.194
	aportación A-9-6	0.260	74	5.454
	aportación A-9-5	0.104	30	5.558
	aportación A-9-4	0.156	44	5.714
	intermedio	0.260	74	5.974
	aportación A-9-3	1.195	340	7.168
	aportación A-9-2	0.208	59	7.376
	aportación A-9-1	0.208	59	7.584
	final	0.156	44	7.740
A-8	completo	0.364	104	0.364
A-7	completo	0.312	89	0.312
A-6-1	completo	0.156	44	0.156
A-6	inicial	0.364	104	0.364
	aportación A-6-1	0.156	44	0.519
	final	0.208	59	0.727
A-5	completo	0.468	133	0.468
A-4-2	completo	0.156	44	0.156
A-4-1	completo	0.312	89	0.312
A-4	inicial	0.208	59	0.208
	aportación A-4-2	0.156	44	0.364
	intermedio	0.104	30	0.468
	aportación A-4-1	0.312	89	0.779
	final	0.104	30	0.883
A-3	completo	1.143	326	1.143
A-1-2	S.Antonio/La Viña	2.389	681	2.389
	final	0.519	148	2.909
A-1-1	completo	0.156	44	0.156
A-1	Desde Grupo Escolar	0.623	178	0.623
	intermedio	0.260	74	0.883
	aportación A-1-2	2.909	829	3.792
	aportación A-1-1	0.156	44	3.948
A	inicial	0.208	59	0.208
	intermedio	0.104	30	0.312
	intermedio	0.519	148	0.831
	aportación A-9	7.740	2205	8.571
	intermedio	0.416	118	8.986
	aportación A-8	0.364	104	9.350
	intermedio	0.312	89	9.662
	aportación A-7	0.312	89	9.973
	aportación A-6	0.727	207	10.701
	intermedio	0.156	44	10.856
	aportación B	19.271	5489	30.128
	intermedio	0.312	89	30.440

COLECTOR Nº	TRAMO	SUP.PARCIAL Ha.	HABITANTES hab.	SUP.ACUMUL. Ha.
	aportación A-5	0.468	133	30.907
	aportación A-4	0.883	252	31.323
	intermedio	0.156	44	31.479
	aportación A-3	1.143	326	32.621
	intermedio	0.312	89	32.933
	aportación A-1	3.948	1124	36.881
TOTALES			10505	

B.Cálculos hidráulicos

COLECTOR Nº	TRAMO	Q TRAMO lt/seg.	Q ACUMUL. lt/seg.	Q mínimo lt/seg.
F-1	completo	0,394	0,394	0,012
F	inicial	0,296	0,296	0,009
	aportación F-1	0,394	0,690	0,022
E-1	completo	0,296	0,296	0,009
E	inicial	0,197	0,197	0,006
	aportación E-1	0,296	0,493	0,016
	final	0,296	0,789	0,025
D-3-1	completo	0,690	0,690	0,022
D-3	inicial	0,887	0,887	0,028
	aportación D-3-1	0,690	1,577	0,050
	final	0,099	1,676	0,053
D-2	completo	0,493	0,493	0,016
D-1-1	completo	0,296	0,296	0,009
D-1-2-1	completo	0,394	0,394	0,012
D-1-2	inicial	0,394	0,394	0,012
	aportación D-1-2-1	0,394	0,789	0,025
	final	0,296	1,085	0,034
D-1	inicial	0,493	0,493	0,016
	aportacion D-1-2	1,085	1,577	0,050
	intermedio	0,099	1,676	0,053
	aportación D-1-1	0,296	1,972	0,062
D	Desde Casariego	1,676	1,676	0,053
	intermedio	0,197	1,873	0,059
	aportación D-3	1,676	3,549	0,112
	aportación D-2	0,493	4,042	0,128
	aportación D-1	1,972	6,014	0,190
C-10	completo	0,197	0,197	0,006
C-9	completo	0,296	0,296	0,009
C-8	completo	0,394	0,394	0,012
C-7-3	completo	0,197	0,197	0,006
C-7-2	completo	0,592	0,592	0,019
C-7-1	completo	0,493	0,493	0,016
C-7	inicial	0,197	0,197	0,006
	aportación C-7-3	0,197	0,394	0,012
	intermedio	0,296	0,690	0,022
	aportación C-7-2	0,592	1,282	0,041
	aportación C-7-1	0,493	1,775	0,056
	final	0,197	1,972	0,062
C-6	completo	0,296	0,296	0,009
C-5-1	completo	0,296	0,296	0,009
C-5	inicial	0,690	0,690	0,022
	aportación C-5-1	0,296	0,986	0,031
	final	0,394	1,380	0,044
C-4-5	completo	0,690	0,690	0,022
C-4-4	completo	0,493	0,493	0,016
C-4-3	completo	0,296	0,296	0,009

COLECTOR Nº	TRAMO	Q TRAMO lt/seg.	Q ACUMUL. lt/seg.	Q mínimo lt/seg.
C-4-2	completo	0,296	0,296	0,009
C-4-1	completo	0,197	0,197	0,006
C-4	inicial	1,183	1,183	0,037
	aportación C-4-5	0,690	1,873	0,059
	intermedio	0,296	2,169	0,069
	aportación C-4-4	0,493	2,662	0,084
	intermedio	0,690	3,352	0,106
	aportación C-4-3	0,296	3,648	0,115
	intermedio	0,394	4,042	0,128
	aportación C-4-2	0,296	4,338	0,137
	aportación C-4-1	0,197	4,535	0,143
C-3	completo	0,592	0,592	0,019
C-2-3	completo	0,296	0,296	0,009
C-2-2	completo	0,394	0,394	0,012
C-2-1	completo	0,296	0,296	0,009
C-2	inicial	0,887	0,887	0,028
	aportación C-2-3	0,296	1,183	0,037
	intermedio	0,197	1,380	0,044
	aportación C-2-2	0,394	1,775	0,056
	intermedio	0,197	1,972	0,062
	aportación C-2-1	0,296	2,268	0,072
	final	0,493	2,761	0,087
C-1-1	completo	0,592	0,592	0,019
C-1	inicial	1,183	1,183	0,037
	aportación C-1-1	0,592	1,775	0,056
	final	0,592	2,366	0,075
C	inicial	0,197	0,197	0,006
	aportación C-10	0,197	0,394	0,012
	intermedio	0,197	0,592	0,019
	aportación C-9	0,296	0,887	0,028
	intermedio	0,394	1,282	0,041
	aportación C-8	0,394	1,676	0,053
	intermedio	0,394	2,070	0,065
	aportación C-7	1,972	4,042	0,128
	aportación C-6	0,296	4,338	0,137
	intermedio	0,592	4,930	0,156
	aportación C-5	1,380	6,310	0,199
	aportación C-4	4,535	10,845	0,343
	aportación C-3	0,592	11,437	0,362
	aportación C-2	2,761	14,197	0,449
	intermedio	0,296	14,493	0,458
	aportación C-1	2,366	16,859	0,533
	final	0,592	17,451	0,552
B-10	completo	0,394	0,394	0,012
B-9	completo	0,592	0,592	0,019
B-8-1-1	completo	0,394	0,394	0,012
B-8-1	inicial	0,592	0,592	0,019
	aportación B-8-1-1	0,394	0,986	0,031
	final	0,394	1,380	0,044
B-8	inicial	1,183	1,183	0,037
	aportación B-8-1	1,380	2,563	0,081
B-7-2-1	completo	0,197	0,197	0,006
B-7-2	inicial	0,099	0,099	0,003
	aportación B-7-2-1	0,197	0,296	0,009
	final	1,183	1,479	0,047
B-7-1	completo	0,986	0,986	0,031

COLECTOR Nº	TRAMO	Q TRAMO lt/seg.	Q ACUMUL. lt/seg.	Q mínimo lt/seg.
B-7	inicial	1,479	1,479	0,047
	intermedio	0,296	1,775	0,056
	aportación B-7-2	1,479	3,254	0,103
	intermedio	1,380	4,634	0,146
	aportación B-7-1	0,986	5,620	0,178
	final	0,592	6,211	0,196
B-6-1	completo	0,394	0,394	0,012
B-6	inicial	0,789	0,789	0,025
	aportación B-6-1	0,394	1,183	0,037
	final	0,789	1,972	0,062
B-5	completo	0,197	0,197	0,006
B-4	completo	0,493	0,493	0,016
B-3	completo	0,296	0,296	0,009
B-2	completo	0,394	0,394	0,012
B-1	completo	0,789	0,789	0,025
	inicial	0,887	0,887	0,028
	aportación B-10	0,394	1,282	0,041
	intermedio	0,493	1,775	0,056
	aportación B-9	0,592	2,366	0,075
	intermedio	0,789	3,155	0,100
	aportación B-8	2,563	5,718	0,181
	intermedio	0,789	6,507	0,206
	aportación B-7	6,211	12,718	0,402
	intermedio	0,493	13,211	0,418
	aportación B-6	1,972	15,183	0,480
	intermedio	0,197	15,380	0,486
	aportación B-5	0,197	15,577	0,492
	intermedio	0,197	15,775	0,499
	aportación B-4	0,493	16,268	0,514
	intermedio	0,296	16,563	0,524
	aportación B-3	0,296	16,859	0,533
	aportación I-1	17,451	34,310	1,085
	intermedio	0,690	35,000	1,106
	aportación B-2	0,394	35,394	1,119
	intermedio	0,197	35,591	1,125
	aportación B-1	0,789	36,380	1,150
	final	0,197	36,577	1,156
A-9-6	completo	0,493	0,493	0,016
A-9-5	completo	0,197	0,197	0,006
A-9-4	completo	0,296	0,296	0,009
A-9-3-1-2	completo	0,197	0,197	0,006
A-9-3-1-1	completo	0,197	0,197	0,006
A-9-3-1	inicial	0,394	0,394	0,012
	aportación A-9-3-1-2	0,197	0,592	0,019
	aportación A-9-3-1-1	0,197	0,789	0,025
	final	0,197	0,986	0,031
A-9-3	inicial	0,789	0,789	0,025
	aportación A-9-3-1	0,986	1,775	0,056
	final	0,493	2,268	0,072
A-9-2	completo	0,394	0,394	0,012
A-9-1	completo	0,394	0,394	0,012
A-9	aportación I-2	7,493	7,493	0,237
	intermedio	1,775	9,268	0,293
	intermedio	0,493	9,761	0,309
	intermedio	0,099	9,859	0,312
	aportación A-9-6	0,493	10,352	0,327

COLECTOR Nº	TRAMO	Q TRAMO lt/seg.	Q ACUMUL. lt/seg.	Q mínimo lt/seg.
	aportación A-9-5	0,197	10,549	0,333
	aportación A-9-4	0,296	10,845	0,343
	intermedio	0,493	11,338	0,358
	aportación A-9-3	2,268	13,606	0,430
	aportación A-9-2	0,394	14,000	0,443
	aportación A-9-1	0,394	14,394	0,455
	final	0,296	14,690	0,464
A-8	completo	0,690	0,690	0,022
A-7	completo	0,592	0,592	0,019
A-6-1	completo	0,296	0,296	0,009
A-6	inicial	0,690	0,690	0,022
	aportación A-6-1	0,296	0,986	0,031
	final	0,394	1,380	0,044
A-5	completo	0,887	0,887	0,028
A-4-2	completo	0,296	0,296	0,009
A-4-1	completo	0,592	0,592	0,019
A-4	inicial	0,394	0,394	0,012
	aportación A-4-2	0,296	0,690	0,022
	intermedio	0,197	0,887	0,028
	aportación A-4-1	0,592	1,479	0,047
	final	0,197	1,676	0,053
A-3	completo	2,169	2,169	0,069
A-1-2	S.Antonio/La Viña	4,535	4,535	0,143
	final	0,986	5,521	0,175
A-1-1	completo	0,296	0,296	0,009
A-1	Desde Grupo Escolar	1,183	1,183	0,037
	intermedio	0,493	1,676	0,053
	aportación A-1-2	5,521	7,197	0,228
	aportación A-1-1	0,296	7,493	0,237
A	inicial	0,394	0,394	0,012
	intermedio	0,197	0,592	0,019
	intermedio	0,986	1,577	0,050
	aportación A-9	14,690	16,268	0,514
	intermedio	0,789	17,056	0,539
	aportación A-8	0,690	17,746	0,561
	intermedio	0,592	18,338	0,580
	aportación A-7	0,592	18,929	0,598
	aportación A-6	1,380	20,310	0,642
	intermedio	0,296	20,606	0,651
	aportación B	36,577	57,183	1,808
	intermedio	0,592	57,774	1,826
	aportación A-5	0,887	58,662	1,854
	aportación A-4	1,676	59,450	1,879
	intermedio	0,296	59,746	1,889
	aportación A-3	2,169	61,915	1,957
	intermedio	0,592	62,507	1,976
	aportación A-1	7,493	70,000	2,213

C.Análisis de capacidades máximas según tramo

DATOS : -Diametro
-Pendiente
-Caudal

CALCULOS:-Calado
-Velocidad
-Qsc: caudal seccion completa
-Vsc: veloc. seccion completa
-Qmax:caudal maximo

COLECTOR	TRAMO	DIAMETRO (mm.)	PENDIENTE (%)	CAUDAL (lt/s)	I	CALADO (mm.)	VELOCIDAD (m/s)
F-3	completo	300	5,40	0,394	I	12	0,64
F-2	completo	300	5,40	0,394	I	12	0,64
F-1	P-1 a P-6	300	1,30	0,394	I	18	0,43
	P-6 a P-8	300	0,50	0,394	I	18	0,27
F	P-1 a P-5	300	2,80	0,296	I	12	0,46
	P-5 a P-11	300	0,70	0,296	I	18	0,32
	P-11 a P-31	300	0,30	0,450	I	24	0,26
	P-31 a P-36	300	4,00	0,450	I	12	0,55
	P-36 a P-41	300	0,50	0,450	I	18	0,27
	P-41 a P-43	300	22,00	0,450	I	12	1,29
	P-43 a P-44	300	17,50	0,550	I	12	1,15
	P-44 a P-45	300	2,00	0,690	I	18	0,54
E-1	completo	300	11,70	0,296	I	12	0,94
E	P-1 a P-3	300	5,30	0,197	I	12	0,63
	P-3 a P-15	300	12,30	0,789	I	12	0,96
D-3-1	completo	300	3,20	0,690	I	18	0,68
D-3	P-1 a P-12	300	4,30	0,887	I	18	0,79
	P-12 a P-16	300	5,00	0,887	I	18	0,85
	P-16 a P-19	300	5,00	1,577	I	24	1,05
	P-19 a P-25	300	23,80	1,577	I	18	1,85
	P-25 a P-35	300	4,40	1,676	I	24	0,99
D-1-2-1	completo	300	2,30	0,394	I	12	0,42
D-1-2	P-1 a P-3	300	1,40	0,394	I	18	0,45
	P-3 a P-7	300	10,30	0,789	I	12	0,88
	P-7 a P-12	300	14,60	1,085	I	18	1,45
D-1-1	completo	300	1,50	0,296	I	12	0,34
D-1	P-1 a P-2	300	0,50	0,493	I	24	0,33
	P-2 a P-5	300	14,70	0,493	I	12	1,05
	P-5 a P-6	300	0,50	0,493	I	24	0,33
	P-6 a P-9	300	12,20	1,577	I	18	1,32
	P-9 a P-11	300	29,10	1,676	I	18	2,04
	P-11 a P-13	300	11,60	1,972	I	18	1,29
D	P-1 a P-5	300	2,60	1,676	I	24	0,76
	P-5 a P-6	300	1,30	1,676	I	30	0,63
	P-6 a P-10	300	3,20	1,676	I	24	0,84
	P-10 a P-15	300	0,90	1,676	I	30	0,53
	P-15 a P-23	300	4,10	1,676	I	24	0,96

COLECTOR	TRAMO	DIAMETRO (mm.)	PENDIENTE (%)	CAUDAL (lt/s)	I	CALADO (mm.)	VELOCIDAD (m/s)
	P-23 a P-28	300	7,10	1,676	I	18	1,01
	P-28 a P-33	300	0,90	1,873	I	30	0,53
	P-33 a P-38	300	1,50	1,873	I	30	0,68
	P-38 a P-40	300	3,90	1,873	I	24	0,93
	P-40 a P-43	300	6,60	1,873	I	24	1,21
	P-43 a P-46	300	2,50	1,873	I	24	0,75
	P-46 a P-47	300	15,30	1,873	I	18	1,48
	P-47 a P-48	300	6,60	1,873	I	24	1,21
	P-48 a P-51	300	2,63	1,873	I	24	0,77
	P-51 a P-68	300	0,30	1,873	I	42	0,39
	P-68 a P-69	300	0,30	3,549	I	54	0,46
	P-69 a P-71	300	0,30	4,042	I	60	0,49
	P-71 a P-78	300	0,30	6,014	I	66	0,52
C-10	completo	300	4,20	0,197	I	12	0,56
C-9	completo	300	5,00	0,296	I	12	0,61
C-8	completo	300	1,40	0,394	I	18	0,45
C-4-5	P-1 a P-2	300	10,40	0,690	I	12	0,89
	P-2 a P-3	300	6,20	0,690	I	18	0,94
C-4	P-1 a P-3	300	2,40	1,183	I	24	0,73
	P-3 a P-6	300	14,20	1,183	I	18	1,43
	P-6 a P-8	300	8,60	1,183	I	18	1,11
	P-8 a P-9	300	3,20	2,169	I	24	0,84
	P-9 a P-10	300	3,20	3,352	I	30	1,00
	P-10 a P-11	300	3,20	4,042	I	36	1,14
	P-11 a P-12	300	3,20	4,535	I	36	1,14
C-1	P-1 a P-5	300	0,90	1,183	I	24	0,45
	P-5 a P-7	300	15,90	2,366	I	18	1,51
C	P-1 a P-2	300	0,90	0,197	I	12	0,26
	P-2 a P-5	300	0,90	0,394	I	18	0,36
	P-5 a P-7	300	0,90	1,282	I	30	0,53
	P-7 a P-11	300	5,40	2,070	I	24	1,10
	P-11 a P-13	300	3,60	4,338	I	36	1,20
	P-13 a P-15	300	1,10	4,930	I	48	0,81
	P-15 a P-16	300	1,10	17,451	I	84	1,16
B-8-1-1	completo	300	1,77	0,394	I	18	0,50
B-8-1	P-1 a P-3	300	0,78	0,592	I	24	0,42
	P-3 a P-4	300	0,78	1,380	I	30	0,49
B-8	P-1 a P-3	300	0,50	1,183	I	30	0,39
	P-3 a P-4	300	0,50	2,563	I	42	0,50
B-7-2-1	completo	300	0,90	0,197	I	12	0,26
B-7-2	P-1 a P-2	300	1,23	0,099	I	12	0,31
	P-2 a P-6	300	1,23	1,479	I	30	0,62
B-7-1	completo	300	2,90	0,986	I	18	0,65
B-7	P-3 a P-4	300	0,63	1,479	I	30	0,44
	P-4 a P-5	300	0,63	4,634	I	54	0,67
	P-5 a P-7	300	0,63	6,211	I	60	0,71
B-6-1	completo	300	1,82	0,394	I	18	0,51
B-6	P-1 a P-5	300	2,31	0,789	I	18	0,58
	P-5 a P-6	300	5,55	0,789	I	18	0,89
	P-6 a P-7	300	5,55	1.183	I	18	0.89
	P-7 a P-8	300	5,55	1,972	I	24	1,11
B-1	completo	300	4,10	0,789	I	18	0,77
B	P-1 a P-2	300	3,40	0,887	I	18	0,70
	P-5 a P-7	300	0,50	6,507	I	66	0,68

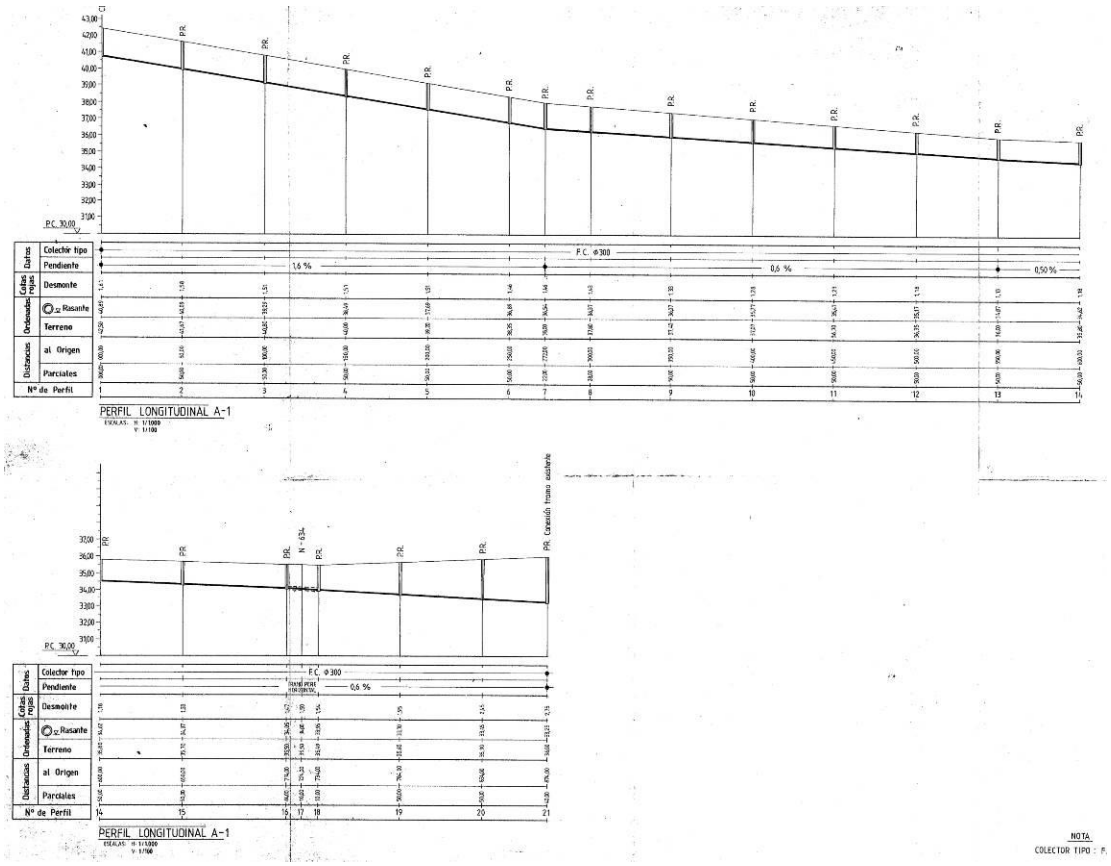
COLECTOR	TRAMO	DIAMETRO (mm.)	PENDIENTE (%)	CAUDAL (lt/s)	I	CALADO (mm.)	VELOCIDAD (m/s)
					I		
A-8-5	completo	300	0,32	0,197	I	18	0,21
A-8-4	completo	300	0,50	0,296	I	18	0,27
A-8-3-1-2	completo	300	1,80	0,197	I	12	0,37
A-8-3	completo	300	0,35	2,268	I	42	0,42
A-8-1	completo	300	1,10	0,394	I	18	0,40
A-8	P-1 a P-3	300	4,70	9,859	I	48	1,68
	P-3 a P-6	300	0,50	14,690	I	96	0,85
A-5	completo	300	1,02	1,676	I	30	0,56
A-3-2	completo	300	8,10	0,296	I	12	0,78
A-3-1	completo	300	0,50	0,592	I	24	0,33
A-3	P-1 a P-3	300	4,20	0,394	I	12	0,56
	P-3 a P-6	300	9,40	0,394	I	12	0,84
	P-6 a P-7	300	9,40	0,690	I	12	0,84
	P-7 a P-8	300	0,50	1,676	I	36	0,45
A-1-2	P-1 a P-17	300	2,10	4,535	I	42	1,03
	P-12 a P-24	300	0,50	4,535	I	54	0,59
	P-24 a P-28	300	1,43	4,535	I	42	0,85
	P-28 a P-38	300	0,35	5,521	I	66	0,57
A-1-1	completo	300	4,79	0,296	I	12	0,60
A	P-1 a P-10	300	0,65	0,592	I	24	0,38
	P-19 a P-25	400	1,00	16,268	I	80	1,11
	P-25 a P-27	400	1,00	17,746	I	80	1,11
	P-27 a P-29	400	8,40	18,338	I	48	2,28
	P-29 a P-30	400	8,40	20,606	I	56	2,54
	P-30 aP-30´	500	1,20	57,774	I	130	1,66
	P-30´a P-31	500	0,50	59,746	I	160	1,20
	P-31 a P-32	500	0,50	61,915	I	160	1,20
	P-32 a P-36	500	0,50	62,507	I	160	1,20
	P-36 a fin	500	0,50	70,000	I	170	1,24

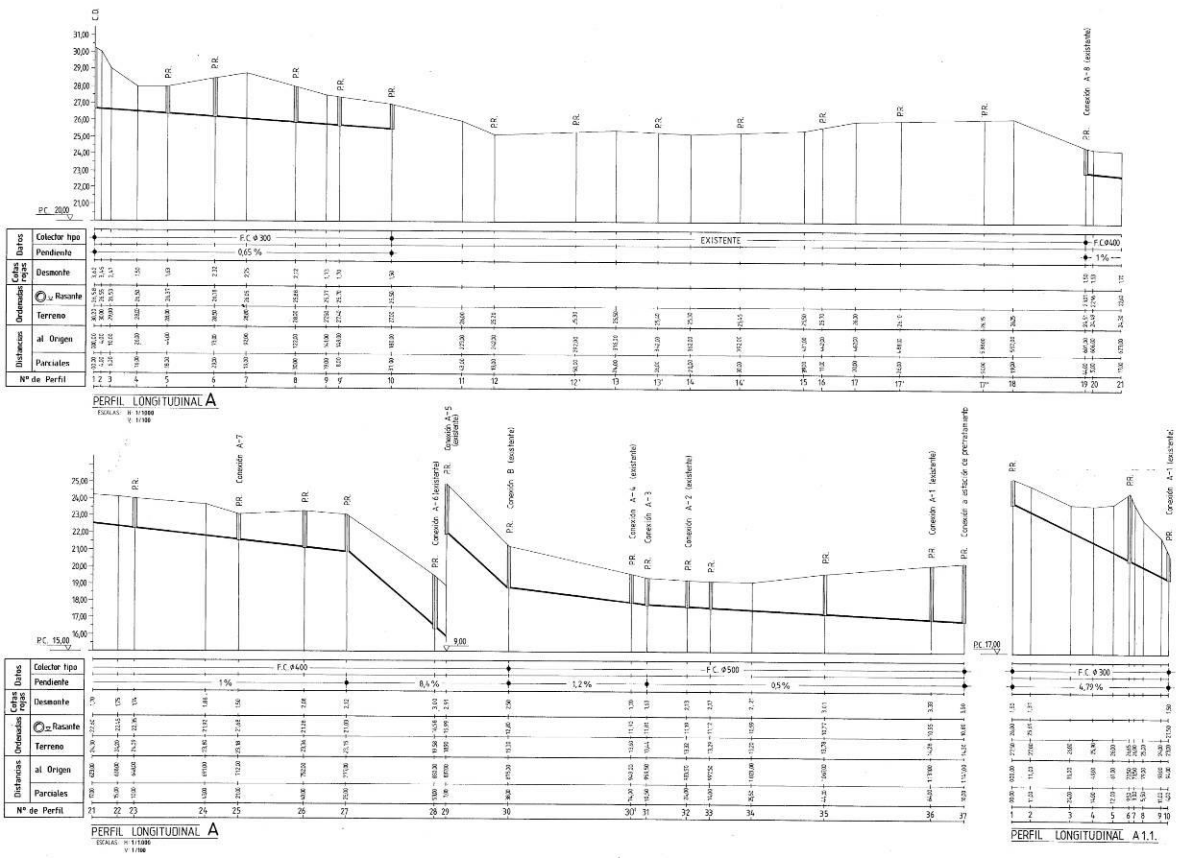
COLECTOR	TRAMO	I	Qsc (lt/s)	Vsc (m/s)	Qmax (lt/s)
		I			
		I			
F-3	completo	I	247,04	3,50	266,80
F-2	completo	I	247,04	3,50	266,80
F-1	P-1 a P-6	I	121,21	1,72	130,91
	P-6 a P-8	I	75,17	1,06	81,18
F	P-1 a P-5	I	177,89	2,52	192,12
	P-5 a P-11	I	88,94	1,26	96,06
	P-11 a P-31	I	58,23	0,82	62,89
	P-31 a P-36	I	212,61	3,01	229,62
	P-36 a P-41	I	75,17	1,06	81,18
	P-41 a P-43	I	498,63	7,05	538,52
	P-43 a P-44	I	444,72	6,29	480,29
	P-44 a P-45	I	150,34	2,13	162,37
E-1	completo	I	363,63	5,14	392,72
E	P-1 a P-3	I	244,74	3,46	264,32
	P-3 a P-15	I	372,83	5,28	402,66
D-3-1	completo	I	190,17	2,69	205,38
D-3	P-1 a P-12	I	220,44	3,12	238,08
	P-12 a P-16	I	237,71	3,36	256,73
	P-16 a P-19	I	237,71	3,36	256,73
	P-19 a P-25	I	518,62	7,34	560,11
	P-25 a P-35	I	222,99	3,16	240,83
D-1-2-1	completo	I	161,22	2,28	174,12
D-1-2	P-1 a P-3	I	125,78	1,78	135,85
	P-3 a P-7	I	341,18	4,83	368,47
	P-7 a P-12	I	406,20	5,75	438,70
D-1-1	completo	I	130,20	1,84	140,62
D-1	P-1 a P-2	I	75,17	1,06	81,18
	P-2 a P-5	I	407,59	5,77	440,20
	P-5 a P-6	I	75,17	1,06	81,18
	P-6 a P-9	I	371,32	5,25	401,02
	P-9 a P-11	I	573,47	8,11	619,35
	P-11 a P-13	I	362,07	5,12	391,04
D	P-1 a P-5	I	171,42	2,43	185,13
	P-5 a P-6	I	121,21	1,72	130,91
	P-6 a P-10	I	190,17	2,69	205,38
	P-10 a P-15	I	100,85	1,43	108,92
	P-15 a P-23	I	215,26	3,05	232,48
	P-23 a P-28	I	283,26	4,01	305,93
	P-28 a P-33	I	100,85	1,43	108,92
	P-33 a P-38	I	130,20	1,84	140,62
	P-38 a P-40	I	209,94	2,97	226,74
	P-40 a P-43	I	273,11	3,86	294,96
	P-43 a P-46	I	168,09	2,38	181,53
	P-46 a P-47	I	415,82	5,88	449,09
	P-47 a P-48	I	273,11	3,86	294,96
	P-48 a P-51	I	172,40	2,44	186,19
	P-51 a P-68	I	58,23	0,82	62,89
	P-68 a P-69	I	58,23	0,82	62,89
	P-69 a P-71	I	58,23	0,82	62,89
	P-71 a P-78	I	58,23	0,82	62,89
C-10	completo	I	217,87	3,08	235,29
C-9	completo	I	237,71	3,36	256,73
C-8	completo	I	125,78	1,78	135,85

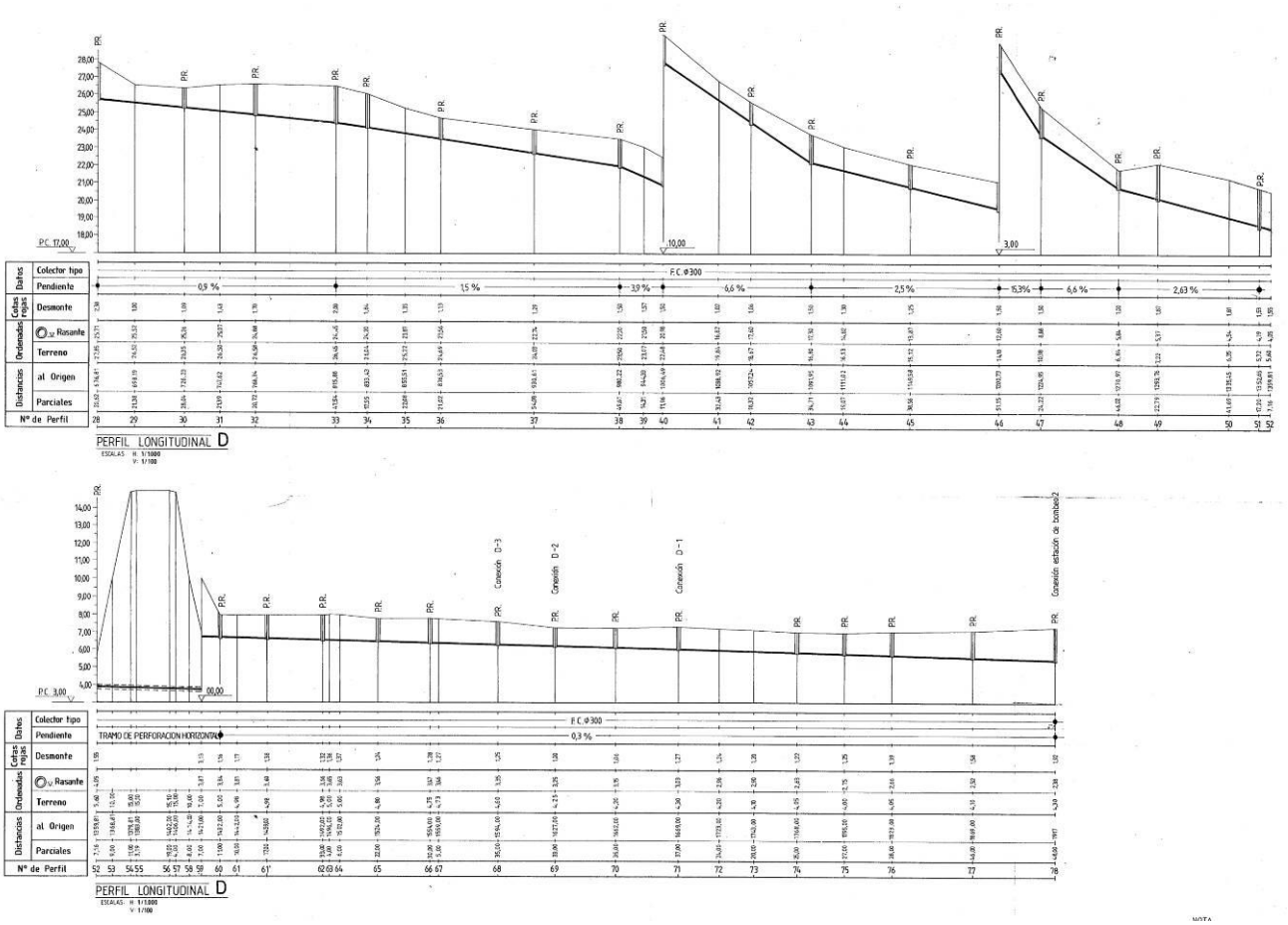
COLECTOR	TRAMO	I	Qsc (lt/s)	Vsc (m/s)	Qmax (lt/s)
C-4-5	P-1 a P-2	I	342,83	4,85	370,26
	P-2 a P-3	I	264,70	3,75	285,88
C-4	P-1 a P-3	I	164,69	2,33	177,87
	P-3 a P-6	I	400,60	5,67	432,65
	P-6 a P-8	I	311,75	4,41	336,70
	P-8 a P-9	I	190,17	2,69	205,38
	P-9 a P-10	I	190,17	2,69	205,38
	P-10 a P-11	I	190,17	2,69	205,38
	P-11 a P-12	I	190,17	2,69	205,38
C-1	P-1 a P-5	I	100,85	1,43	108,92
	P-5 a P-7	I	423,90	6,00	457,81
C	P-1 a P-2	I	100,85	1,43	108,92
	P-2 a P-5	I	100,85	1,43	108,92
	P-5 a P-7	I	100,85	1,43	108,92
	P-7 a P-11	I	247,04	3,50	266,80
	P-11 a P-13	I	201,70	2,85	217,84
	P-13 a P-15	I	111,50	1,58	120,42
	P-15 a P-16	I	111,50	1,58	120,42
B-8-1-1	completo	I	141,43	2,00	152,75
B-8-1	P-1 a P-3	I	93,89	1,33	101,40
	P-3 a P-4	I	93,89	1,33	101,40
B-8	P-1 a P-3	I	75,17	1,06	81,18
	P-3 a P-4	I	75,17	1,06	81,18
B-7-2-1	completo	I	100,85	1,43	108,92
B-7-2	P-1 a P-2	I	117,90	1,67	127,33
	P-2 a P-6	I	117,90	1,67	127,33
B-7-1	completo	I	181,04	2,56	195,52
B-7	P-3 a P-4	I	84,38	1,19	91,13
	P-4 a P-5	I	84,38	1,19	91,13
	P-5 a P-7	I	84,38	1,19	91,13
B-6-1	completo	I	143,42	2,03	154,89
B-6	P-1 a P-5	I	161,57	2,29	174,50
	P-5 a P-6	I	250,44	3,54	270,48
	P-6 a P-7	I	250,44	3,54	270,48
	P-7 a P-8	I	250,44	3,54	270,48
B-1	completo	I	215,26	3,05	232,48
B	P-1 a P-2	I	196,02	2,77	211,70
	P-5 a P-7	I	75,17	1,06	81,18
A-8-5	completo	I	60,14	0,85	64,95
A-8-4	completo	I	75,17	1,06	81,18
A-8-3-1-2	completo	I	142,63	2,02	154,04
A-8-3	completo	I	62,89	0,89	67,92
A-8-1	completo	I	111,50	1,58	120,42
A-8	P-1 a P-3	I	230,47	3,26	248,91
	P-3 a P-6	I	75,17	1,06	81,18
A-5	completo	I	107,37	1,52	115,95
A-3-2	completo	I	302,56	4,28	326,76
A-3-1	completo	I	75,17	1,06	81,18
A-3	P-1 a P-3	I	217,87	3,08	235,29
	P-3 a P-6	I	325,93	4,61	352,01
	P-6 a P-7	I	325,93	4,61	352,01
	P-7 a P-8	I	75,17	1,06	81,18
A-1-2	P-1 a P-17	I	154,05	2,18	166,38
	P-12 a P-24	I	75,17	1,06	81,18

COLECTOR	TRAMO	I	Qsc (lt/s)	Vsc (m/s)	Qmax (lt/s)
	P-24 a P-28	I	127,13	1,80	137,30
	P-28 a P-38	I	62,89	0,89	67,92
A-1-1	completo	I	232,67	3,29	251,28
A	P-1 a P-10	I	85,71	1,21	92,56
	P-19 a P-25	I	229,57	1,83	247,94
	P-25 a P-27	I	229,57	1,83	247,94
	P-27 a P-29	I	665,36	5,30	718,59
	P-29 a P-30	I	665,36	5,30	718,59
	P-30 aP-30´	I	455,48	2,32	491,91
	P-30´a P-31	I	294,01	1,50	317,53
	P-31 a P-32	I	294,01	1,50	317,53
	P-32 a P-36	I	294,01	1,50	317,53
	P-36 a fin	I	294,01	1,50	317,53

A continuación, se detallan los perfiles longitudinales de los colectores A, A1 a A5, y D por ser los que condicionan el diseño de las futuras aportaciones que pudieran venir desde Serantes:


PERFIL LONGITUDINAL A-1
PERFIL LONGITUDINAL A-1
NOTA
COLECTOR TIPO : P.


PERFIL LONGITUDINAL A
PERFIL LONGITUDINAL A
PERFIL LONGITUDINAL A 1.1.



b) <u>Colectores de pluviales</u>

Aparte de estos colectores descritos quedan para la recogida de lluvia exclusivamente. cinco sistemas de colectores (U. V. X, Y. Z) que verterán en los siguientes puntos.

- Colector" Z". Cerca del dique Oeste del puerto. que recoge aguas de la zona de San Blas.
- Colector "V". En el puerto. debajo de la "Casa del mar". que recoge aguas de la zona inmediatamente superior.
- Colectores "X" y "V " . En el muro Este del muelle dos . que recogen las aguas de lluvia de los interceptores del barrio de pescadores al Este del puerto .
- Colector" U" - Oeste de la estación de pretratamiento. que recoge las aguas de lluvia de la zona que queda al Oeste del parque del Ayuntamiento y de El Viso.

2.1.1.2.- Estaciones de bombeo.

Existen tres estaciones de bombeo (I1, I2, I3), situadas respectivamente en el Puerto. El Anguileiro y La Ribeiría (Xungueira o el Viso). cada una tiene:

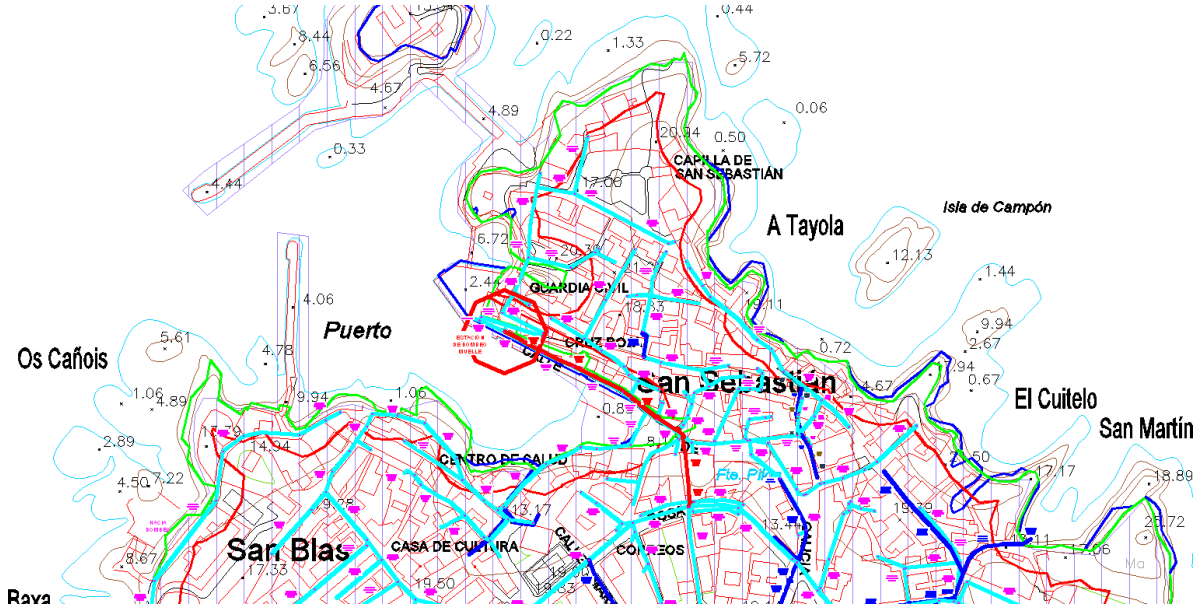
- Dos bombas sumergidas. para impulsar las aguas residuales hasta un punto desde donde discurren por gravedad.
- Un puente grúa para elevar las bombas para su limpieza y reparación. y el cuadro eléctrico correspondiente .

- El funcionamiento es automático comandad o por un sistema de boyas y por un reloj para la alternancia de las bombas.

  Cuentan con un aliviadero de demasías y con agua potable para su limpieza y un lavabo.

a) <u>Estación de bombeo N° 1. el Puerto (Muelle)</u>

La estación de bombeo nº1 recoge las aguas del colector-C : recoge las aguas residuales del barrio de pescadores al Este del puerto y la zona Oeste del puerto que no puede verter al colector "B". termina en la estación de bombeo N° 1 situada en el puerto: de aquí por medio de una impulsión (l-l) se llevan las aguas residuales hasta el colector "B". Tiene diez ramales y los correspondientes subramales.



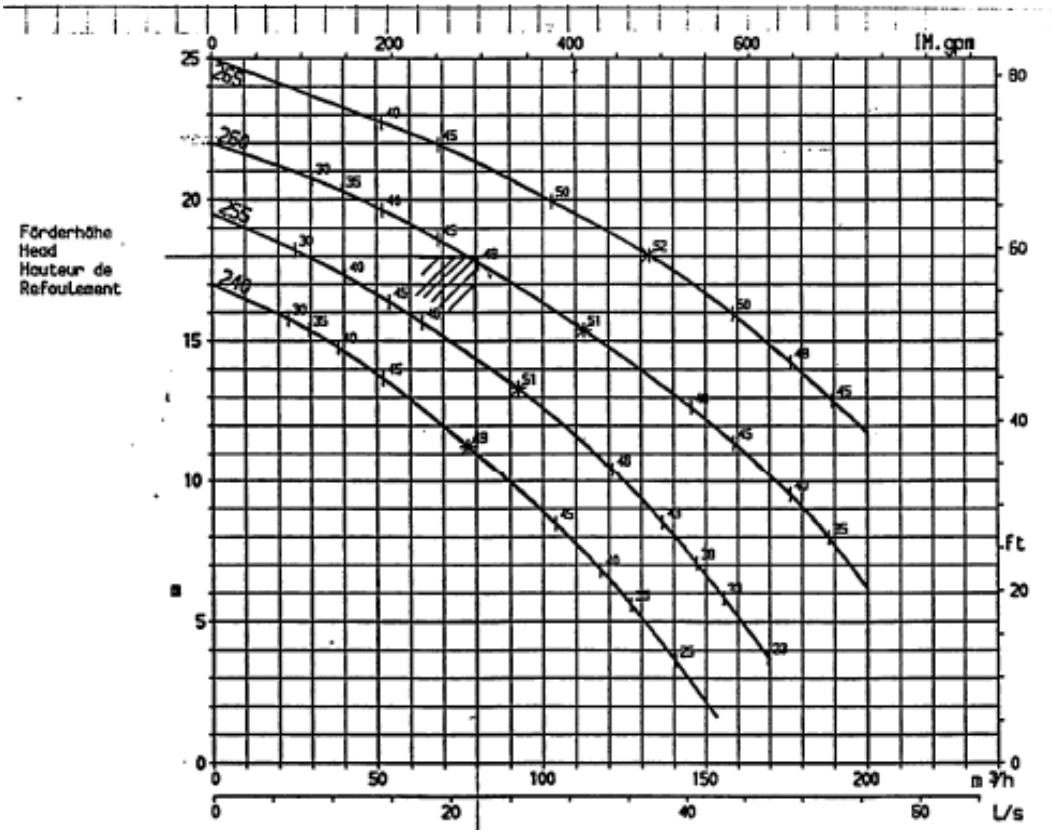
El bombeo está configurado por:

- 2 bombas sumergibles de aguas residuales de 14.5 Kw. a 1500 r.p.m. capaces de elevar 27 L/s. a 18-20 mca. La tubería de impulsión se diseñó con DN 150 mm PE100-PN6.

  Los caudales de diseño fueron:

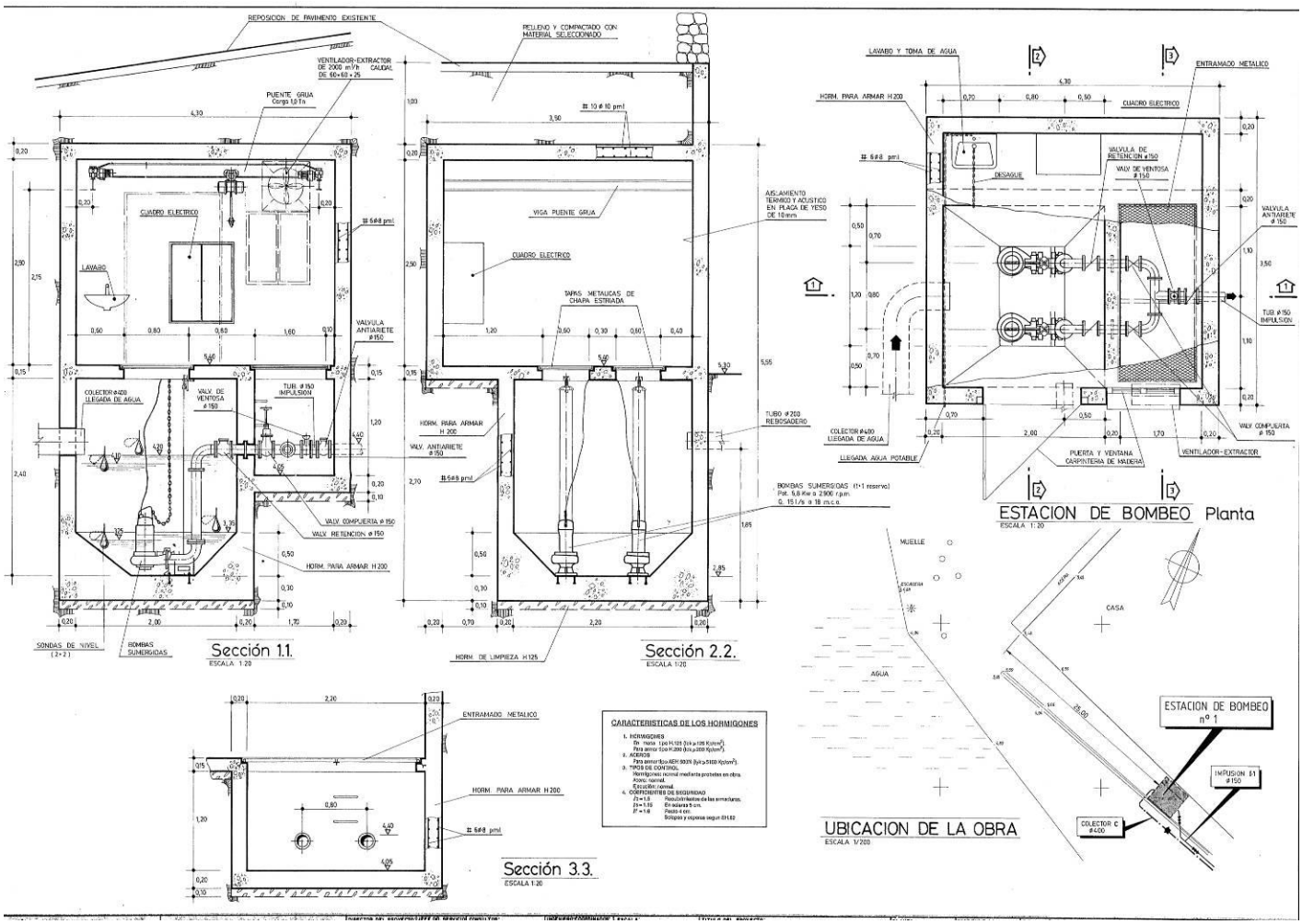
  Qp-futuro=17.5l/s; Qm-invierno=1.1l/s; Qm-verano=3.5l/s y Qp-proyecto=27l/s (recogiendo pluviales)

  La curva característica de diseño fue:



Dispone de :

- 2 Válvulas de retención de clapeta de 125 mm. de diámetro y 16 atms . de P.N.
- 2 Válvulas de compuerta de 125 mm. de diámetro y 10 atms. de P.N.
- 1 Válvula de escape de aire para diámetro de 100 mm.
- 1 Válvula de sobrepresión antiariete de diámetro 150 mm.
- 1 Puente grúa para una carga de 1 Tn. de 3.60 m de luz y 2.80 m. de recorrido.
- 1 Cuadro eléctrico compuesto de: módulo de 1000 X 800 X 500 mm; 1 interruptor automático omnipolar de 100 A; 1 conjunto protección diferencia l de 300 mA.; 1 Trato maniobra con protecciones; 2 Guardamotores de una potencia de 20 KW. formado por tres cortocircuitos , 1 contactor de 40 A. Y relé térmico diferencial; 1Toma de iluminación con relé térmico diferencial de 30 mA; Lógica cableada (secuenciador); Niveles de alarma; Cables. bornas. relojes. etc .

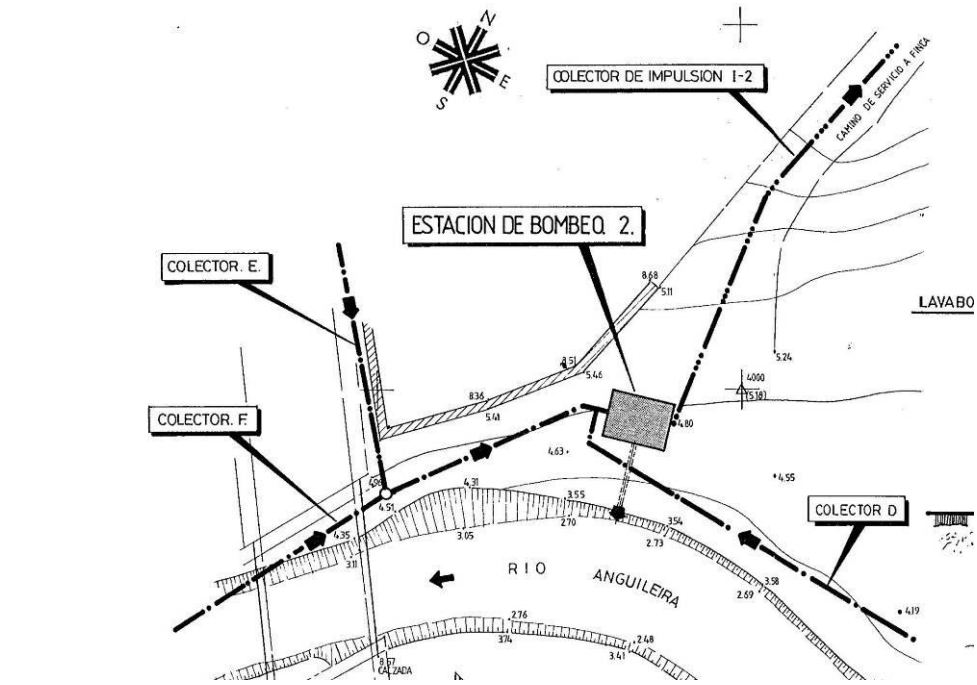


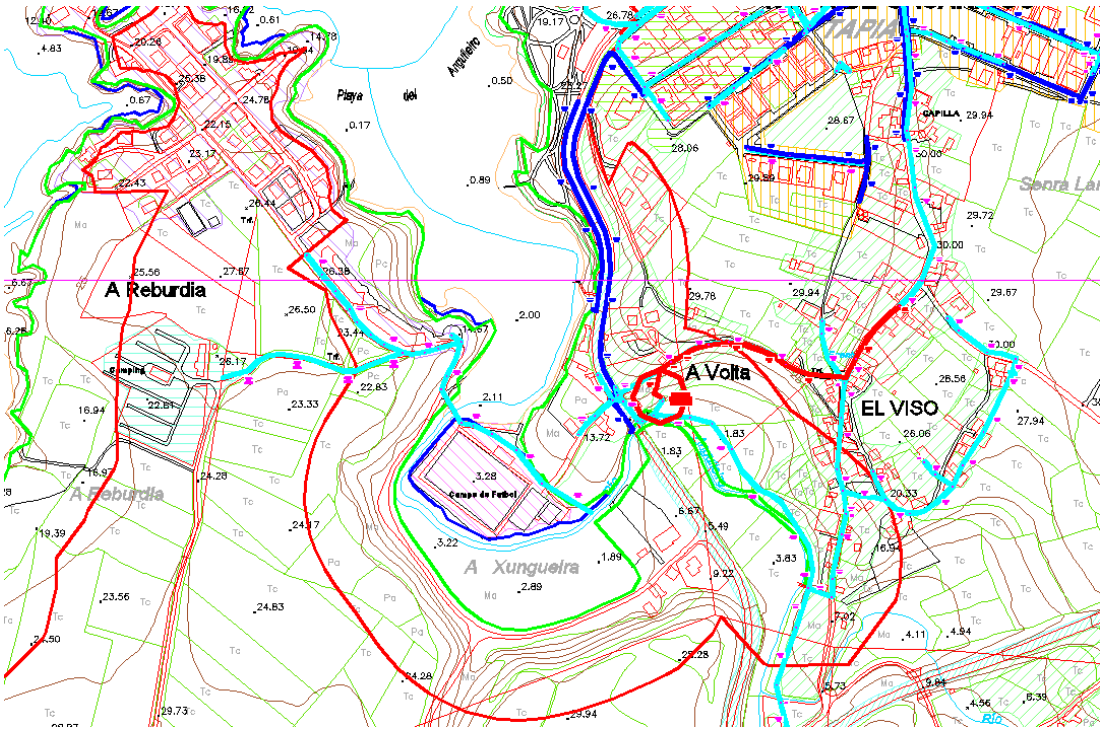
b) <u>Estación de bombeo N° 2. Anguileiro (Xungueira –El Viso)</u>

Se encuentra ubicada junto al río Anguileira a su paso bajo la carretera N634 cerca de su desembocadura (dentro de D.P.M.T y D,P,H,), en una zona de tierras bajas donde se recoge por gravedad las negras de los núcleos del Viso, Casariego, La Lota La Volta, Outeiro, La Metela, Viacoba y Entreplayas.

Los colectores que aportan a la estación de bombeo son el colector-D, E y F:

- Colector "D" recoge las aguas residuales de Casariego y La Retela terminando en la estación de bombeo N° 2 del Anguileiro. Tiene tres ramales y los correspondientes subramales.
- Colector "E" recoge las aguas residuales de La Lota y termina en la estación de bombeo N° 2. Tiene un ramal.
- Colector "F" recoge las aguas residuales de La Volta y de las casas al Oeste de la antigua carretera N-634 cercanas al campo de fútbol. Las aguas residuales de los colectores O. E y F que contribuyen en la estación de bombeo N°:2 son impulsadas por (1-2) al inicio del ramal A-5 del colector "A" .





Si bien los caudales de entrega según las estimaciones realizadas eran: Qmáximo (futuro)=2.0l/s y Qmedio (actual)=0.6l/s

Se optó por diseñar los bombeos asociado a un diámetro mínimo de 125 mm PE100 PN6 y una velocidad de 0.6, lo que resultaba bombeos de 7.36 l/s, muy superior al agua de llegada

Item	Cant.	Denominación
A.0	2	BOMBA TURO TIPO T 41-80 U2, EJECUCION SUMERGIBLE, RODETE "VORTEX" - PASO LIBRE : 80 mm CON CIERRE MECANICO BURGMANN

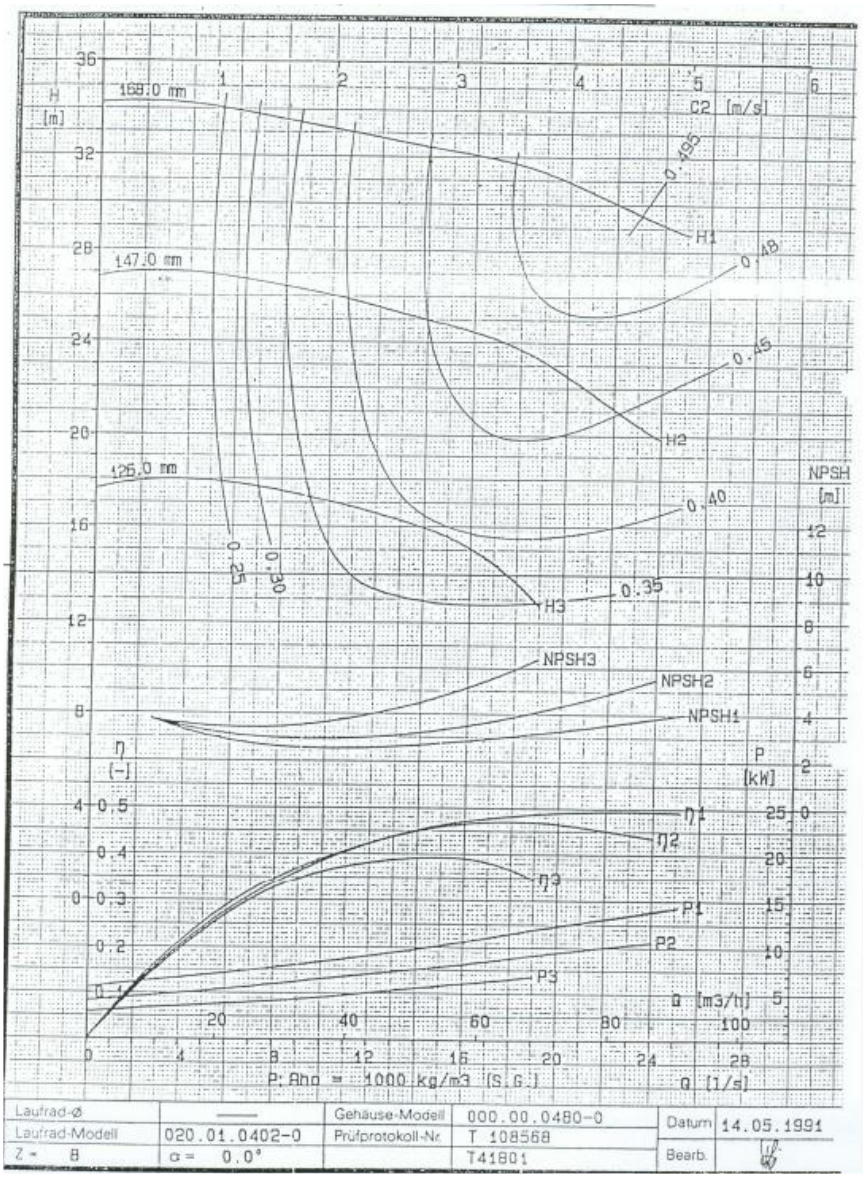
SERVICIO:

CAUDAL	7,5 l/seg
ALTURA IMPULSION	35 m.
POTENCIA ABSORBIDA	10 CV
POTENCIA MOTOR	15 CV
VELOCIDAD	2.900 rpm
DIAMETRO ASP/IMP	100/80 mm

MATERIALES

CUERPO	Hierro fundido GG-20
RODETE	Acero CA-40
EJE	Acero Inox F-312

INCLUIDO 8 MTS DE CABLE Y 6 MTS DE CADENA
PIE DE IMPULSION Ø 100 mm
MOTOR ELECTRICO DE 15 CV A 3.000 rpm



FICHA CARACTERISTICA DE ELECTROBOMBAS

EQUIPO:MOTOBOMBA 1 **UBICACIÓN: LA XUNGUEIRA**

BOMBA

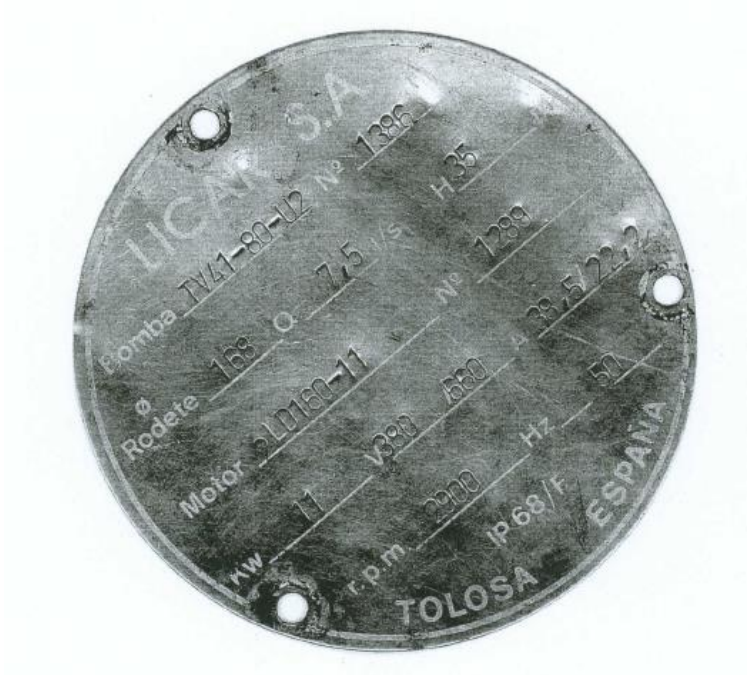
CARACTERISTICAS DE PLACA			
MARCA	LICAR	TIPO	TV41-80U2
VELOCIDAD (r.p.m)		Nº DE SERIE	1386
RODETE	Diametro 168mm	ALTURA ELEVACION	
CAUDAL	7,5 l/s	ALTURA	35m

TIPO Y CALIBRE ESTOPADA		TIPO DE CIERRE MEC.	
DIAMETRO ASPIRACION		DIAMETRO IMPULSION	
VALVULA DE PIE		VALVULA DE RETENCION	
VAL.CORTE ASPIRACION		VALV.CORTE IMPULSION	

FECHA PUESTA MARCHA		PROVEEDOR	
CONTACTO		TELEFONO	

MOTOR

CARACTERISTICAS DE LA PLACA			
MARCA		TIPO	2LD-160-11
VELOCIDAD (r.p.m)	2900	Nº SERIE	1289
FRECUENCIA (Hz)	50	TENSION (V)	380/660
POTENCIA (Kw)	11	CONSUMO FASE (A)	38,5/22,2
AISLAMIENTO	IP68	COS FI	



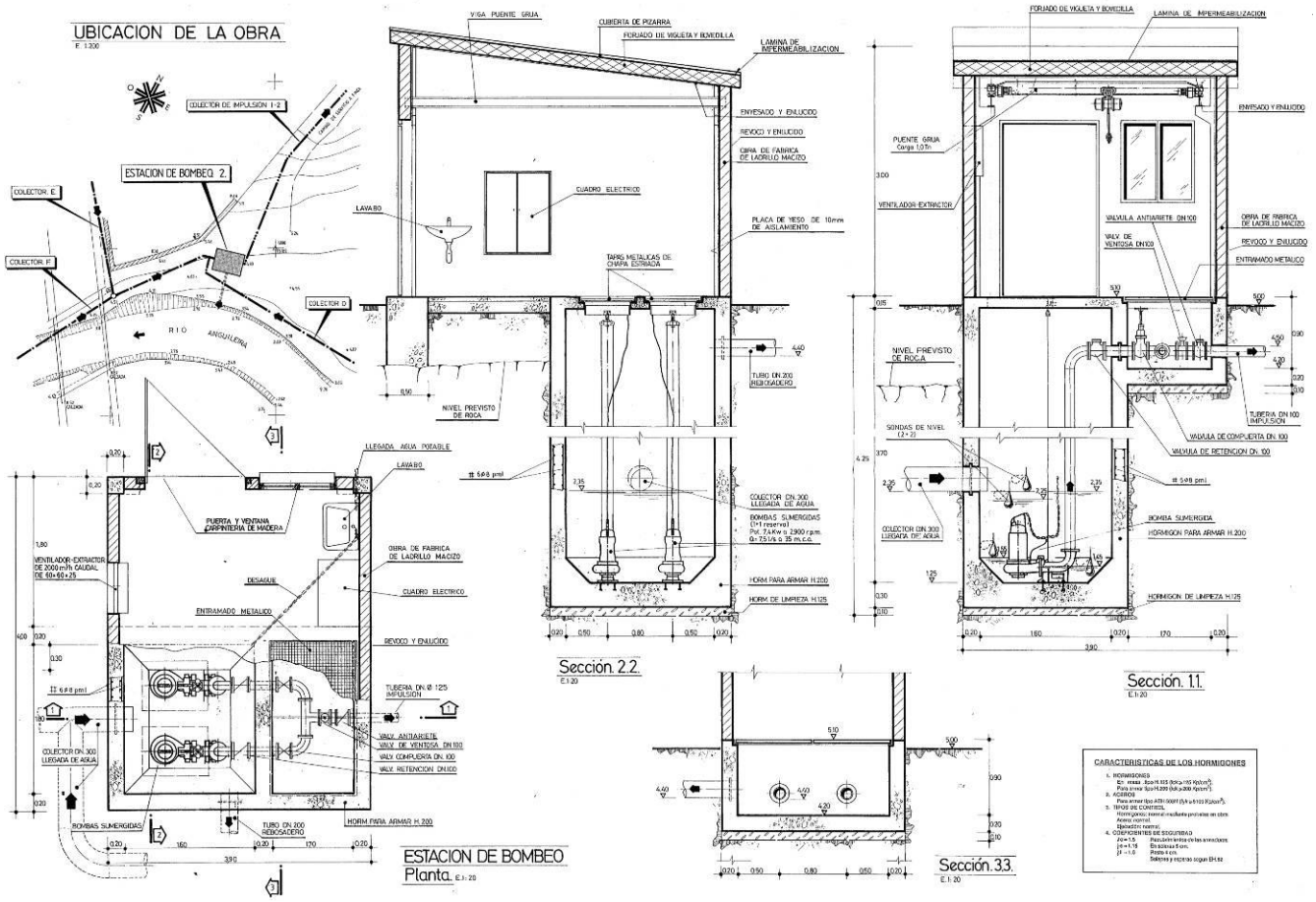
El bombeo está configurado por:

- 2 Bombas sumergibles de aguas residuales capaces de Kw. a 2.900 r.p.m. para elevar 7,5 l/s. a 35 m.c.a. con funcionamiento alternativo. El colector de impulsión está denominado como I-2 con un diámetro de 125 PE-100 PN6 y una longitud aproximada de 350m.

Dispone de :

- 2 Válvulas de retención de clapeta de 125 mm. de diámetro y 16 atms . de P.N.
- 2 Válvulas de compuerta de 125 mm. de diámetro y 10 atms. de P.N.

- 1 Válvula de escape de aire para diámetro de 100 mm.
- 1 Válvula de sobrepresión antiariete de diámetro 150 mm.
- 1 Puente grúa para una carga de 1 Tn. de 3.60 m de luz y 2.80 m. de recorrido.
- 1 Cuadro eléctrico compuesto de: módulo de 1000 X 800 X 500 mm; 1 interruptor automático omnipolar de 100 A; 1 conjunto protección diferencia l de 300 mA.; 1 Trato maniobra con protecciones; 2 Guardamotores de una potencia de 20 KW. formado por tres cortocircuitos , 1 contactor de 40 A. Y relé térmico diferencial; 1Toma de iluminación con relé térmico diferencial de 30 mA; Lógica cableada (secuenciador); Niveles de alarma; Cables. bornas. relojes. etc .

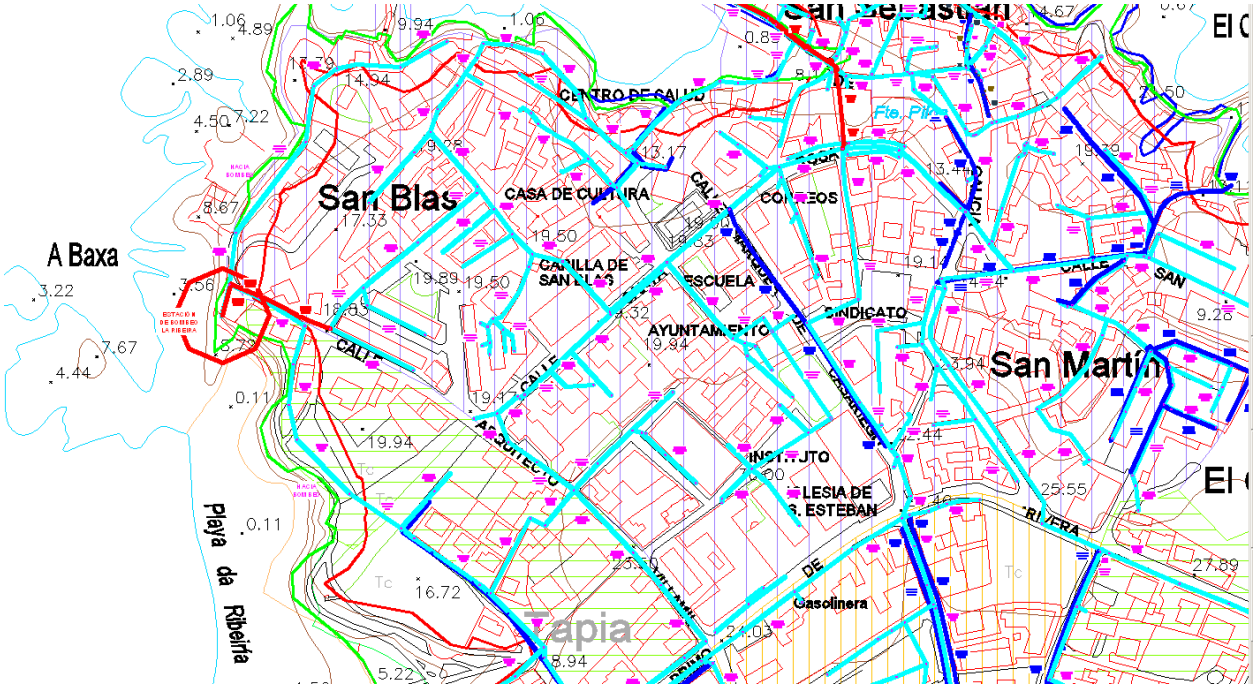


Vista de la estación de bombeo

c) Estación de bombeo N° 3. (La Ribeira)

La estación de bombeo de la Ribeira recoge las aguas del colector R: barrio de San Blas y las aguas residuales de la zona de La Ribeiría y de la calle Arquitecto Villarnil hacia el Oeste conocida como "las Casitas.

Desde la estación de bombeo N° 3 se impulsan las aguas residuales por (1-3) hasta el colector 8-7.2. Este sistema es en parte mixto (pluviales y fecales) y (fecales). Habiéndose modificado en gran parte durante la construcción la concepción inicial del proyecto



El bombeo está configurado por:

- 2 bombas sumergibles de aguas residuales capaces de elevar 7.5 l/s. a 15 m.c.a. de 14.5 Kw a 1,450 rpm. La longitud de la impulsión es de 100 m, 125 mm PE100-PN6 con Hm=15 mca

Dispone de :

- 2 Válvulas de retención de clapeta de 125 mm. de diámetro y 16 atms . de P.N.
- 2 Válvulas de compuerta de 125 mm. de diámetro y 10 atms. de P.N.
- 1 Válvula de escape de aire para diámetro de 100 mm.
- 1 Válvula de sobrepresión antiariete de diámetro 150 mm.
- 1 Puente grúa para una carga de 1 Tn. de 3.60 m de luz y 2.80 m. de recorrido.
- 1 Cuadro eléctrico compuesto de: módulo de 1000 X 800 X 500 mm; 1 interruptor automático omnipolar de 100 A; 1 conjunto protección diferencia l de 300 mA.; 1 Trato maniobra con protecciones; 2 Guardamotores de una potencia de 20 KW. formado por tres cortocircuitos , 1 contactor de 40 A. Y relé térmico diferencial; 1Toma de iluminación con relé térmico diferencial de 30 mA; Lógica cableada (secuenciador); Niveles de alarma; Cables. bornas. relojes. etc .

2.1.1.3.- Estación de pretratamiento.

Situada al oeste de la playa de Represas recibe las aguas residuales de todo el saneamiento. consta de dos canales con sus respectivas compuertas. uno con reja de limpieza automática de 1 mm de luz y el otro con reja de limpieza manual. de aquí pasa el agua desbastada a una cámara de acumulación desde donde es bombeada al emisario a intervalos. asegurando un caudal superior al caudal límite de 25 1./s. para evitar sedimentaciones en el emisario.

Posee dos bombas sumergidas y espacio para una tercera. El colector de impulsión tiene una válvula de ventosa. que permite la entrada de aire al detenerse el bombeo y una válvula de alivio como elemento de seguridad frente a las sobrepresiones producidas por el fenómeno del golpe de ariete. Se ha dispuesto asimismo un by-pass adicional desde el colector de bombeo a la cámara de acumulación. provisto de una válvula de compuerta motorizada para reducir las sobrepresiones del golpe de ariete.

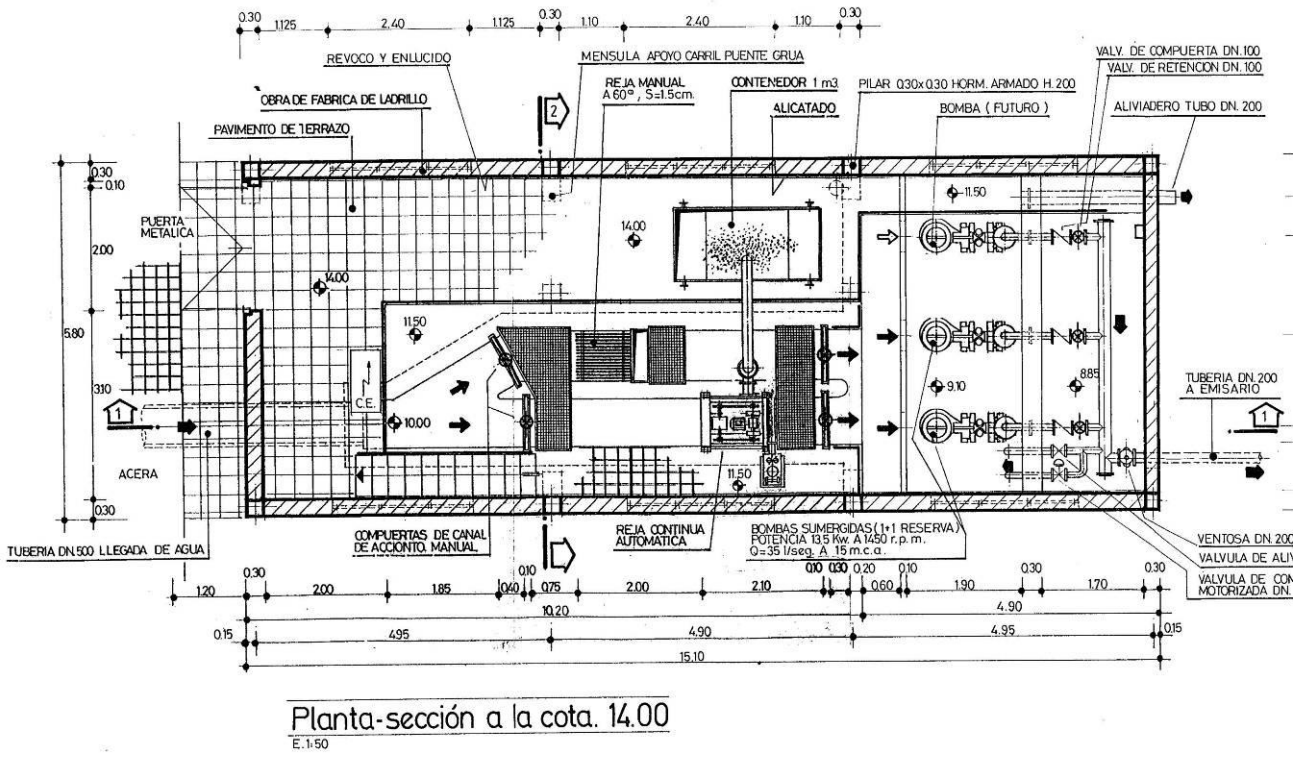
Además de la reja de limpia automática tiene una prensa elevadora que lleva los residuos filtrados al contenedor .

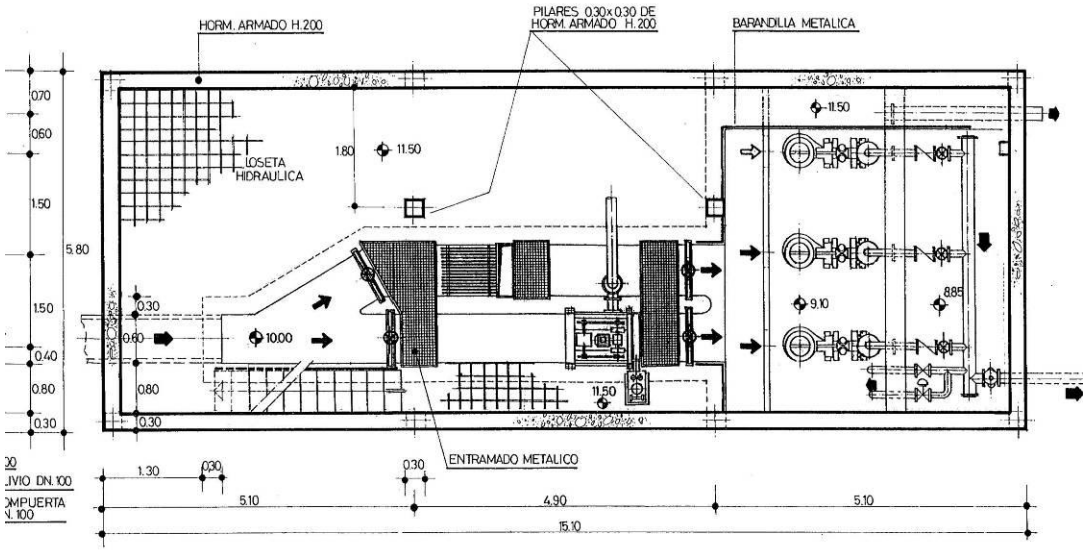
Está dotada de un puente grúa para el manejo del contenedor e izado de las bombas.

Posee el cuadro eléctrico de control v automatismos gobernados por boyas, con un reloj temporizador para la alternancia de las bombas.

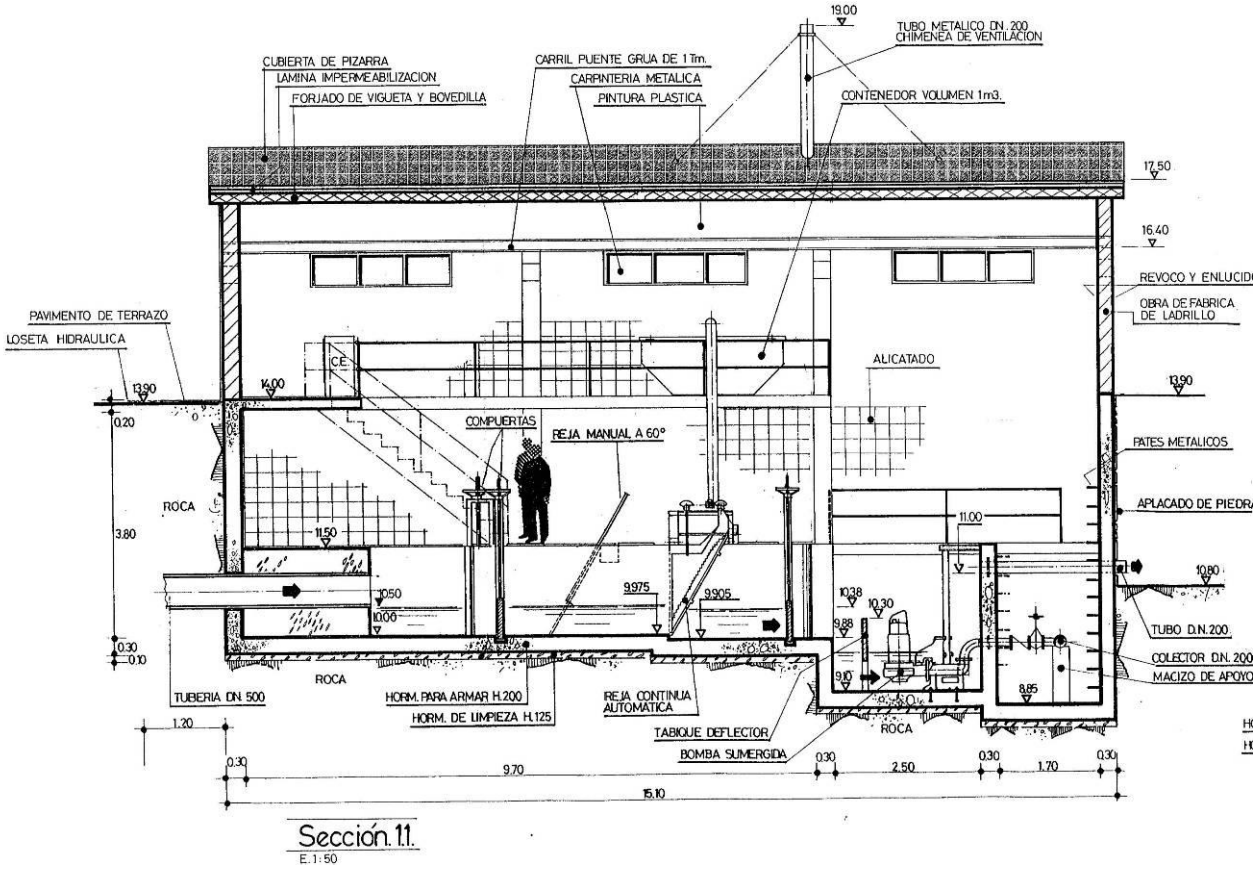
Tiene un aliviadero, así como un extractor-desodorizador de aire para evitar olores.

A continuación, se adjuntan planos de detalle de las instalaciones:

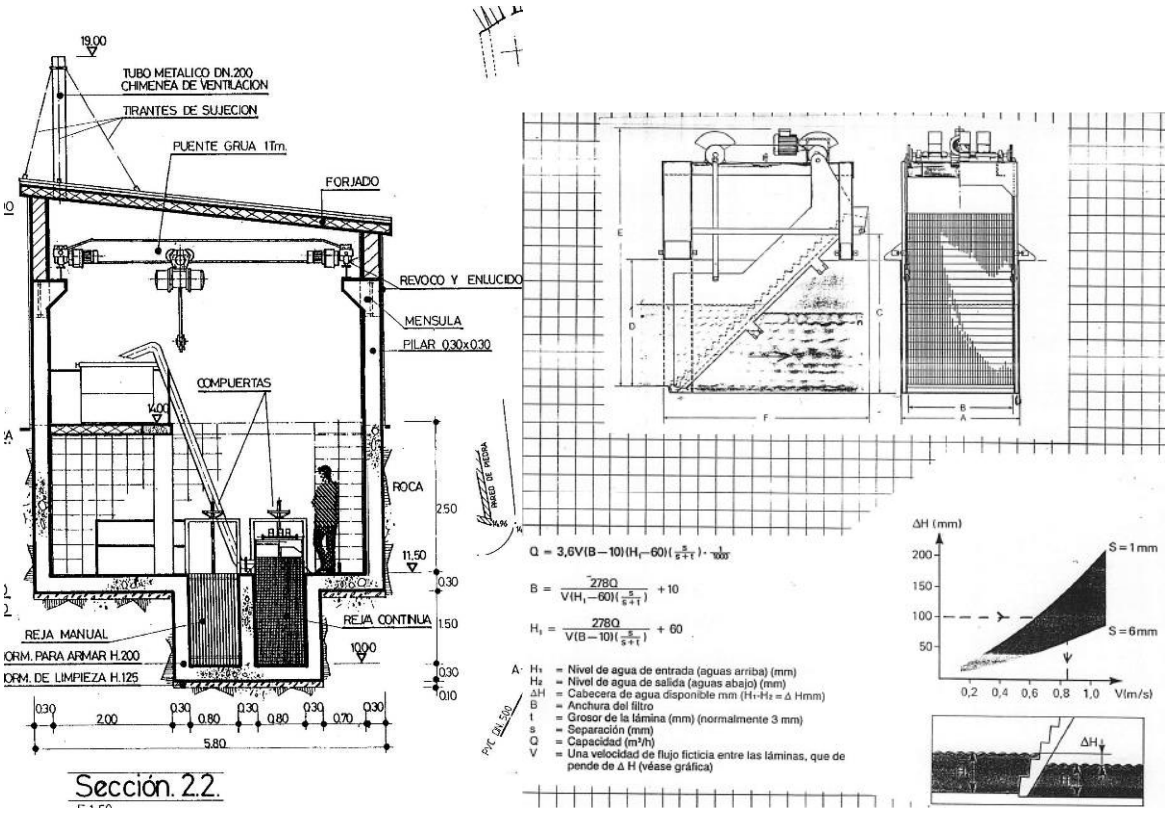




Planta-sección a la cota. 11.50



Sección 1.1.
E. 1:50



Principales componentes

- 2 Bombas sumergibles de aguas residuales capaces de elevar 70 l/s. a 15 m.c.a. de 14 KW a 1.450 r.p.m. (13.5Kw). (nota: los caudales unitarios son de 35l/s, Hm=15mca)
- Cámara de descarga: Se ha fijado un caudal mínimo de 25l/s, fijándose 10 arranques/h, por lo que el volumen es de 7m3
- 1 Puente grúa para una carga de 1 Tn. de 3.60 m de luz y 2.80 m. de recorrido
- 4 Compuertas de canal de 0.9 x 0.7 m. de chapa de acero galvanizado.
- 1 Reja de limpieza automática de 1 mm de luz.
- 1 Prensa transportadora con compresor hidráulico de pistón capaz para la elevación de residuos a 6 m. de altura.
- Válvulas de compuerta D.N. 100 mm.
- 2 Válvulas de retención de clapeta de 125 mm. De diámetro 10 atmósferas de P.N .
- 1 Válvula de escape de aire para diámetro de 100 mm.
- 1 Válvula de sobrepresión antiariete diámetro 150 mm.
- 1 Válvula de compuerta motorizada D.N. 150 mm. P.N . 10 atmósferas.
- 1 Instalación de desodorización compuesta por grupo ventilador extractor de 2000 m3./h. prefiltro de desbaste y panel de carbón activo .
- 1 Cuadro eléctrico formado por : 1 Módulo de 2000 X 800 X 500 mm. con puertas ; 1 Interruptor automático omnipolar de 90 A.; 1 Conjunto de protección diferencial de 300 mA; Trafo maniobra con protecciones; 3 Arrancadores de arranque directo de una potencia de 15 KW. formados por tres cortocircuitos. tres contactores de 30 A. y relé térmico diferencial. 1 Guardamotor de 5.5 KW.

de potencia formado por tres cortocircuitos, un contactar de 12 A. relé térmico diferencial.; Toma de iluminación formada por protección diferencial de 30 mA.; Lógica cableada (secuenciador).; Cables. alarmas. columnas. etc.

A continuación, se adjunta ficha técnica de las bombas de emisario:

FICHA CARACTERISTICA DE ELECTROBOMBAS

EQUIPO:MOTOBOMBA 1 **UBICACIÓN: ESTACION PRETRATAMIENTO**

BOMBA

CARACTERISTICAS DE PLACA			
MARCA	LICAR	TIPO	TV71/100U4
VELOCIDAD (r.p.m)		Nº DE SERIE	
RODETE	Diametro 220mm	ALTURA ELEVACION	
CAUDAL		ALTURA	

TIPO Y CALIBRE ESTOPADA		TIPO DE CIERRE MEC.	
DIAMETRO ASPIRACION		DIAMETRO IMPULSION	
VALVULA DE PIE		VALVULA DE RETENCION	
VAL.CORTE ASPIRACION		VALV.CORTE IMPULSION	

FECHA PUESTA MARCHA		PROVEEDOR	
CONTACTO		TELEFONO	

MOTOR

CARACTERISTICAS DE LA PLACA			
MARCA		TIPO	4LO-160-15
VELOCIDAD (r.p.m)	1450	Nº SERIE	
FRECUENCIA (Hz)	50	TENSION (V)	380/660
POTENCIA (Kw)	15	CONSUMO FASE (A)	30/17,3
AISLAMIENTO	IP68	COS FI	

2 Bombas TURO tipo TV71-100 U.4, nº 1355 y 1370
- Caudal: 35 l/seg.
- Altura manométrica: 15 metros
- Potencia absorbida: 13,7 CV.
- Rendimiento: 51%

→ ESTACION PRETRATAMIENTO

Item	Cant.	Denominación
A.1	2	BOMBA TURO TIPO T 71-100 U4, EJECUCION SUMERGIBLE, RODETE "VORTEX" - PASO LIBRE : 100 mm CON CIERRE MECANICO BURGMANN

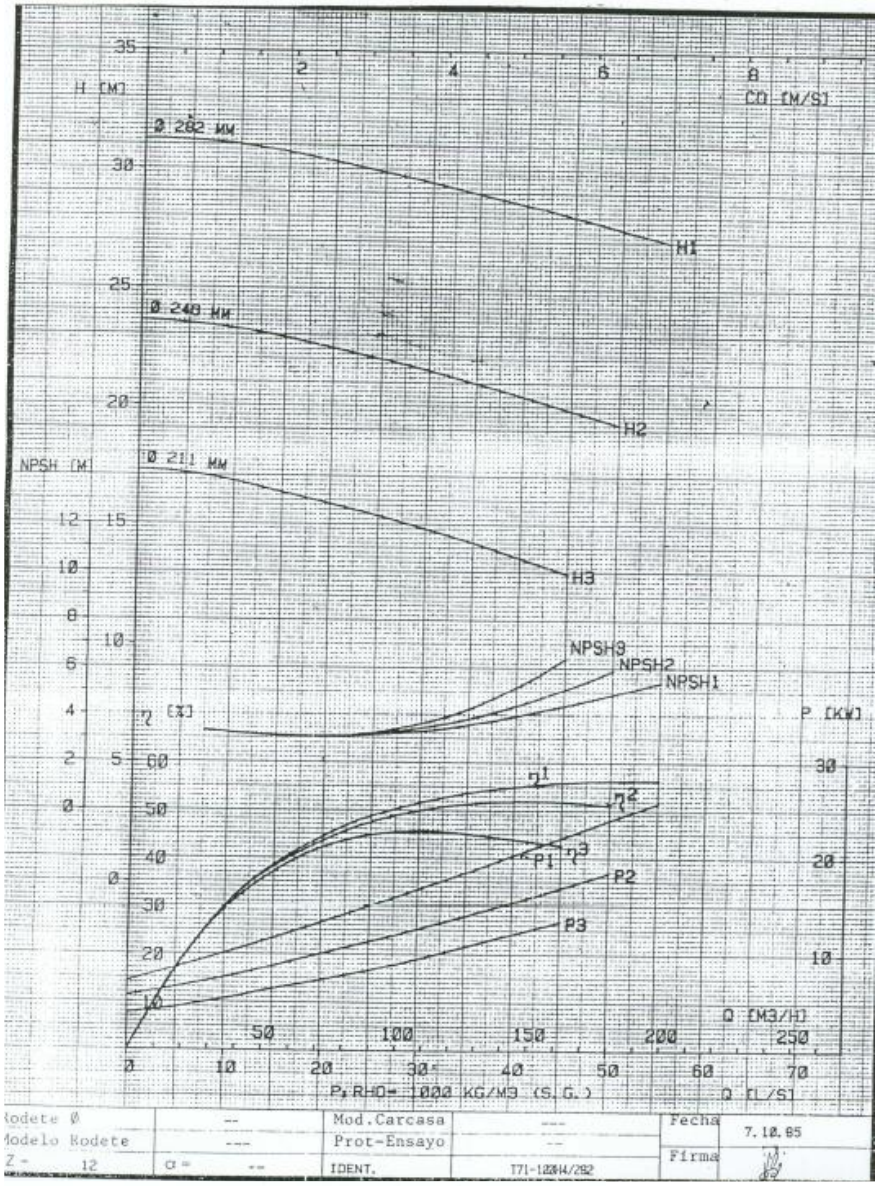
SERVICIO:

CAUDAL	35 l/seg
ALTURA IMPULSION	15 m.
POTENCIA ABSORBIDA	13,7 CV
POTENCIA MOTOR	20 CV
VELOCIDAD	1.450 rpm
DIAMETRO ASP/IMP	125/100 mm

MATERIALES

CUERPO	Hierro fundido GG-20
RODETE	Acero CA-40
EJE	Acero Inox F.312

INCLUIDO 8 MTS DE CABLE Y 6 MTS DE CADENA
PIE DE IMPULSION Ø 100 mm
MOTOR ELECTRICO DE 20 CV A 1500 rpm


H [M]
CO [M/S]
Ø 282 MM
H1
Ø 248 MM
H2
Ø 211 MM
H3
NPSH [M]
NPSH3
NPSH2
NPSH1
η [%]
P [KW]
η1
η2
η3
P1
P2
P3
Q [M3/H]
Q [L/S]
P, RHO= 1000 KG/M3 (S.G.)
Modelo Rodete
Z = 12
Mod.Carcasa
Prot-Ensayo
IDENT.
Fecha
7.10.85
Firma

TV71/100U4
220
4LO-160 -15
15 380 660 3.0 17,3
1450 50

A continuación, se adjunta reportaje fotográfico de las instalaciones:

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Vista general del edificio de pretratamiento</td><td>Vista general del edificio de pretratamiento</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Vista del interior del pretratamiento</td><td>Vista del interior del pretratamiento</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Canal de predesbaste, compuertas y rejas</td><td>Bombeos emisario</td></tr>
<tr><td>
</td><td> </td></tr>
<tr><td>Cuadro de accionamiento de bombas de emisario</td><td>Cuadro eléctrico y cuadro de compensación (batería de condensadores)</td></tr>
</table>

Batería de condensadores

Puente grúa

Drenaje de pluviales perimetral a edificación

Drenaje perimetral y salida de pluviales

2.1.1.4.- Emisario submarino

Desde el pretratamiento se vierten los caudales al mar a través de un emisario submarino de diámetro 200 mm de polietileno con una longitud total de 884m y un total de 24 difusores, según se indica en el proyecto redactado en el año 1982. (Nota: la ubicación final del colector parece no coincidir exactamente con la definida en el proyecto, tal y como se incluye en el Anejo-12)

El diseño original consideró los siguientes datos de partida:

- Cota de pleamar=+4.5m
- Perfil;

PERFIL LONGITUDINAL

Nº PERFIL	DISTANCIA ORIGEN (M)	COTA (M) ABSOLUTA
1.00	0.00	-19.50
2.00	300.00	-14.50
3.00	824.00	-4.50
4.00	884.00	10.00

- Qp=70l/s = 0.07m3/s
- DN=200 mm
- V=2.22 m/s
- Nº de difusores=24; Nº agujeros/ difusor=4; DN difusor=75mm a 150 mm
- Densidad agua de mar=1.025 Tn/m3

- Pérdida de carga total = VH= (VH-1-pérdidas lineales)+(VH2-pérdidas localizadas) + (VH pérdida densidad del mar)= 18.3+0.38+0.39=19.07

Los resultados son:

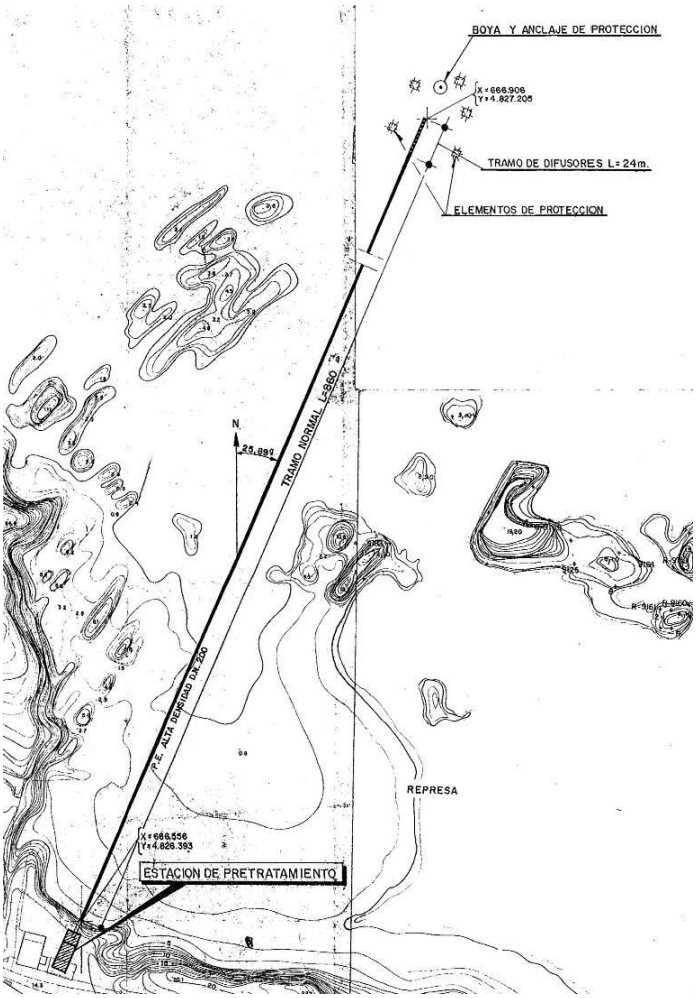
CAUDALES VERTIDOS POR LOS DIFUSORES

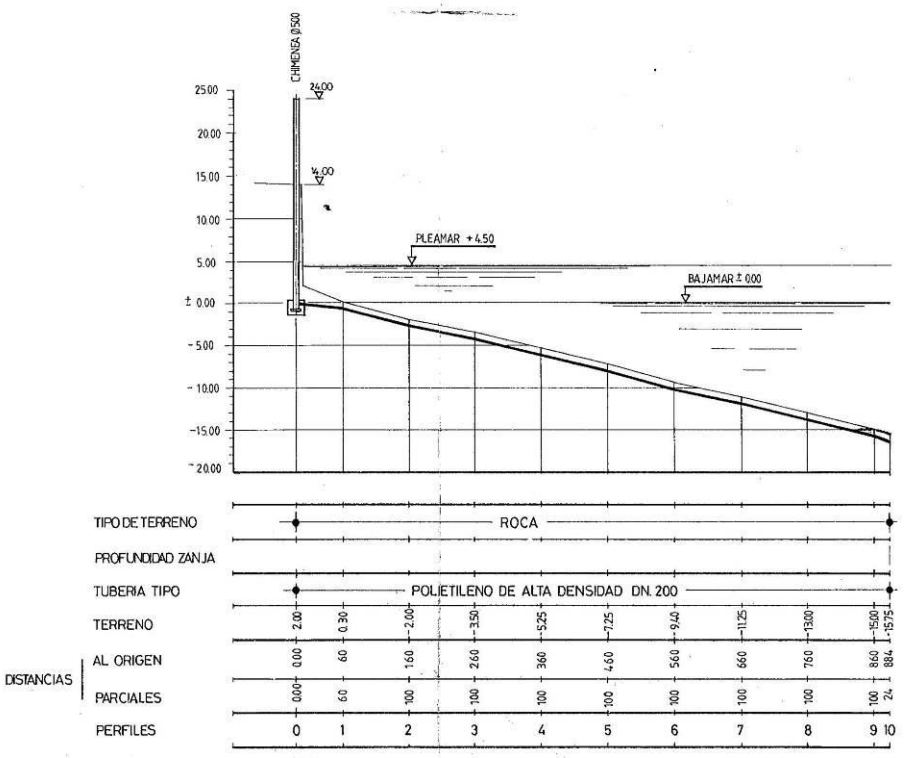
Nº DE ORDEN	DISTANCIA ORIGEN M.	COTA M. ABSOLUTA	CAUDAL L/S	VELOCIDAD M/S	COTA M. ENERGIA	COTA M. AGUA RES
1.00	0.00	-19.50	0.04	2.03	0.71	0.71
2.00	7.50	-19.38	9.18	2.08	0.77	0.77
3.00	15.00	-19.25	10.29	2.33	0.85	0.85
4.00	22.50	-19.13	11.79	2.67	0.98	0.98
COTAS EN EL ORIGEN DEL EMISARIO					23.02	23.02

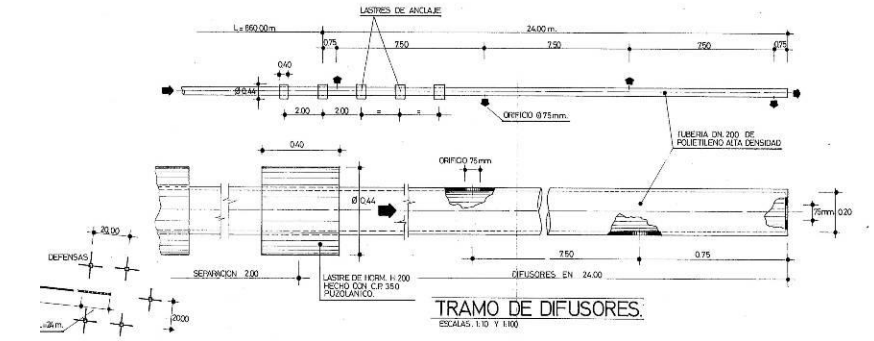
PERDIDA DE CARGA EN LOS TRAMOS

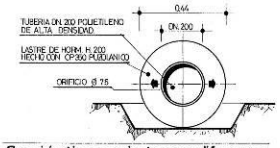
Nº DE ORDEN	DIAMETRO (M)	RUGOSIDAD (MM)	VELOCIDAD (M/S)	CAUDAL (M3/S)	PERDIDA CARGA UNITARIA %Ø
1.000	0.200	0.200	1.141	0.036	7.302
2.000	0.200	0.200	1.433	0.045	11.518
3.000	0.200	0.200	1.761	0.055	17.381
4.000	0.200	0.000	2.136	0.067	25.580
EMISARIO	0.200	0.200	2.136	0.067	25.580

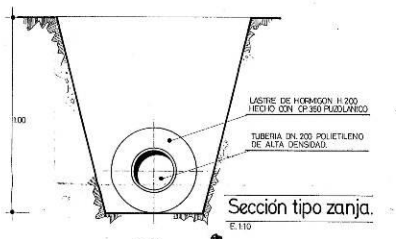
A continuación, se adjunta plano y características del emisario:

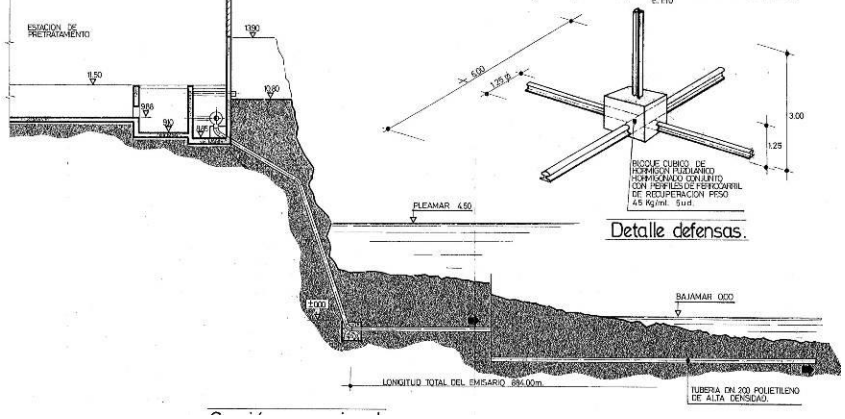



CHIMENEA Ø500
PLEAMAR +4,50
BAJAMAR ± 0,00
TIPO DE TERRENO
ROCA
PROFUNDIDAD ZANJA
TUBERIA TIPO
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DN. 200
TERRENO
DISTANCIAS
AL ORIGEN
PARCIALES
PERFILES


LASTRES DE ANCLAJE
ORIFICIO Ø 75mm.
TUBERIA DN. 200 DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD
DEFENSAS
SEPARACION 2.00
LASTRE DE HORM. H-200 HECHO CON CP 350 PUZOLANICO.
DIFUSORES EN 24.00
TRAMO DE DIFUSORES.
ESCALAS 1:10 Y 1:100


TUBERIA DN 200 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
LASTRE DE HORM. H 200 HECHO CON CP 350 PUZOLANICO
ORIFICIO Ø 75
Sección tipo zanja tramo difusores
E. 1:10


LASTRE DE HORMIGON H 200 HECHO CON CP 350 PUZOLANICO
TUBERIA DN 200 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
Sección tipo zanja.
E.1:10


ESTACION DE PRETRATAMIENTO
PLEAMAR 4.50
BAJAMAR 0.00
LONGITUD TOTAL DEL EMISARIO 884.00m.
TUBERIA DN 200 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.

RICOLE CUBICO DE HORMIGON PUZOLANICO HORMIGONADO CON UNTO CON PERFILES DE FERROCARRIL DE RECUPERACION PESO 45 Kg/ml. 5 ud.
Detalle defensas.

Alineación eje emisario	Vista encachado en la salida del emisario tras edificación de pretratamiento

2.1.2.- Campos de Salave

La parroquia de Campos y Salave, tiene una superficie de 10,88 Km². Este núcleo de población se encuentra dentro de la Marina extremo occidental, aspecto que influye en la escasa altitud, junto con la inexistencia de pendientes significativas. Destacar las explotaciones mineras de oro y hierro en los lagos de Silva y minas de Porcía. Es en este territorio por donde transcurre el río Porcía, que sirve a su vez de frontera natural con el concejo de El Franco. Tiene una población de 316 habitantes, correspondiendo 45% a varones y 56% mujeres.

La parroquia de Campo de Salave desde el punto de vista urbanístico se encuentra clasificado como "Núcleo Rural".

El núcleo de Salave, junto con el de campos, forman una unidad que constituye una parroquia , próxima a Tapia de Casariego, asentada sobre la rasa costera a orillas de la carretera N-634. Se trata de un núcleo rural disperso, edificado sobre un terreno con una orografía muy suave, sin apenas desniveles y que según datos censales tiene una población de 4316 habitantes con 188 viviendas, incluyendo en estos datos la población de Campos, El Vallín y Porcía para una futura aportación (aunque actualmente no se encuentra desarrollada)

Campos de Salave dispone de un sistema de saneamiento en baja desarrollada parcialmente, con una red de colectores comprendidos entre 250mm y 315mm con pendientes de 0.05% a 30% (a excepción de los núcleos de Campos, El vallín y Porcía), que es recogido en un punto bajo mediante un grupo de bombeo que dispone de aliviadero. Para las acometidas se proyecta tubería de 200 mm de diámetro.

El Colector Principal , el Ramal de Enlace y los Ramales 4 y 6, en su primer tramo, se proyectan con tubería de PVC de 315 mm de diámetro. En todos los cambios de pendiente , alineación o entronque de ramales se proyectan registros visitables.

El proyecto desarrollado por ASTURAGUA (2003) de la red de saneamiento consideró una aportación total de pluviales asociadas a un desarrollo urbanístico amplio de hasta 253 viviendas con una superficie de 100m2/ vivienda, lo que resultó un caudal de pluviales 91.45 l/s. Nos e consideran aportaciones de zonas pavimentadas.

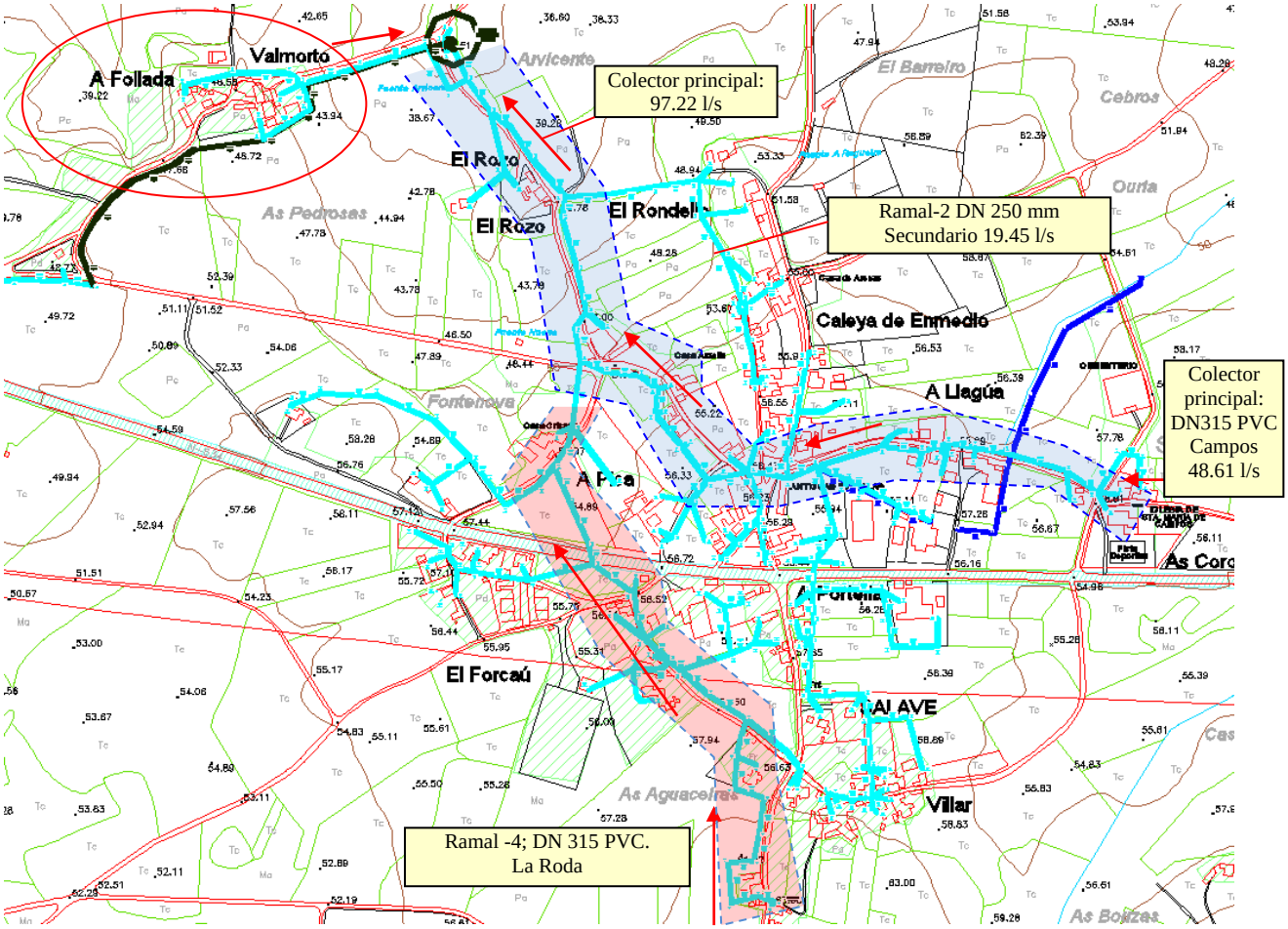
El sistema de saneamiento se diseñó como una red unitaria de aguas negras con pequeña capacidad adicional. (Sistema MIXTO), considerando un caudal medio aguas negras futuro =6.96m3/h (1.9l/s) = (220 L/hab-d x 759 hab/86400) y un Qpunta aguas negras = 20.89 m3/h(5.8l/s) =3 Qm, Coeficiente punta = 3.

El caudal de filtraciones se consideró Qf=0 l/s.

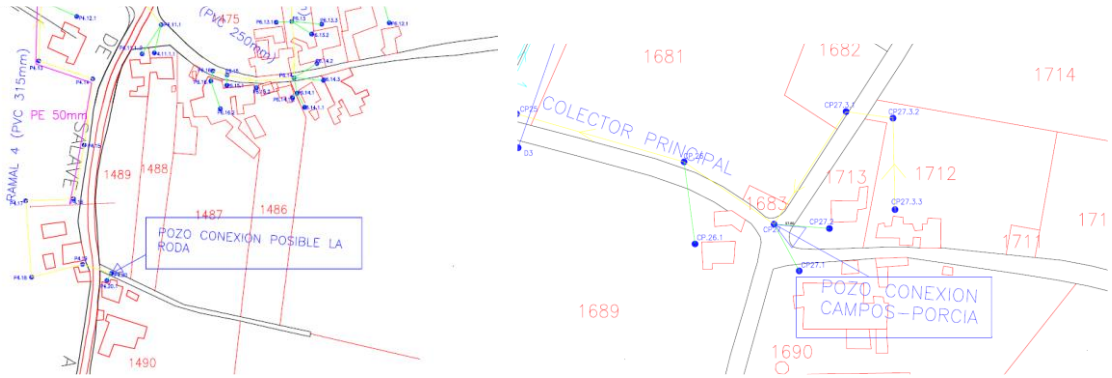
El dimensionamiento hidráulico se realizó para H/D=0.75, pendientes comprendidas entre 0.5% y 30%, con velocidades entre 0.6 y 3 m/s.

La red consta de un colector principal, uno secundario y el colector de enlace a Tapia.

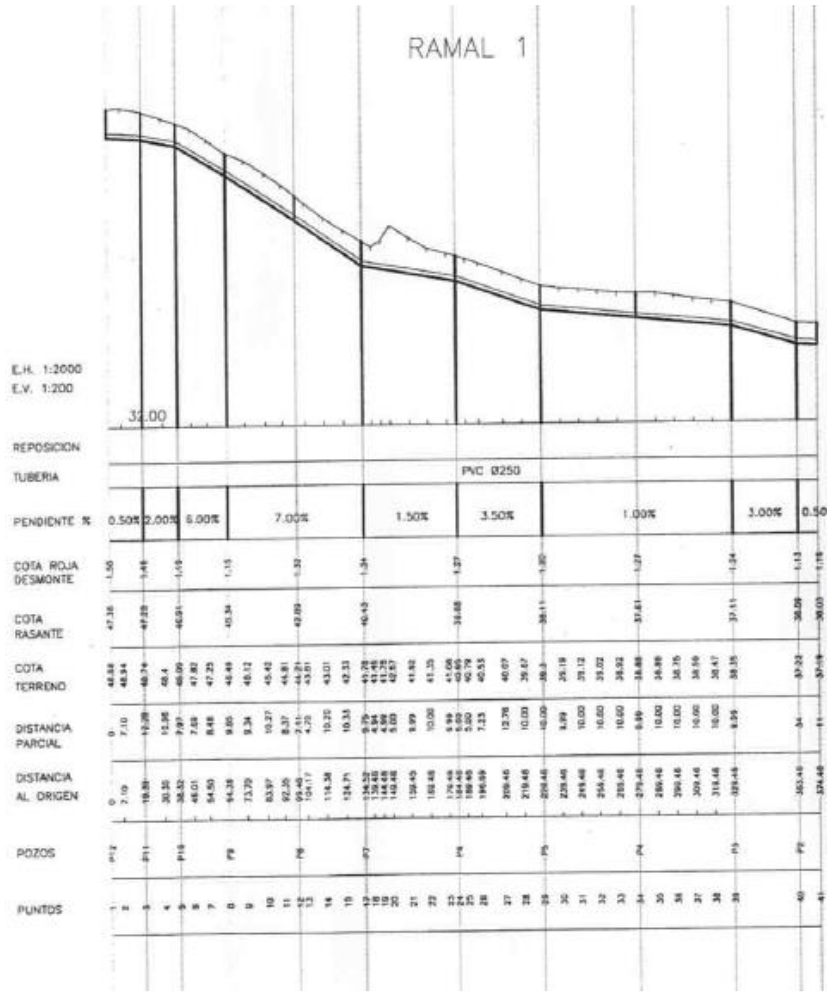
- El secundario recoge el 20% del total (19,45 l/seg) (Ramal 4).
- El colector principal recoge el 30% del total (29,17 l/sg) y debe quedar dimensionado para recoger el otro 50% (48,61 l/seg) que en su momento le llegará de la red de Campos.
- El colector de enlace recoge el caudal de bombeo (34,80 l/seg).
- El colector secundario se calcula para un caudal de 19,45 l/seg.
- El colector principal se calcula, hasta su entronque con el secundario, para 77,78 l/seg. y para 97,22 l/seg desde este punto al pozo de aliviadero y bombeo.
- El colector de enlace se calcula para el caudal de bombeo (34,80 l/seg.) y se estima otro caudal igual que pueda tener de aportación en el tramo, o sea un total de 69,60 l/seg.

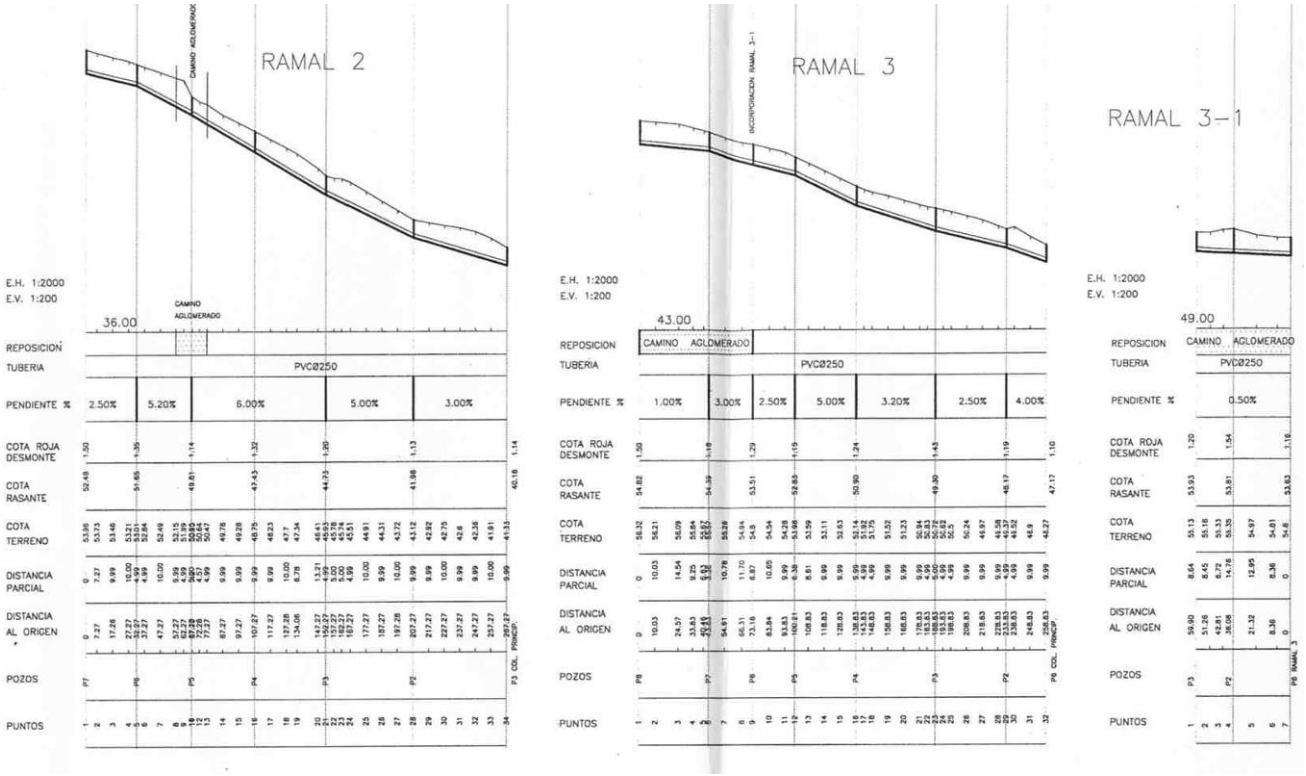


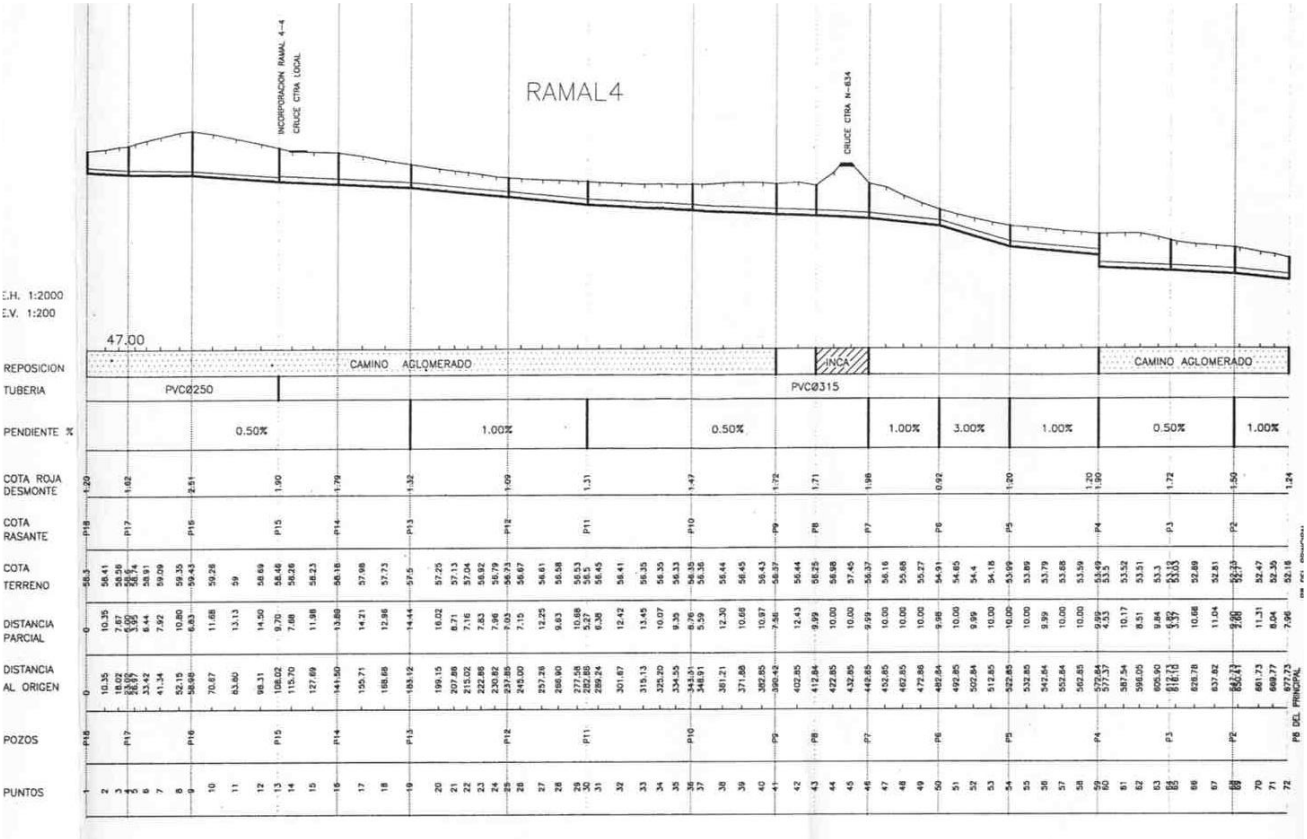
El sistema de saneamiento futuro debe incorporar la aportación de la Roda por su extremo sur al ramal-4 de PVC 315 mm y la aportación de Campos, El Vallín y Porcia que se conectará al colector por el este al ramal general de PVC 315mm.

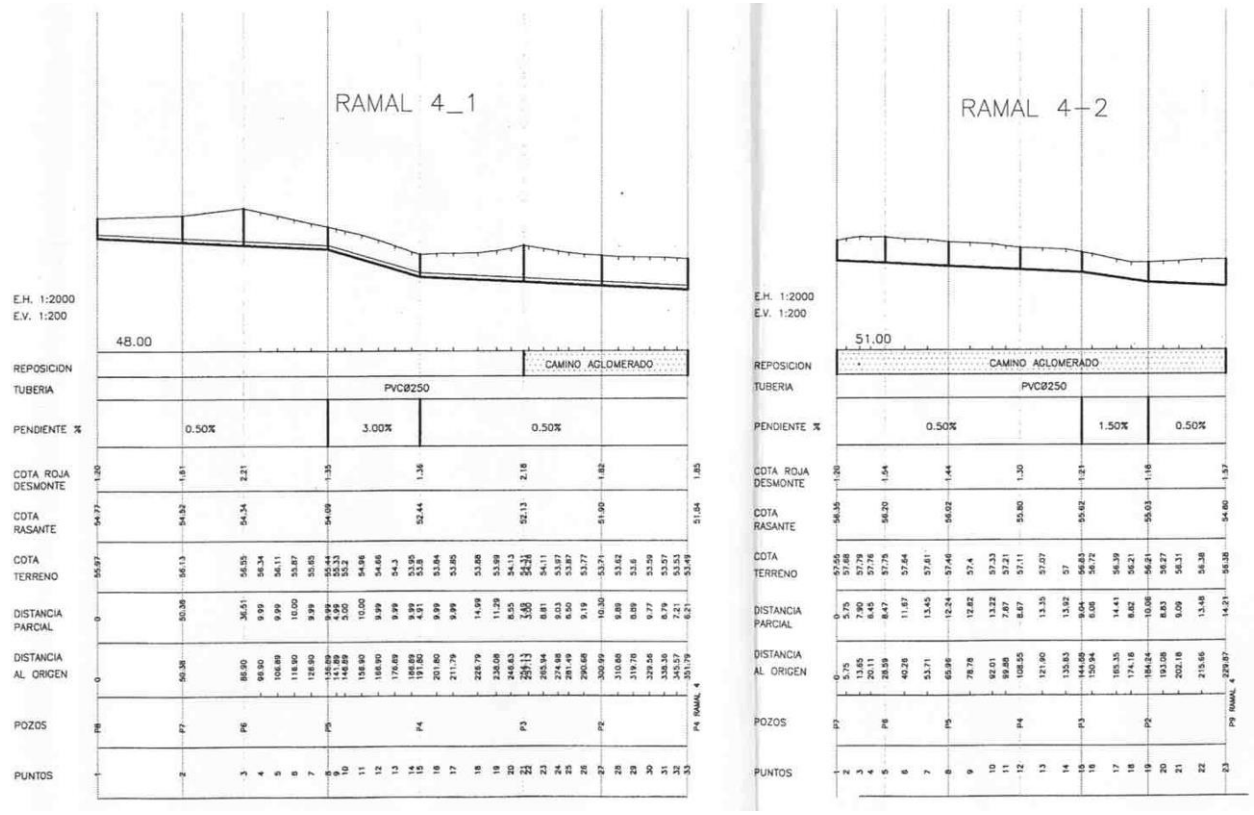


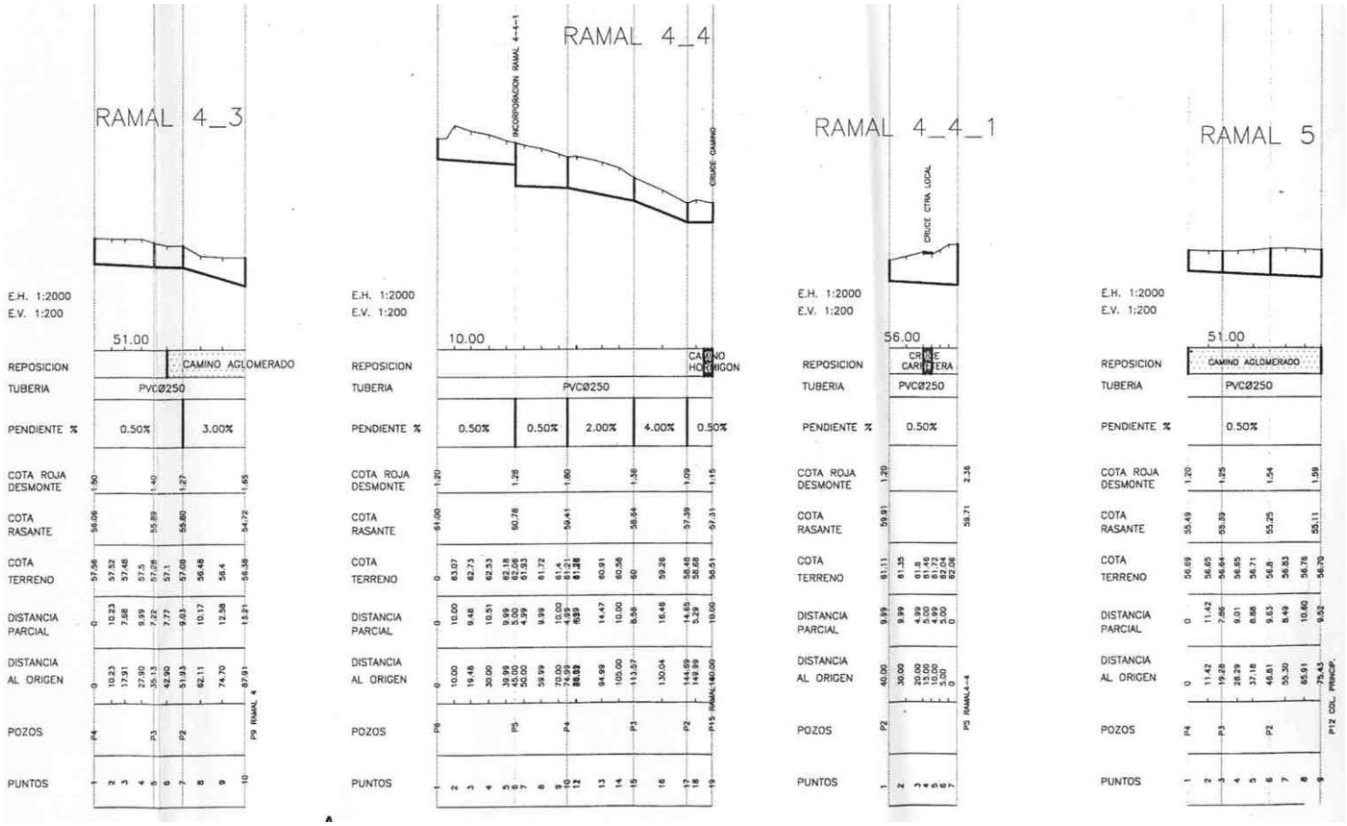
A continuación, se adjuntan perfiles de los ramales principales y de conexión, donde se verifica que las pendientes pésimas de diseño son de 0.5%, DN 315 mm PVC correspondiente al colector general que conecta con la estación de bombeo:

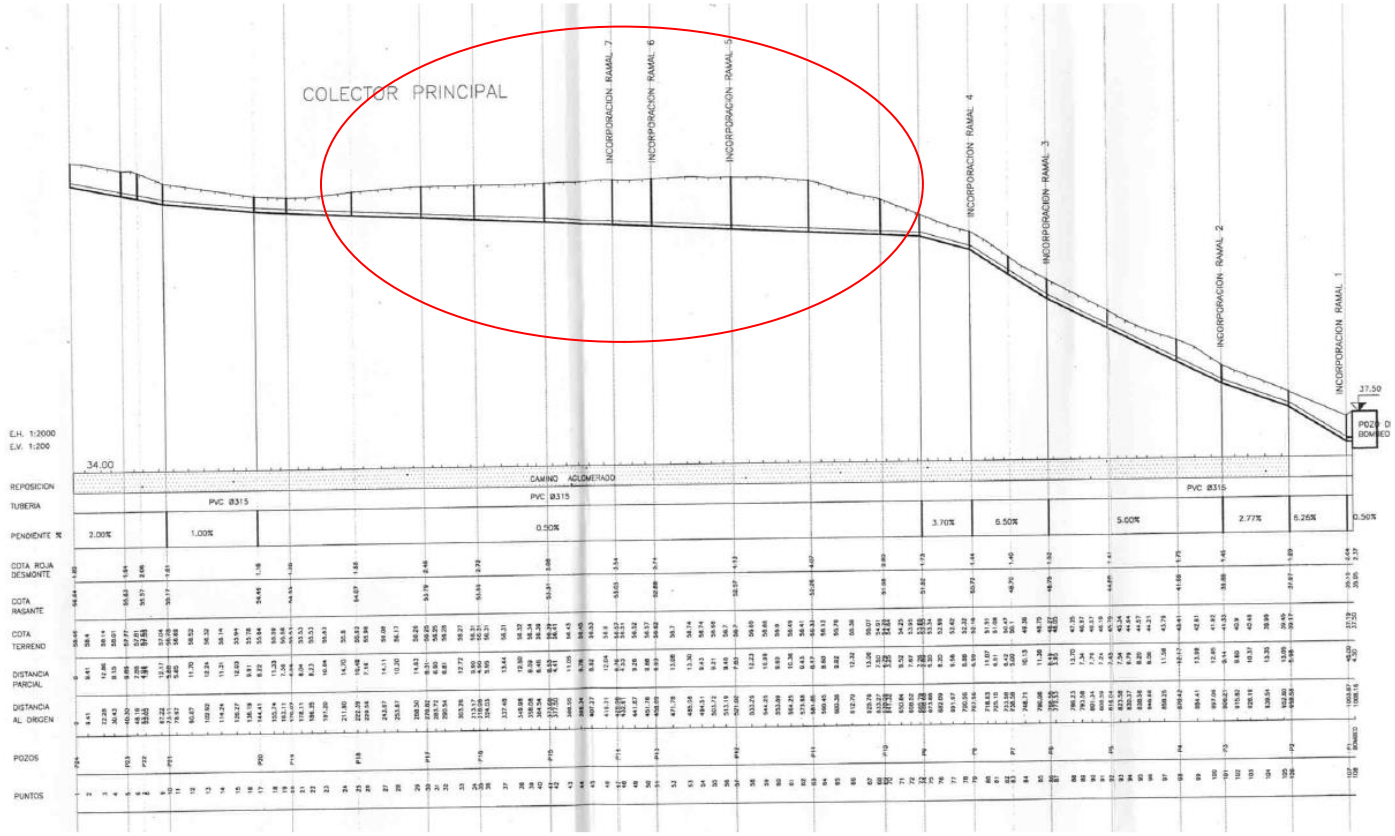



RAMAL 2
RAMAL 3
RAMAL 3-1
E.H. 1:2000
E.V. 1:200
36.00
43.00
49.00
CAMINO AGLOMERADO
REPOSICION
TUBERIA
PVCØ250
PENDIENTE %
2.50%
5.20%
6.00%
5.00%
3.00%
1.00%
3.00%
2.50%
5.00%
3.20%
2.50%
4.00%
0.50%
COTA ROJA DESMONTE
COTA RASANTE
COTA TERRENO
DISTANCIA PARCIAL
DISTANCIA AL ORIGEN
POZOS
PUNTOS
P3 COL. PRINCIP.
P8 RAMAL 3


RAMAL 4
INCORPORACION RAMAL 4-4
CRUCE CTRA LOCAL
CRUCE CTRA N-634
E.H. 1:2000
E.V. 1:200
47.00
CAMINO AGLOMERADO
INCA
REPOSICION
TUBERIA
PVCØ250
PVCØ315
PENDIENTE %
0.50%
1.00%
0.50%
1.00%
3.00%
1.00%
0.50%
1.00%
COTA ROJA DESMONTE
COTA RASANTE
COTA TERRENO
DISTANCIA PARCIAL
DISTANCIA AL ORIGEN
POZOS
PUNTOS
P8 COL. PRINCIP.


RAMAL 4_1
E.H. 1:2000
E.V. 1:200
48.00
REPOSICION
CAMINO AGLOMERADO
TUBERIA
PVCØ250
PENDIENTE %
0.50%
3.00%
0.50%
COTA ROJA DESMONTE
COTA RASANTE
COTA TERRENO
DISTANCIA PARCIAL
DISTANCIA AL ORIGEN
POZOS
PUNTOS
RAMAL 4_2
E.H. 1:2000
E.V. 1:200
51.00
REPOSICION
CAMINO AGLOMERADO
TUBERIA
PVCØ250
PENDIENTE %
0.50%
1.50%
0.50%
COTA ROJA DESMONTE
COTA RASANTE
COTA TERRENO
DISTANCIA PARCIAL
DISTANCIA AL ORIGEN
POZOS
PUNTOS


RAMAL 4_3
E.H. 1:2000
E.V. 1:200
51.00
REPOSICION
CAMINO AGLOMERADO
TUBERIA
PVCØ250
PENDIENTE %
0.50%
3.00%
COTA ROJA DESMONTE
COTA RASANTE
COTA TERRENO
DISTANCIA PARCIAL
DISTANCIA AL ORIGEN
POZOS
PUNTOS
RAMAL 4_4
INCORPORACION RAMAL 4-1-1
CRUCE CAMINO
E.H. 1:2000
E.V. 1:200
10.00
REPOSICION
CAMINO HORMIGON
TUBERIA
PVCØ250
PENDIENTE %
0.50%
0.50%
2.00%
4.00%
0.50%
COTA ROJA DESMONTE
COTA RASANTE
COTA TERRENO
DISTANCIA PARCIAL
DISTANCIA AL ORIGEN
POZOS
PUNTOS
RAMAL 4_4_1
CRUCE CTRA LOCAL
E.H. 1:2000
E.V. 1:200
56.00
REPOSICION
CRUCE CARRETERA
TUBERIA
PVCØ250
PENDIENTE %
0.50%
COTA ROJA DESMONTE
COTA RASANTE
COTA TERRENO
DISTANCIA PARCIAL
DISTANCIA AL ORIGEN
POZOS
PUNTOS
RAMAL 5
E.H. 1:2000
E.V. 1:200
51.00
REPOSICION
CAMINO AGLOMERADO
TUBERIA
PVCØ250
PENDIENTE %
0.50%
COTA ROJA DESMONTE
COTA RASANTE
COTA TERRENO
DISTANCIA PARCIAL
DISTANCIA AL ORIGEN
POZOS
PUNTOS



La capacidad de los colectores hasta la conexión con la estación de bombeo se resume a continuación, estando limitada en el tramo pésimo del colector general que dispone de una pendiente de 0.5%:

		0,50%	1,56%	2,61%	3,67%	4,72%	5,78%	6,83%	7,89%	8,94%	10,00%
calado (m)	**H/D**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,002	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,007	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,016	0,054	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
0,029	0,095	0,001	0,002	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006
0,044	0,146	0,003	0,006	0,008	0,009	0,011	0,012	0,013	0,014	0,014	0,015
0,062	0,206	0,007	0,012	0,016	0,019	0,021	0,023	0,025	0,027	0,029	0,031
0,082	0,273	0,012	0,021	0,028	0,033	0,037	0,041	0,045	0,048	0,051	0,054
0,104	0,345	0,019	0,034	0,043	0,051	0,058	0,065	0,070	0,075	0,080	0,085
0,127	0,422	0,027	0,048	0,063	0,074	0,084	0,093	0,102	0,109	0,116	0,123
0,150	0,500	0,037	0,065	0,085	0,100	0,114	0,126	0,137	0,147	0,157	0,166
0,173	0,578	0,047	0,083	0,107	0,127	0,144	0,160	0,174	0,187	0,199	0,210
0,196	0,655	0,057	0,100	0,129	0,153	0,174	0,192	0,209	0,225	0,239	0,253
0,218	0,727	0,065	0,115	0,149	0,176	0,200	0,221	0,241	0,258	0,275	0,291
0,238	0,794	0,072	0,127	0,164	0,195	0,221	0,244	0,266	0,285	0,304	0,321
0,256	0,854	0,077	0,135	0,175	0,207	0,235	0,260	0,283	0,304	0,324	0,342
0,271	0,905	0,079	0,140	0,181	0,214	0,243	0,269	0,292	0,314	0,335	0,354
0,284	0,946	0,080	0,140	0,182	0,216	0,245	0,271	0,294	0,316	0,337	0,356
0,293	0,976	0,079	0,139	0,180	0,213	0,242	0,267	0,291	0,312	0,332	0,352
0,298	0,994	0,077	0,135	0,175	0,207	0,235	0,260	0,283	0,304	0,324	0,342

		0,50%	1,56%	2,61%	3,67%	4,72%	5,78%	6,83%	7,89%	8,94%	10,00%
calado (m)	**H/D**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**
0,300	1,000	0,074	0,131	0,169	0,201	0,228	0,252	0,274	0,294	0,313	0,331

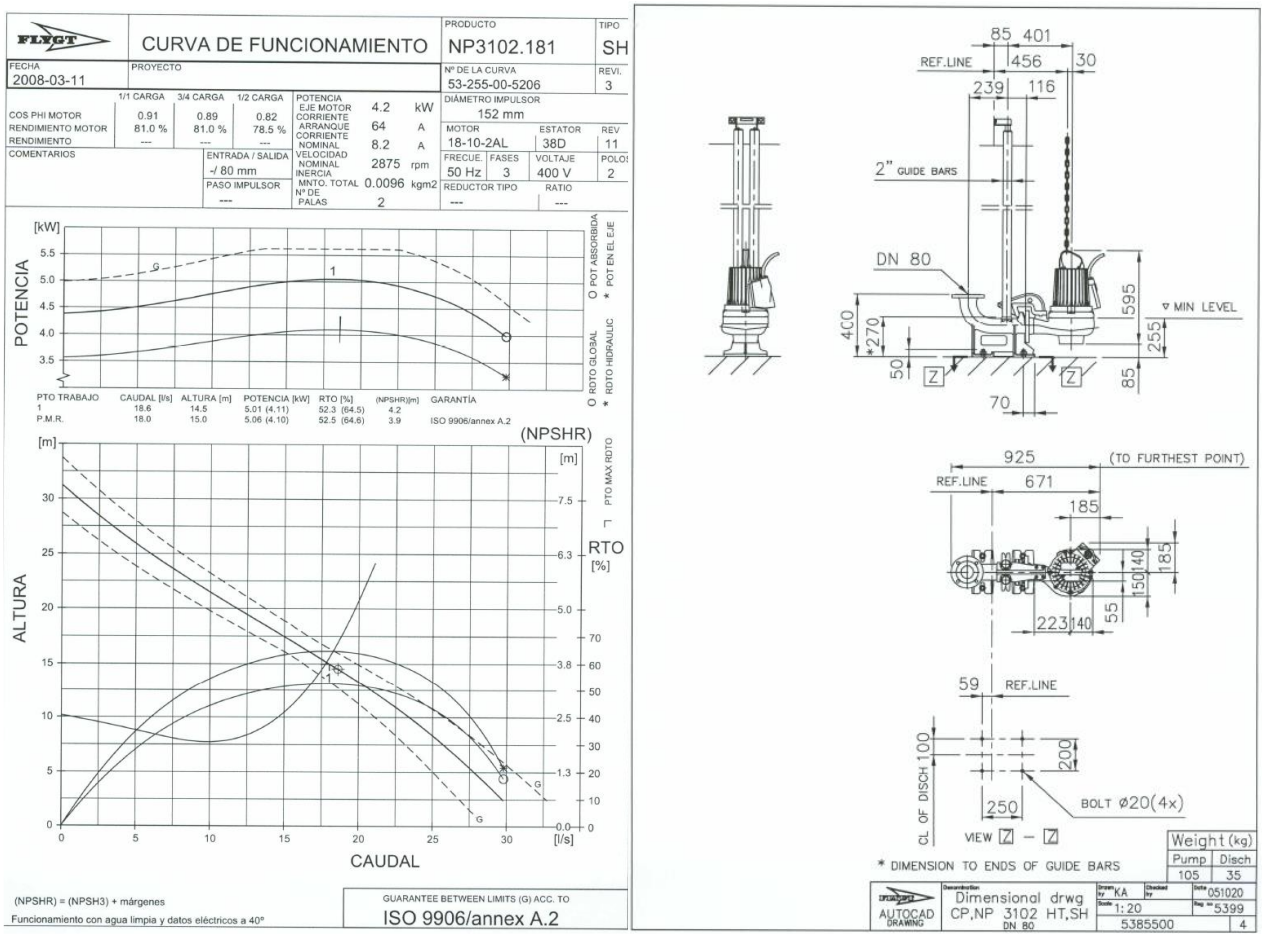
En resumidas cuentas, se diseñó la red para un Qpunta de aguas residuales de 5.81 l/s + Qf=0 l/s+ Qpunta pluviales de 91.42 l/s, resultando :

- Caudal de entrada al aliviadero = OAE = 97,22 l/seg. $=((QD)^{h}_{p} + (QI)^{h}_{p})+QP+Qf=$ (5.80+0)+91.42+0
    - $QD)^{h}_{p}$=Caudal punta año horizonte
    - $(QI)^{h}_{p}$=Caudal punta industrial
    - QP= Caudal pluviales
    - Qf =Caudal filtración
- Caudal de bombeo necesario = QAS = 14,08 1/seg. $=(QD)^{h}_{m}$ +16 * Ph/1000 $+3(Qi)^{h}_{m}$=1.934+16x759/1000+0
    - Ph=Población año horizonte=759 hab.
    - $(Qi)^{h}_{m}$ = Caudal medio industrial
- Volumen a retener = = 10l/s-Ha x 20min x 60 seg x (253 viv x 100 m2/viv)/(10.000m2/ha *1000 l/m3)=30 m3 ➔ se adopta para el aliviadero una tipología de las denominadas en línea, con un volumen de retención real de 27,15 m3 proporcionados por el aliviadero 20,40 m3 y por el bombeo 6,75 m3, por lo que VR = 20 m3

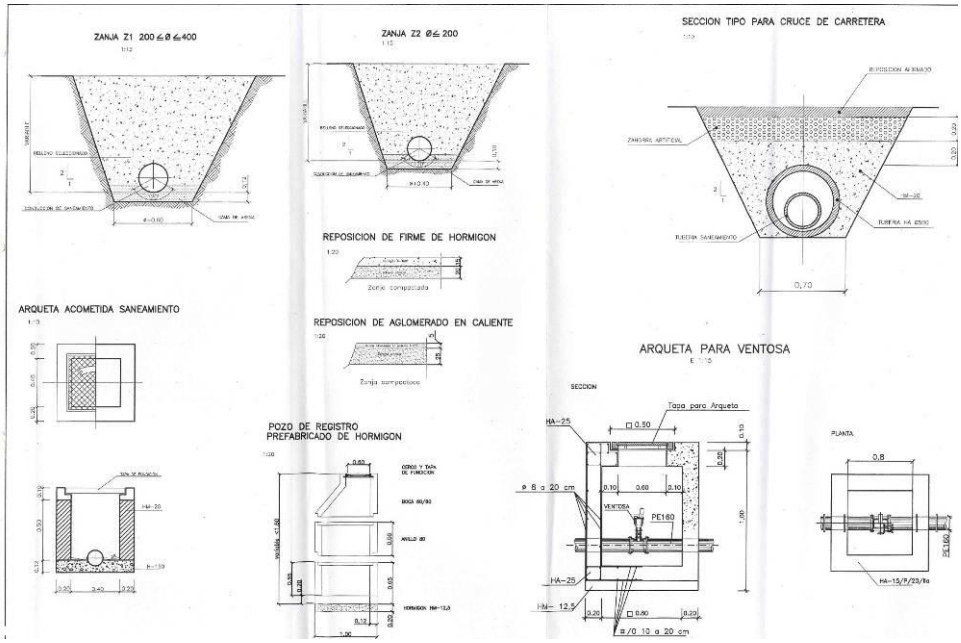
    El caudal vertido es 83.4l/s =QAE-QAS

Se dispone de aliviadero en línea, con un volumen de retención real de 27,15 m3 proporcionados por el aliviadero 20,40 m3 y por el bombeo 6,75 m3, capaz de recoger el primer tramo de las aguas de lluvia, que son las más contaminadas, e incorporarlas al sistema de saneamiento. En el aliviadero se proyecta un dispositivo de bombeo capaz de elevar las aguas residuales a un punto desde el cual, por gravedad, se incorporen a la red de Tapia de Casariego .

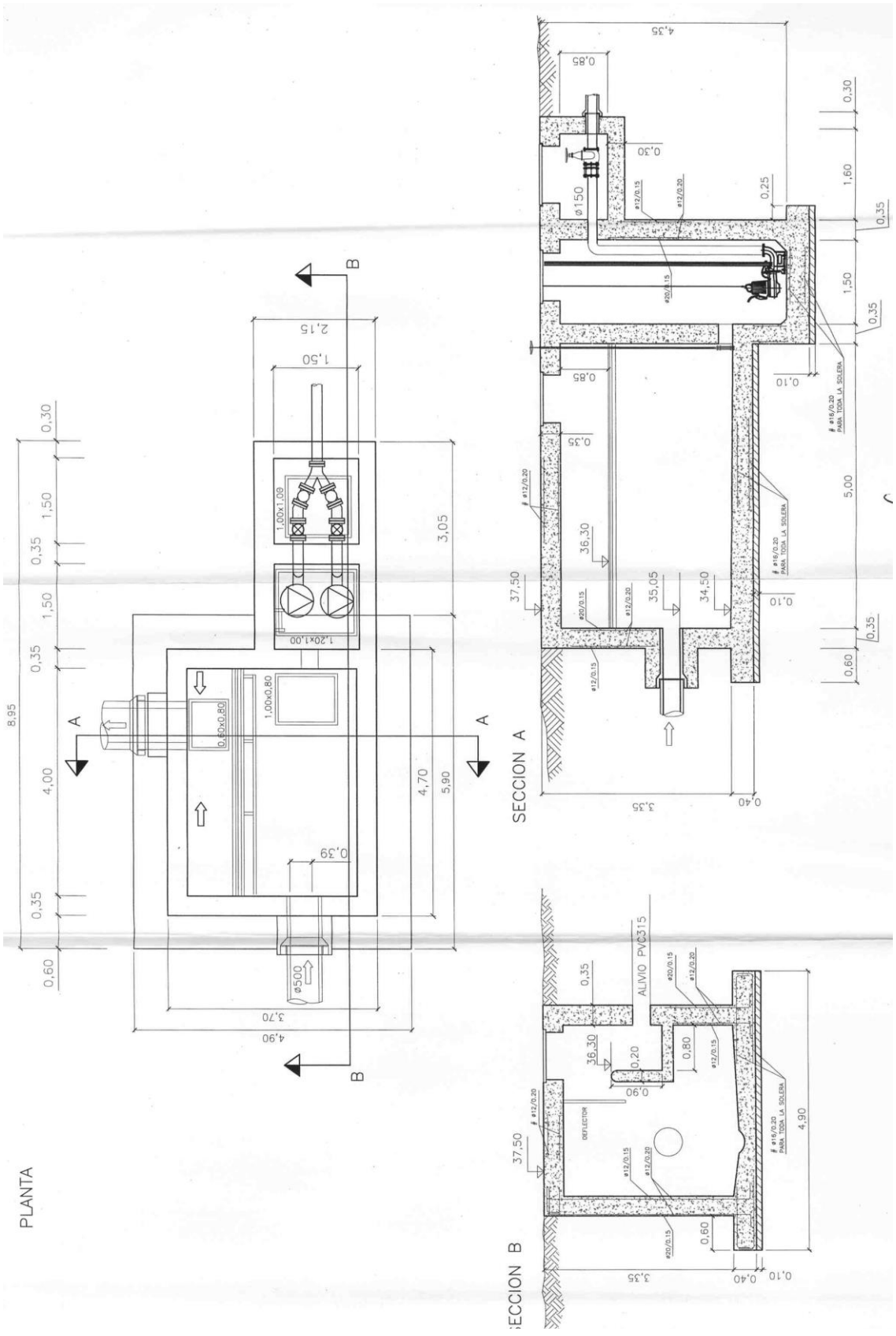
Este sistema de bombeo según la ficha técnica y curva características está compuesto por dos bombas sumergibles NP 3105.181 SH 53-255 de 4.2 KW de **18.6 l/s y Hm=14.5** que dispone de un equipo eléctrico, integrado en un cuadro de intemperie anti-vandálico. Dispone de arranque y parada, automatismos de seguridad , control del nivel de boyas y un PLC programado para controlar los arranques y paradas de forma que, en épocas de sequía se bombee cada tres horas como máximo y en épocas de lluvia, cuando se producen los alivios, se pare el bombeo después de la media hora de estar aliviando y no reducirse el nivel, reanudándose la maniobra a la hora siguiente para iniciar, de nuevo, el ciclo.

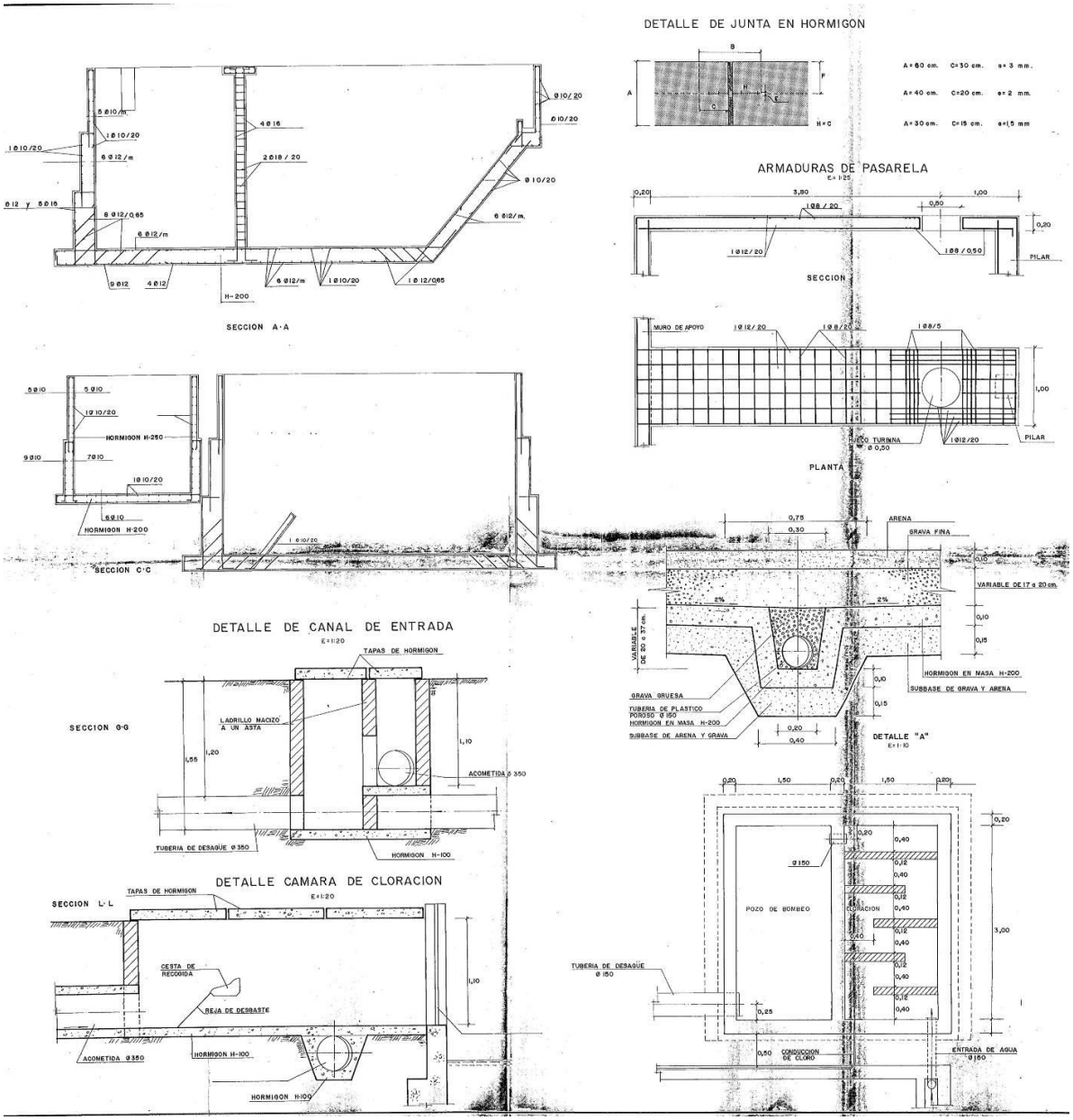


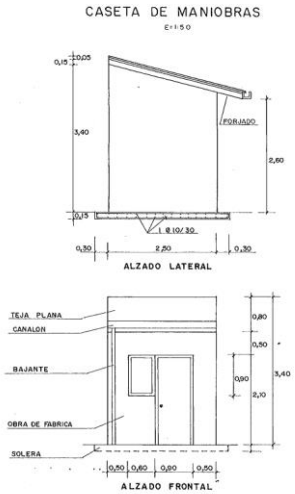
Para la tubería de impulsión, en el tramo entre el pozo de alivio y bombeo y el tramo por gravedad del Ramal de Enlace, es de PE 100 de 125 mm de diámetro y 4 atm de presión de trabajo con una longitud de 164m (en proyecto original figuraba 160 mmPE100/PN4) . En la tubería de impulsión se dispone de una ventosa para eliminación de aire y admisión del mismo, durante las paradas de las bombas y evitar depresiones y golpes de ariete

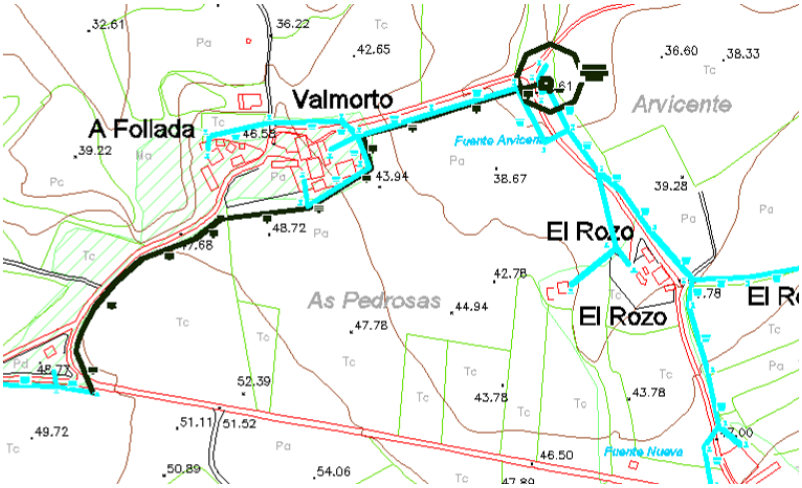


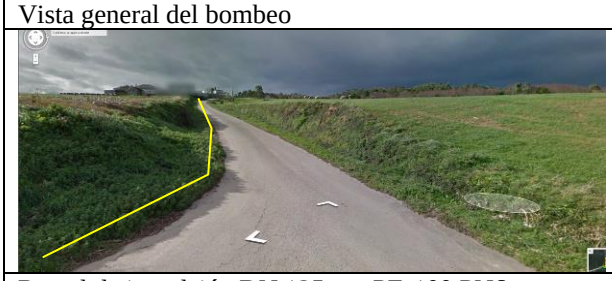
A continuación, se adjunta plano de definición de la geometría de la estación de bombeo de Campos de Salave, y aliviadero según definición de proyecto 2003:




DETALLE DE JUNTA EN HORMIGON
ARMADURAS DE PASARELA
SECCION A-A
SECCION C-C
SECCION
PLANTA
PILAR
DETALLE DE CANAL DE ENTRADA
SECCION G-G
TAPAS DE HORMIGON
LADRILLO MACIZO A UN ASTA
ACOMETIDA Ø 350
TUBERIA DE DESAGÜE Ø 350
HORMIGON H-100
DETALLE CAMARA DE CLORACION
SECCION L-L
CESTA DE RECOGIDA
REJA DE DESBASTE
DETALLE "A"
ARENA
GRAVA FINA
GRAVA GRUESA
TUBERIA DE PLASTICO POROSO Ø 150
HORMIGON EN MASA H-200
SUBBASE DE ARENA Y GRAVA
SUBBASE DE GRAVA Y ARENA
VARIABLE DE 17 a 20 cm.
POZO DE BOMBEO
TUBERIA DE DESAGÜE Ø 150
CONDUCCION DE CLORO
ENTRADA DE AGUA Ø 150


CASETA DE MANIOBRAS
ALZADO LATERAL
ALZADO FRONTAL
FORJADO
TEJA PLANA
CANALON
BAJANTE
OBRA DE FABRICA
SOLERA


Valmorto
A Follada
Arvicente
Fuente Arvicente
El Rozo
As Pedrosas
Fuente Nueva

Vista general del bombeo	Vista general de la edificación del bombeo
	
Ramal de impulsión DN 125 mmPE-100 PN6	Final del ramal de impulsión y comienzo de tramo del colector general de gravedad 315mm PVC

2.1.3.- Campos, Porcía, el Vallín y el Picón

Los núcleos de Campos, Porcía el Vallín y Picón pertenecen a la parroquia de Campos de Salave. Desde el punto de vista urbanístico toda la zona está definida como núcleo rural excepto Porcía y el Vallín, que se encuentran dentro del PESC. Además, Vallín y Porcia se encuentran ubicados dentro de la definición de "Costas" del POLA y PGOU e incluido casi en toda su superficie en D.P.M.T. por lo que no es previsible ningún desarrollo urbanístico asociado a crecimiento. La edificabilidad existente es muy dispersa y de muy baja densidad con vertidos directos al río Porcía y a pozos sépticos.

El núcleo de Campos, Vallín y Porcía no dispone de red de saneamiento en baja desarrollado, existiendo fosas sépticas en viviendas y vertidos directos al cauce del río Porcía y el arroyo de Campos.

La subcuenca de Picón se caracteriza por estar compuesta por viviendas aisladas de carácter rural. De igual forma no dispone de saneamiento de aguas negras ni red de pluviales.

2.1.4.- La Roda

La parroquia de la Roda tiene una extensión de 33,76 kilómetros cuadrados y confina al norte con la de Campos y Salave, al sur con las de Balmonte y Rozadas, al este con las de San Juan de Prendonés y al oeste con las de Tol y Presno. Urbanísticamente se caracteriza por ser núcleo urbano con viviendas dispersas y gran presencia ganadera.

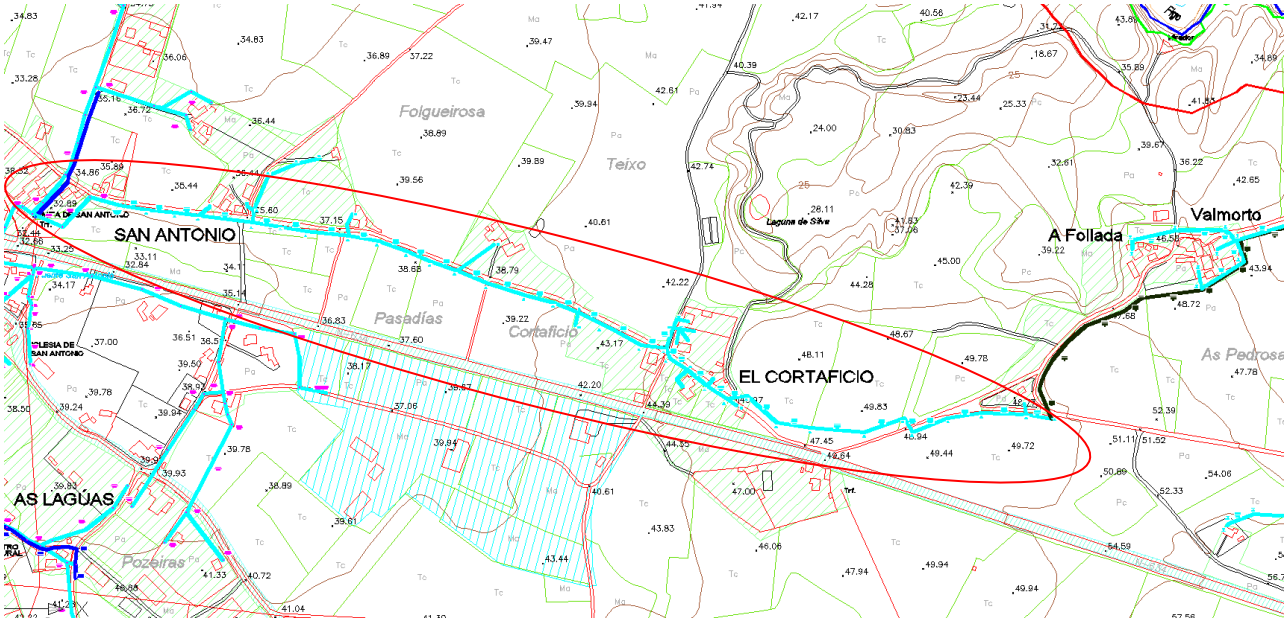
La población de la Roda está formada por 594 habitantes, Tiene un total de 278 viviendas, de las cuales 212 son principales y 66 clasificadas como no principales.

La Roda no dispone de red de saneamiento en baja, existiendo en fosas sépticas en las viviendas y/o vertidos directos a los arroyos.

2.1.5.- Cortaficio y Folgueiras

El colector general de unión de Campos de Salave a Tapia de Casariego es de diámetro DN315 mm de PVC, el cual además de transportar el caudal del bombeo de Salave (14.08l/s) recoge

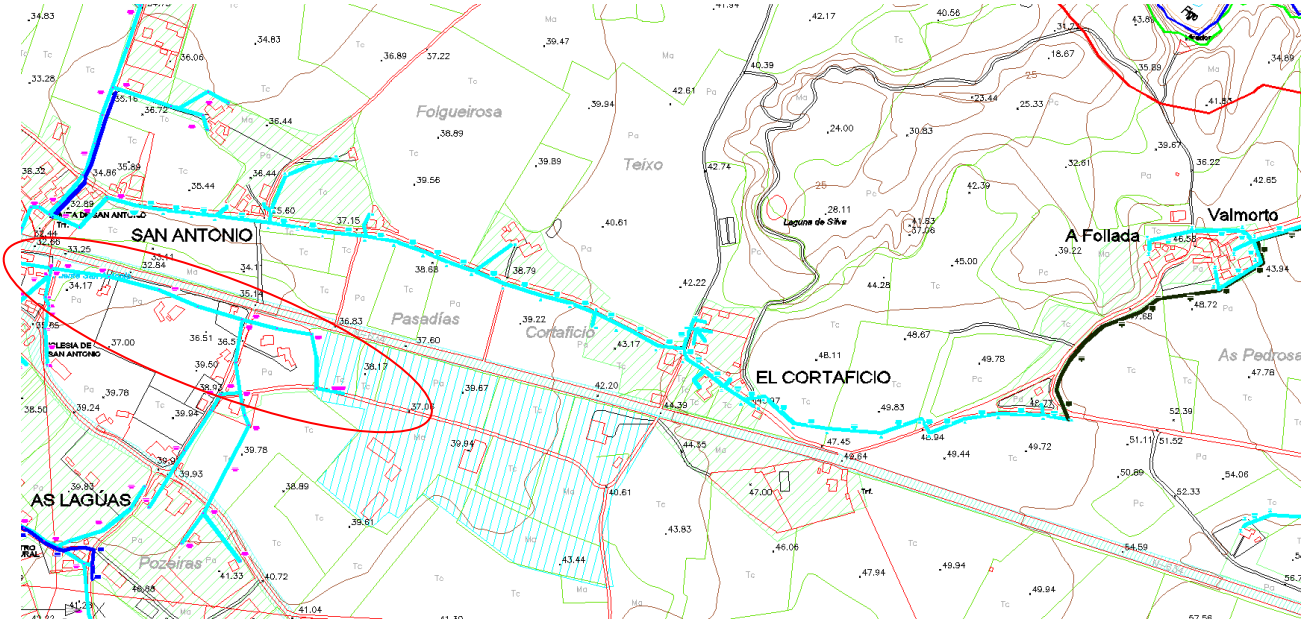
las aguas negras y escorrentía de las viviendas del Cortaficio y Folgueiras hasta conectarse al colector general de San Antonio.



La aportación de dichos núcleos es muy baja con población estimada en 17 y 10 personas , disponiendo además de un sistema de escorrentía superficial recogido por las cunetas de la carretera de unión Cortaficio-Folgueias.

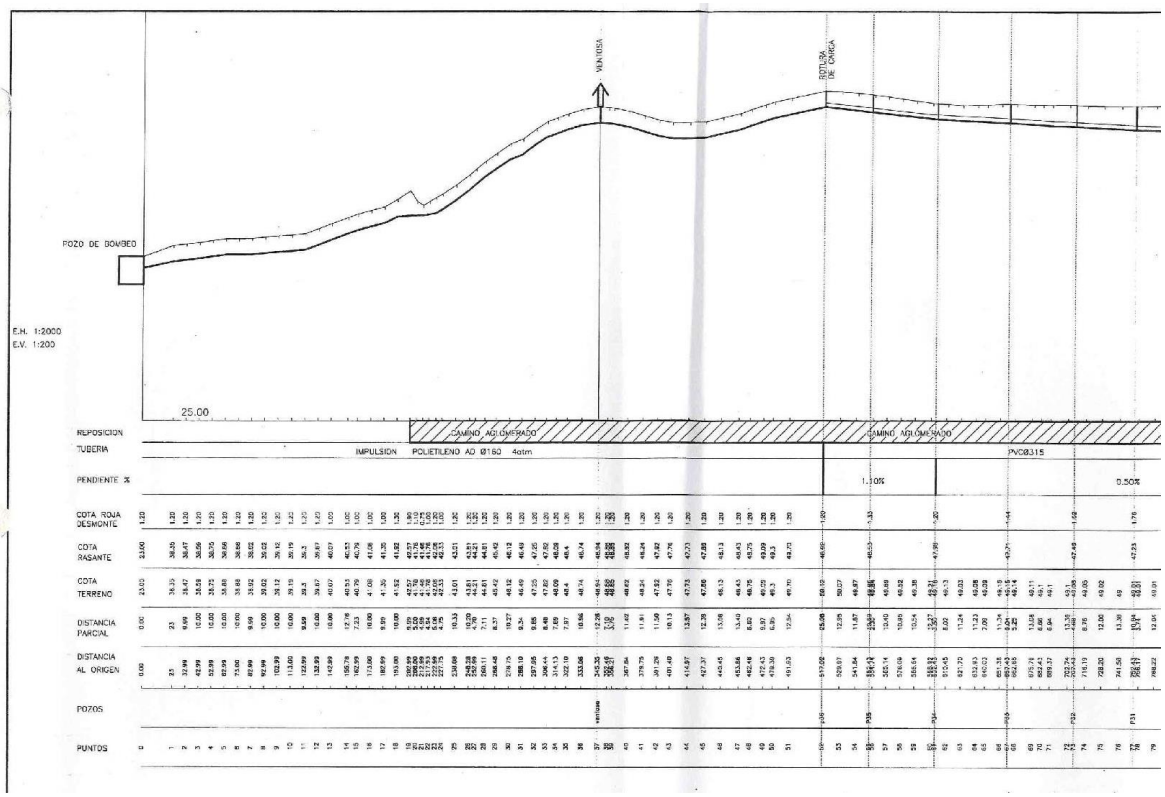
El colector general en este tramo dispone de una pendiente variable de entre 2% y 0.5%, por lo que su capacidad máxima es de unos 84l/s para n=0.01 y Di=285mm

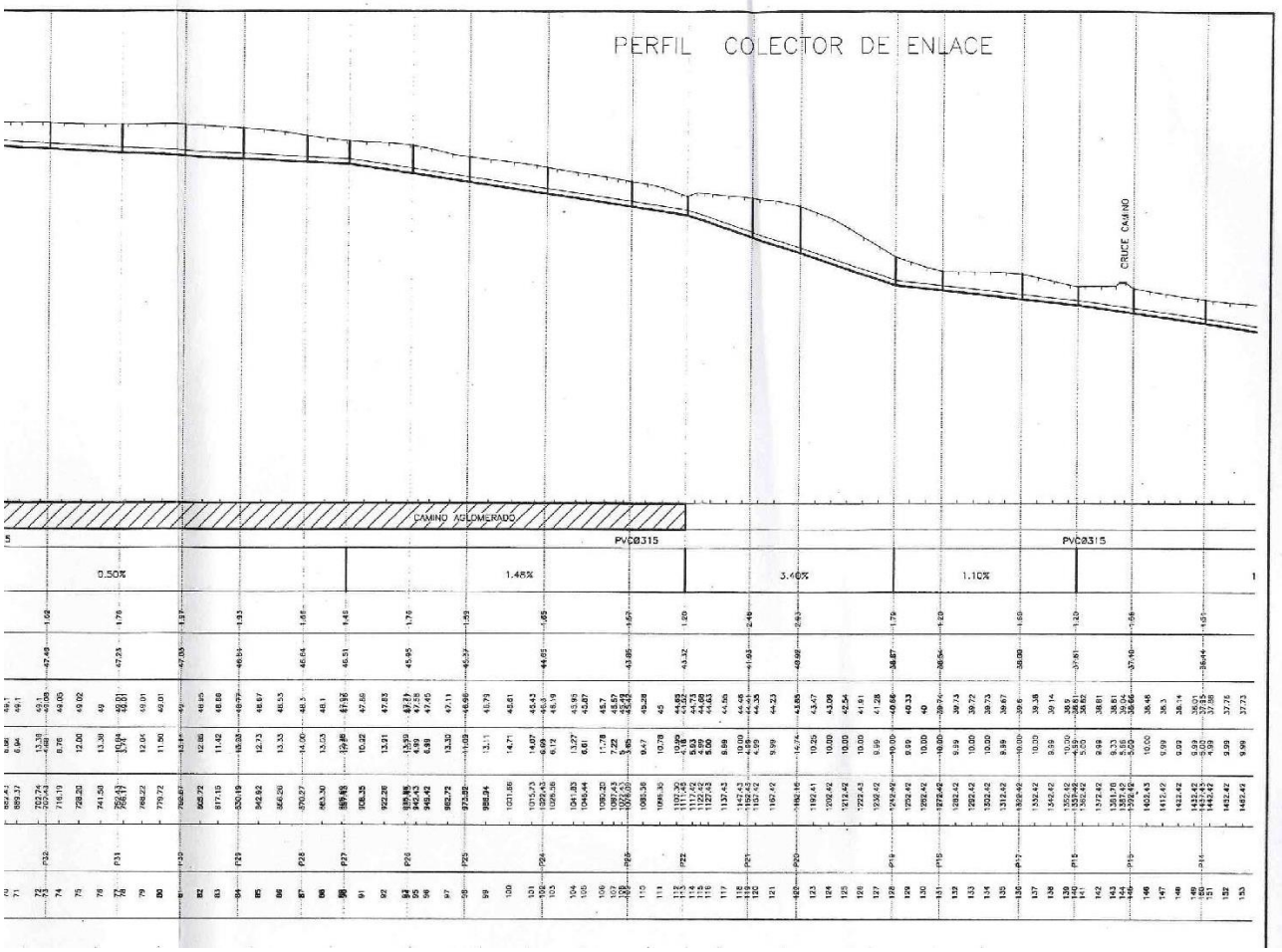
Por otro lado, el polígono de Cortaficio dispone de un colector general que se conecta a la red general de San Antonio que transporta las aguas negras hasta el pretratamiento

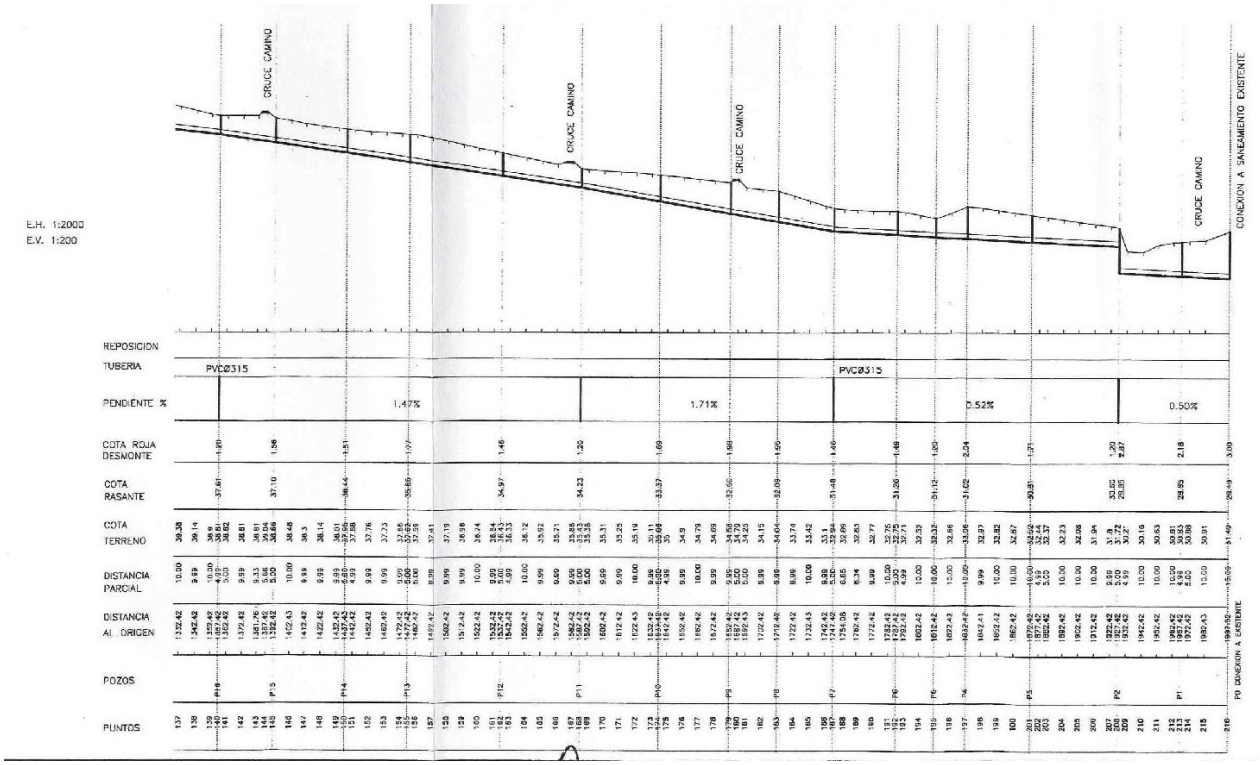


El polígono dispone parte de la superficie con sistema separativo.

A continuación, se adjunta perfil longitudinal del ramal de impulsión y colector de conexión a Tapia y limitante de diseño con pendiente mínima de 0.5%, DN315mm PVC


VENTOSA
ROTURA DE CARGA
POZO DE BOMBEO
E.H. 1:2000
E.V. 1:200
25.00
REPOSICION
TUBERIA
IMPULSION POLIETILENO AD Ø160 4atm
CAMINO AGLOMERADO
PVC Ø315
PENDIENTE %
1.10%
0.50%
COTA ROJA DESMONTE
COTA RASANTE
COTA TERRENO
DISTANCIA PARCIAL
DISTANCIA AL ORIGEN
POZOS
PUNTOS


PERFIL COLECTOR DE ENLACE
CRUCE CAMINO
CAMINO AGLOMERADO
PVC Ø315
PVC Ø315
0.50%
1.46%
3.46%
1.10%

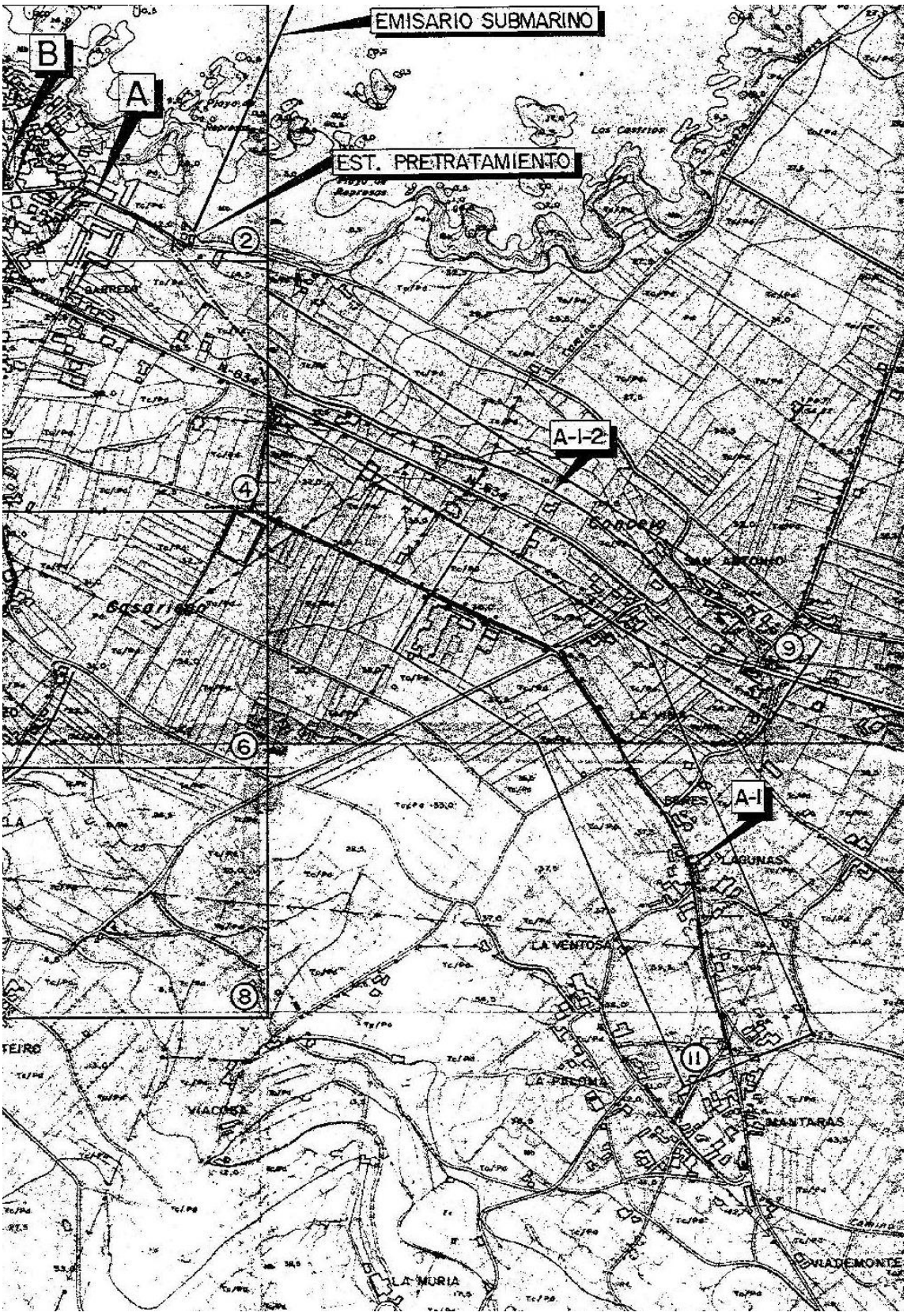


2.1.6.- <u>Las Poleas, San Antonio, Mántaras, A Paloma, Viademonte (Parcialmente)</u>

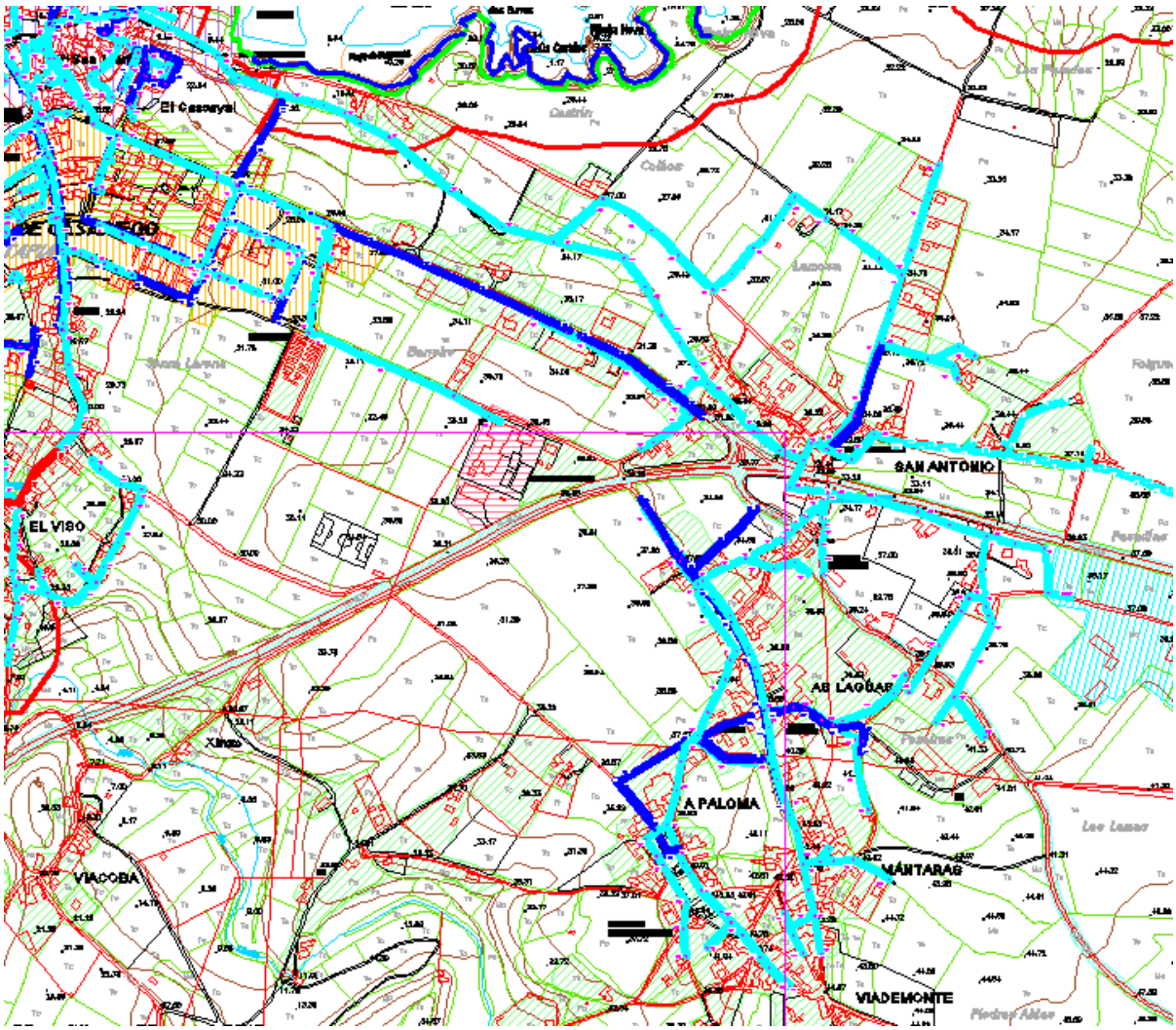
La red de saneamiento de Mántaras incluye los núcleos de San Antonio. La Viña. Lagunas. La Ventosa. La Paloma. Mántaras y Viademonte

Las aguas negras de las poblaciones de Las Poleas, San Antonio y As Laguas son recogidas a través de un colector general denominado AI según se indica en el proyecto de Saneamiento de Tapia desarrollado por AQUA/PLAN en 1982.

Las poblaciones de Mántaras, A Paloma y Viademonte (parcialmente) disponen de un sistema de saneamiento de aguas negras que son conducidas por el colector denominado A-I al pretratamiento. La razón de no poder incorporarse al colector general AI2 según se indica en el proyecto de Saneamiento de Tapia desarrollado por AQUA/PLAN en 1982.



A continuación, esquematizamos la red de colectores: en color azul claro (red de aguas negras) y azul oscuro (red de pluviales):



El saneamiento de Mántaras está formado por una red de colectores que enlazan con el colector general de S. Antonio, el cual vierte hacia la estación de pretratamiento de Tapia de Casariego.

Los principales elementos constitutivos son:

- Tubería de gres vitrificado de 300mm: 2.951 ml
- Tubería de PVC de 200mm: 1.121 mi
- Acometidas domiciliarias: 51 ud
- Unidades de pozo de registro visitables: 107 ud
- Unidades de cámara de descarga 6001 : 3 ud

2.2.- SISTEMA DE SERANTES

La parroquia de Serantes, ocupa el extremo noroccidental del municipio de Tapia, tiene una extensión 14,1 kilómetros cuadrados; limitando al norte con el mar Cantábrico, al oeste con la parroquia de Barres (concejo de Castropol), al sur con las de Tol y La Roda y al este con la capital del municipio. Cuenta con 722 habitantes en total.

La red de saneamiento de Serantes comprende los núcleos de Sta. Gadea. Villamil. Penela, Comayo. Tesouro. El Campo. Caleya, San Pelayo. La Lomba, El Prado, Pedralba. -Serantes. Carbayal. El Crucero. El Regueiro. Casanova. El Foristo. El Barrero, Cabodevila y Vilanova. No incluye Rapacuarto ni Aventanova que se encuentran incluidos en su propio sistema.

Los núcleos recogidos por la red de saneamiento existente se clasifican de acuerdo con el PGOU como “Núcleo Rural”

El saneamiento de Serantes está formado por una red de colectores de diámetros comprendidos entre 200 mm y 350 mm de fibrocemento y PVC, con pendientes variables entre 0.5%, 1% y 8% que desembocan .en la estación depuradora de aguas residuales de Serantes. La zona de Sta. Gadea posee una estación de bombeo que impulsa a la citada red de colectores.

El sistema se diseñó como un sistema separativo al considerarse que las aguas pluviales vertían a los arroyos por la escorrentía superficial y la red de cunetas laterales de los caminos y calles. No obstante, se consideró que recogería parte de las aguas de las cubiertas de los edificios.

A efectos de población para el año horizonte de proyecto de la red de Serantes consideró : Población año horizonte = Población actual + Camping + + Restaurante = 791 + 150·+ 2.205/1755 = 954 habitantes.

La dotación de cálculo fue 100 l/hab-día en situación actual y futura 175l/hab-día. Adicionalmente se consideró la aportación de ganado con una dotación de 100l/ganado-día.

El resultado fue:

	Q máximo	Q mínimo	Q medio
Grupo 1º	0,48	0,047	0,188
Grupo 2º	3,232	0,314	1,257

- Qmax =2.57 x Qm
- Qmin=0.25 Qm
- Qmax total= Qmax +Qpluviales

Las aguas de pluviales recogidas por la red de colectores se dimensionó considerando una anchura media recogida por el colector de 20m, siendo un periodo de retorno de T=5 años, y una precipitación Im=60.21 mm/h, con un aguacero de t=10 minutos.

Para el 1º grupo: L = 180 m, Q lluvia = 30,11 l/seg.

Para el 2º grupo: L = 230 m, Q lluvia = 38,47 l/seg.

GRUPO	Q máx. total (l/seg.)
1	30,59
2	41,702

Las aguas sanitarias son recogidas en una EDAR. Dicha depuradora dispone de un aliviadero con rejilla de desbaste a la entrada. A continuación, se dispone el tanque de oxidación y decantación

de donde pasa el agua al depósito de cloración para desaguar finalmente a la confluencia de los arroyos Sarello y Tol. Se disponen dos eras de secado.

El saneamiento consta de un colector general de 794,70 metros, desde El Campo a la depuradora y de diámetro 300 y 200, los primeros 120,50 metros. La tubería como en todo el proyecto es de PVC, Serie 4, y asentada en área, solera en cruces de carretera y que se dispone con protección de hormigón.

A este colector general, acometen otros 4 colectores secundarios, 3 de Penela y 1 de Cornayo.

2.2.1.- Red de colectores

Se trata de sistema de saneamiento de tipo separativo.

Está formado por los siguientes colectores. construidos en material de PVC de diámetro 315 y 200 mm.

- Colector A: 1220 m
- Colector O: 4030 m
- Colector 01 : 420 m
- Colector 02: 500 m
- Colector 03: 380 m
- Colector 04: 220 m
- Colector 0 5: 330 m
- Colector 0 6: 180 m
- Colector 07: 740 m
- Colector 08: 600 m
- Colecto r B: 850 m
- Colector C: 370 m
- Colector E: 1280 m
- Colector F: 860 m
- Colector G: 80 m
- Colector H: 600 m
- Colector Y: 220 m
- Colector J: 1950 m
- Colector K: 1450 m
- Colector L: 2070 m
- Impulsión de Sta Gadea: 1600 ml

El trazado de estos colectores no presenta especiales características y se dispone en las cabeceras en general arquetas sinfónicas para evitar el paso de desechos sólidos a las conducciones.

Todas las conducciones se realizan por gravedad.

Las pendientes oscilan en general entre 1 % y 8 % con lo que las velocidades para los caudales máximo y mínimo resultan adecuadas, entre 0,5 Y 5m/seg, presentando pocos problemas de sedimentaciones y erosión de tuberías.

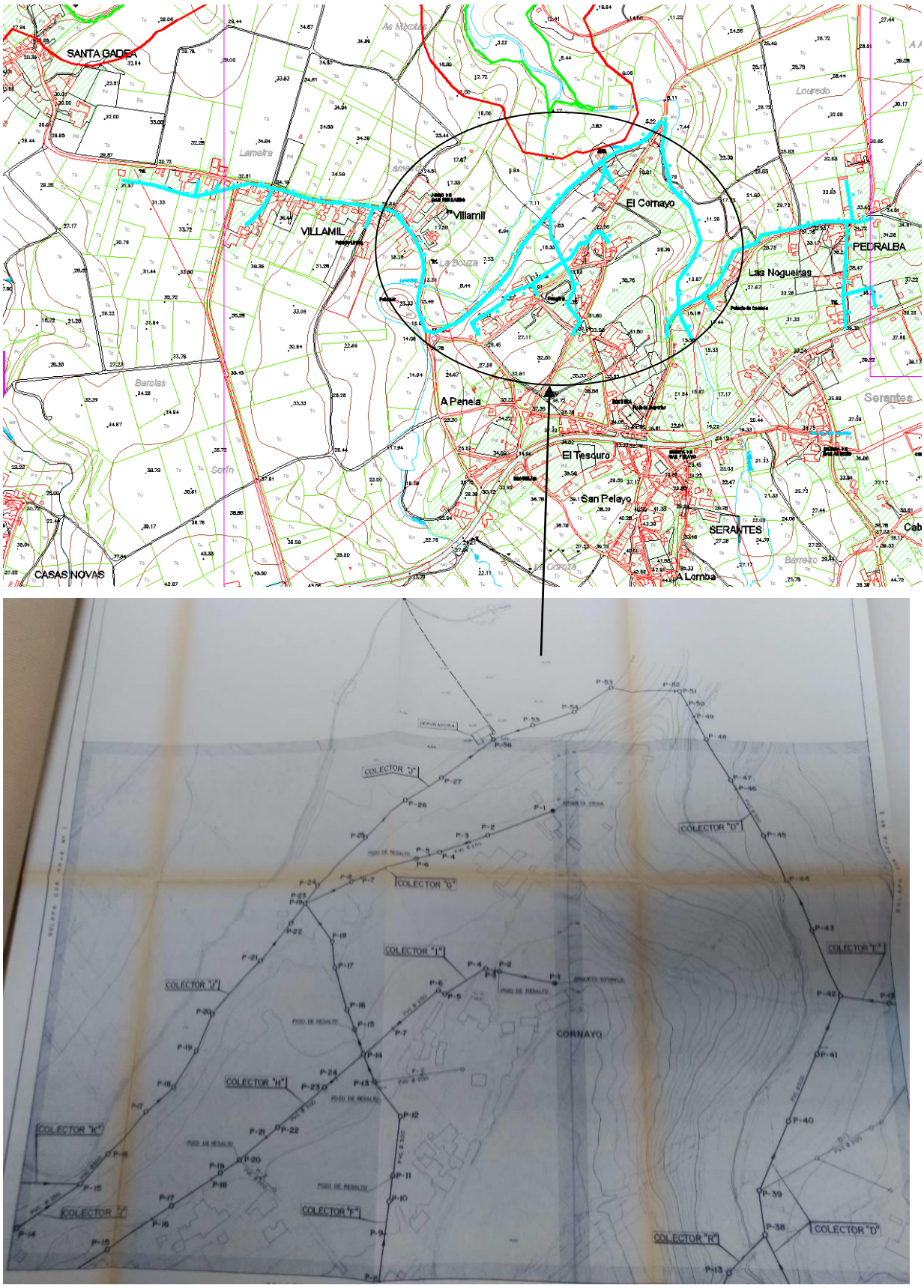
Se disponen pozos de registro en cambios de pendiente, sección y alineación, en el comienzo e intersección de colectores y en los tramos rectos en distancias no superiores a los 70 metros. Se disponen pozos de resalto cuando la diferencia de alturas entre las tuberías de entrada y salida es superior a 0,80 metros.

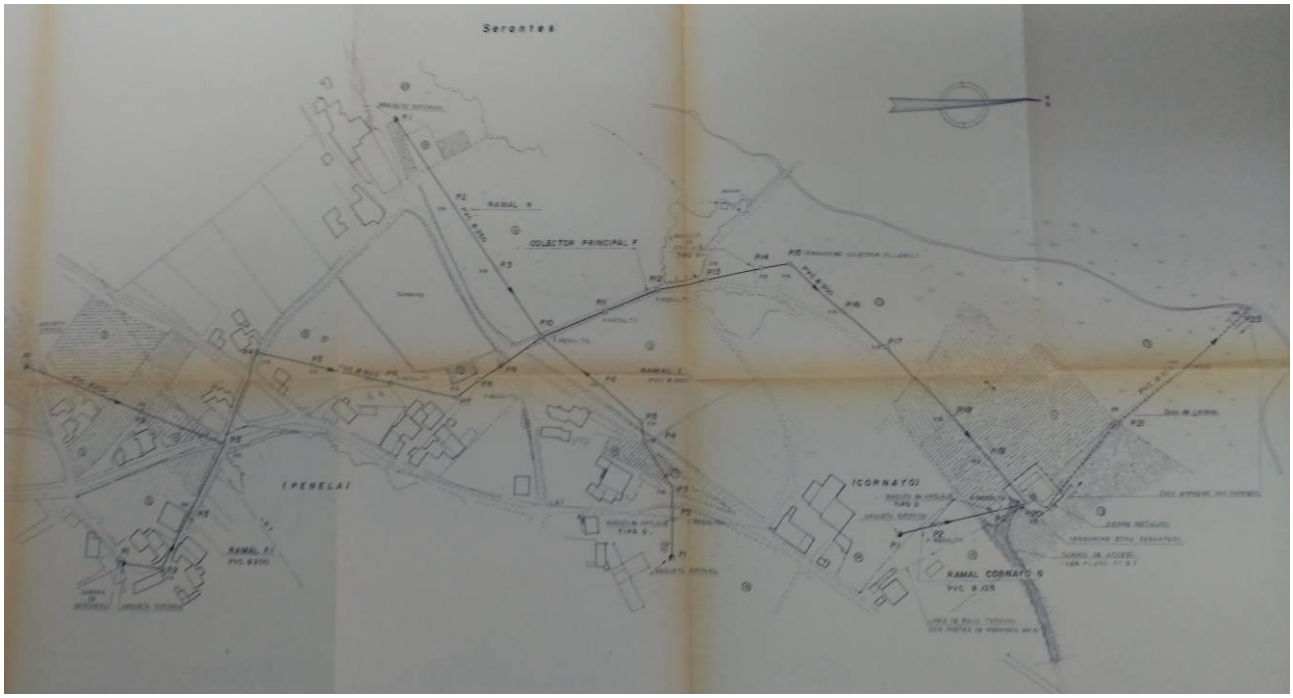
En un colector secundario se dispone cámara de descarga, por s escasa pendiente.

Se consigue que en todo el trazado la profundidad de las tuberías no sea superior a 4 metros, salvo una pequeña zona en la que se alcanzan los 5 metros.

A continuación, se adjuntan los perfiles y ubicación:

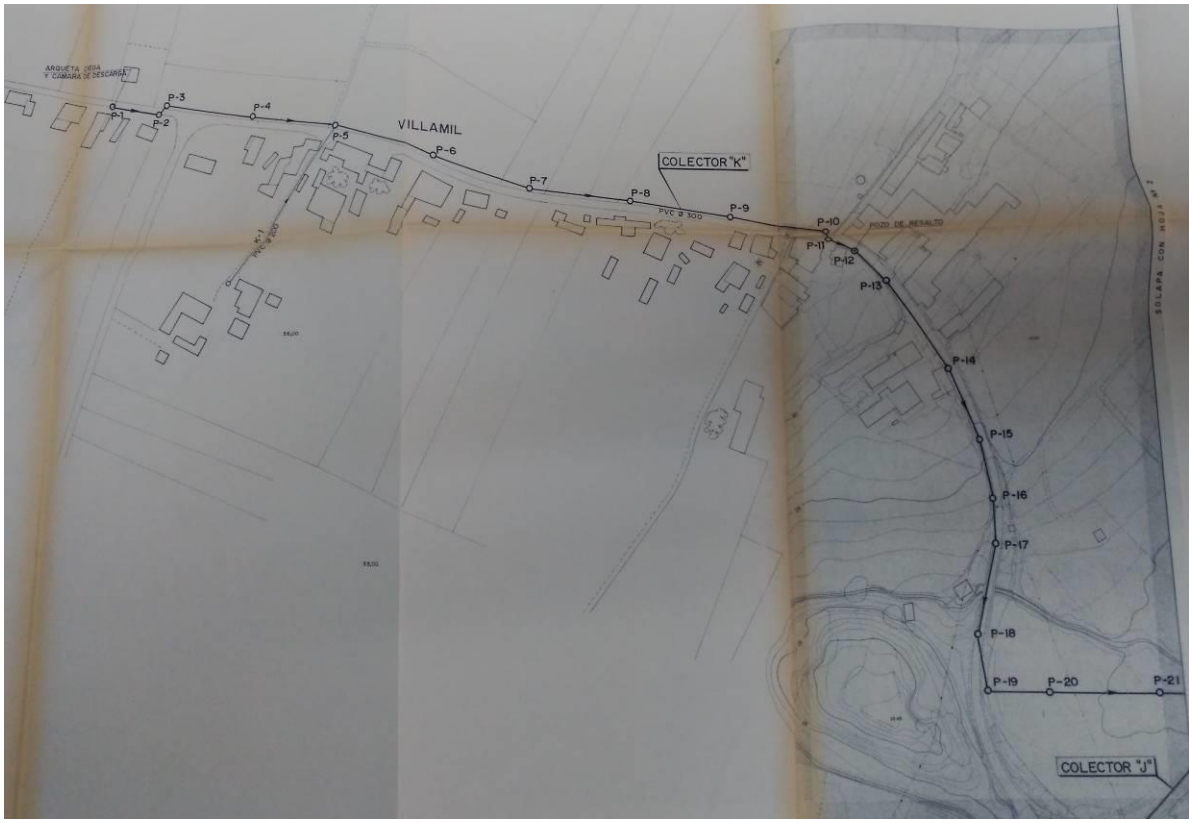
- **Vista general de la red de colectores que convergen a la EDAR**

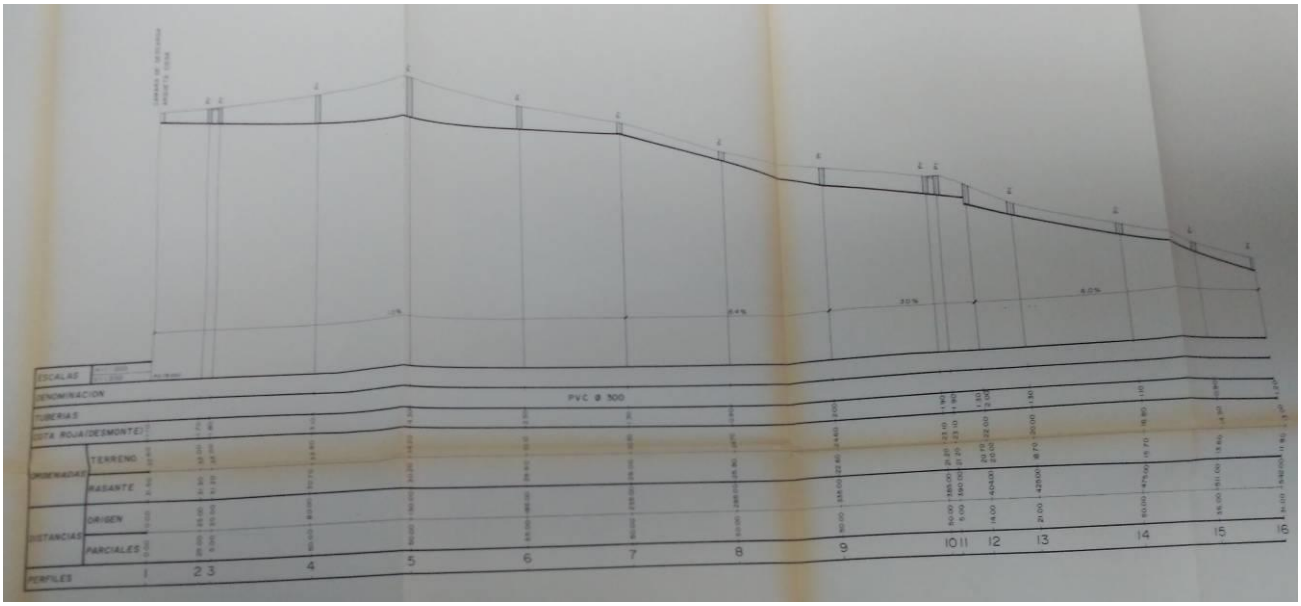

SANTA GADEA
VILLAMIL
Villamil
El Cornayo
PEDRALBA
Las Nogueras
A Penela
El Tesoro
San Pelayo
SERANTES
CASAS NOVAS
A Lomba
CORNAYO
COLECTOR "J"
COLECTOR "G"
COLECTOR "I"
COLECTOR "D"
COLECTOR "E"
COLECTOR "H"
COLECTOR "C"
COLECTOR "F"
COLECTOR "B"

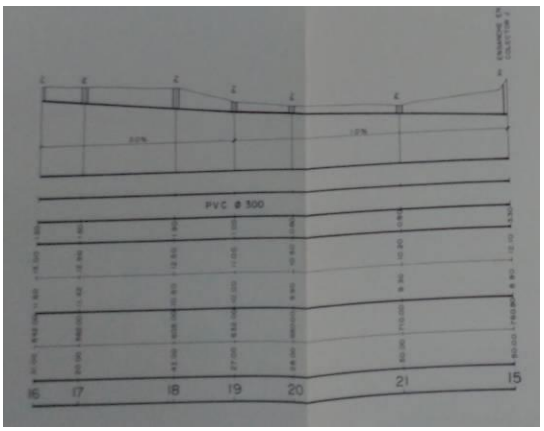


- **Colector –K** que recoge las aguas de Villamil y Sta. Gadea.

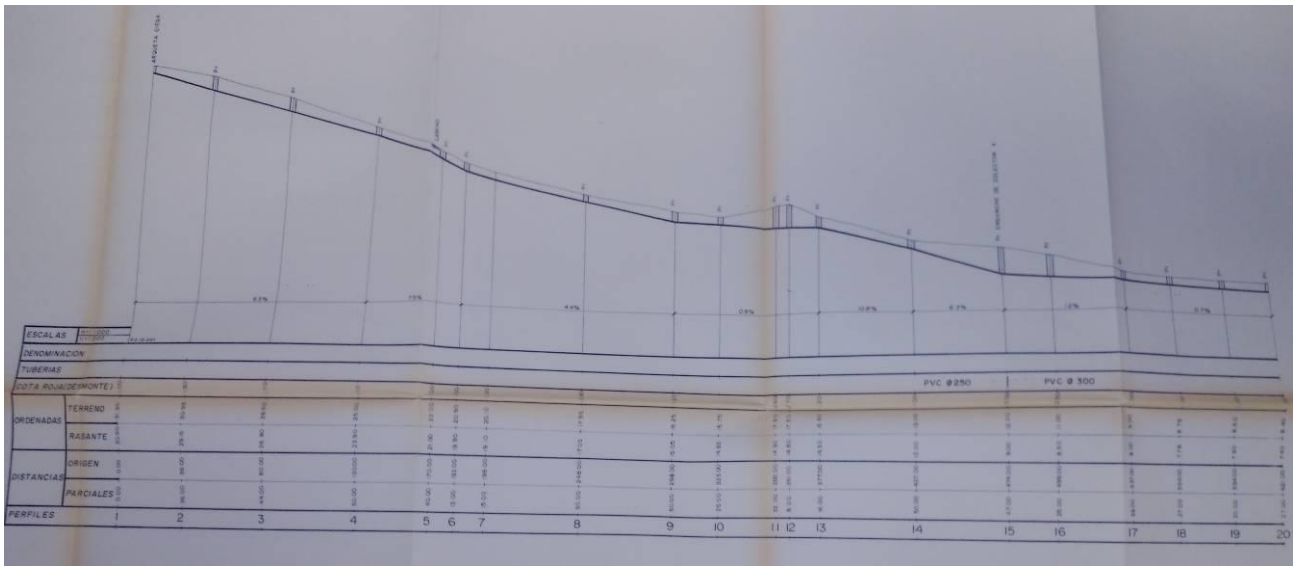
  El colector K es de diámetro DN 300mm de fibrocemento con una pendiente comprendida entre 10% y 1% en su tramo final, Su último tramo es el tramo pésimo corresponde a la unión del pozo P-19 y su conexión con la EDAR. En este tramo se dispone de una capacidad máxima condicionada por la pendiente del 1%

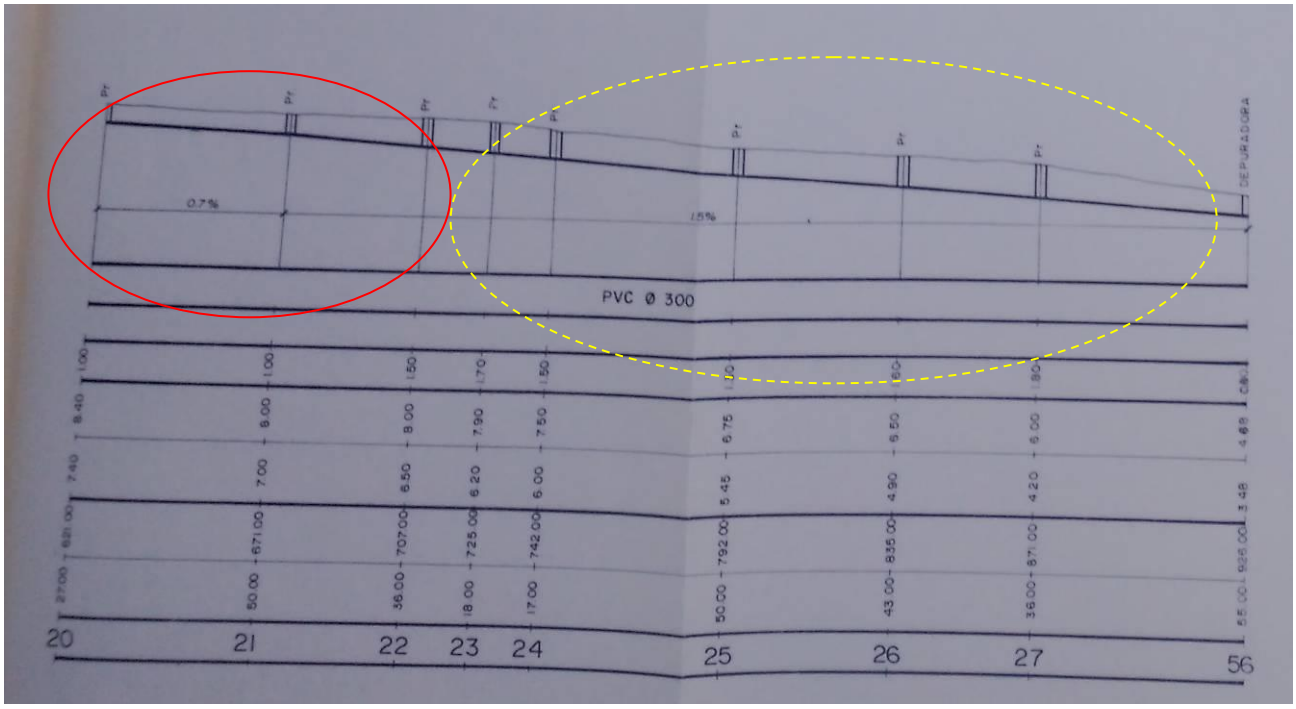


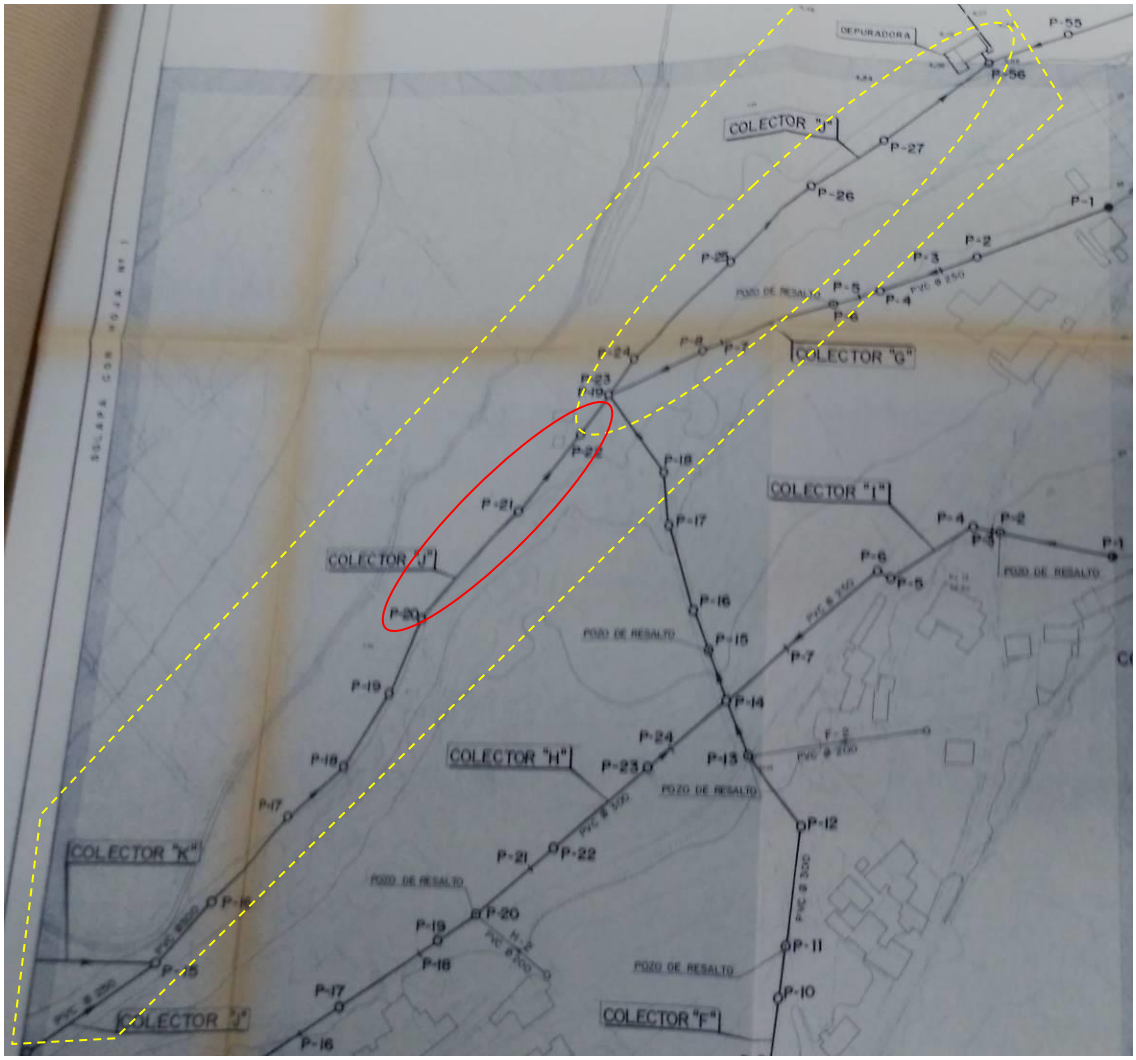




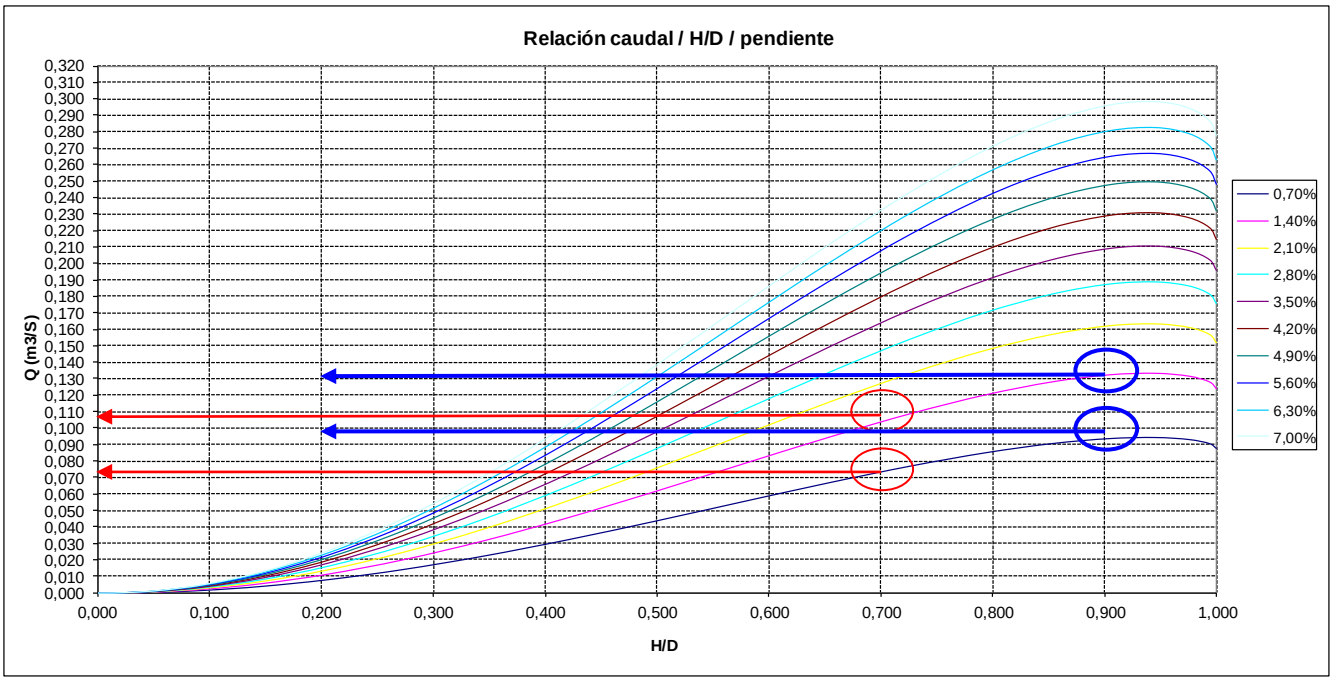
- **Colector-J:** Recoge las aguas de Villamil provenientes del colector K y conecta con la EDAR. Es de DN 300mm FC con pendientes comprendidas entre 0.7% y 7.5%. Desde el pozo P23 se recogen las aguas de los colectores de Serantes con una pendiente del 1.5%




0.7%
1.5%
PVC Ø 300
DEPURADORA
20
21
22
23
24
25
26
27
56


DEPURADORA
COLECTOR "J"
COLECTOR "G"
COLECTOR "I"
COLECTOR "H"
COLECTOR "K"
COLECTOR "F"
POZO DE RESALTO

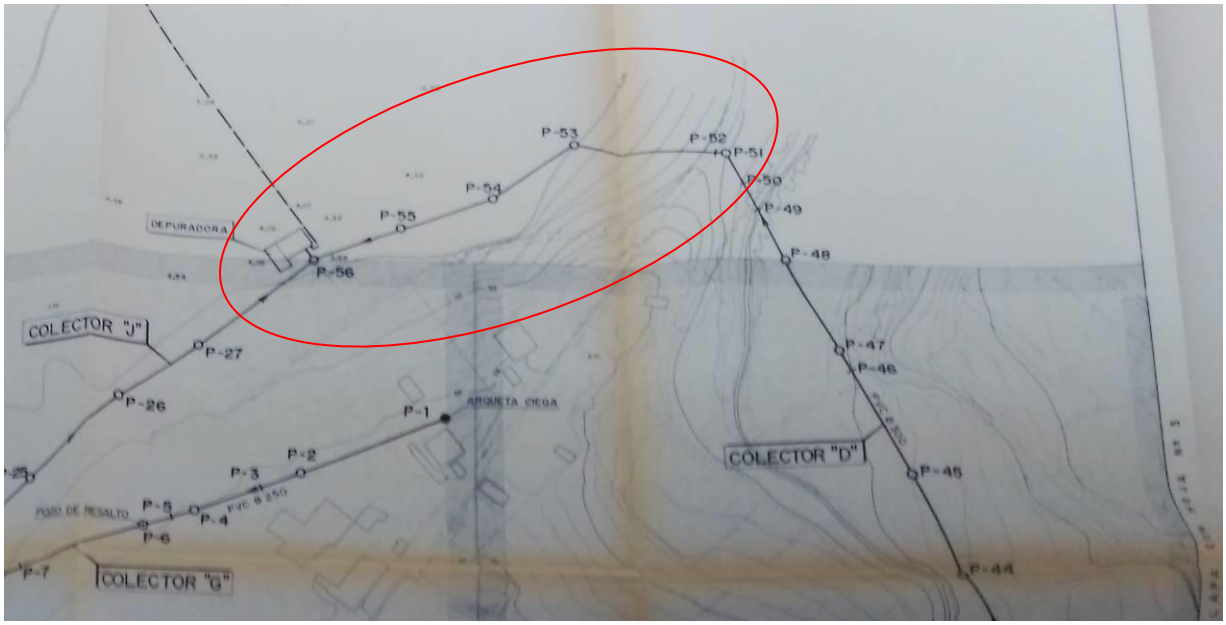
A efectos de comprobación la capacidad máxima de los colectores se esquematiza a continuación para DN 300 FC, n=0.012:

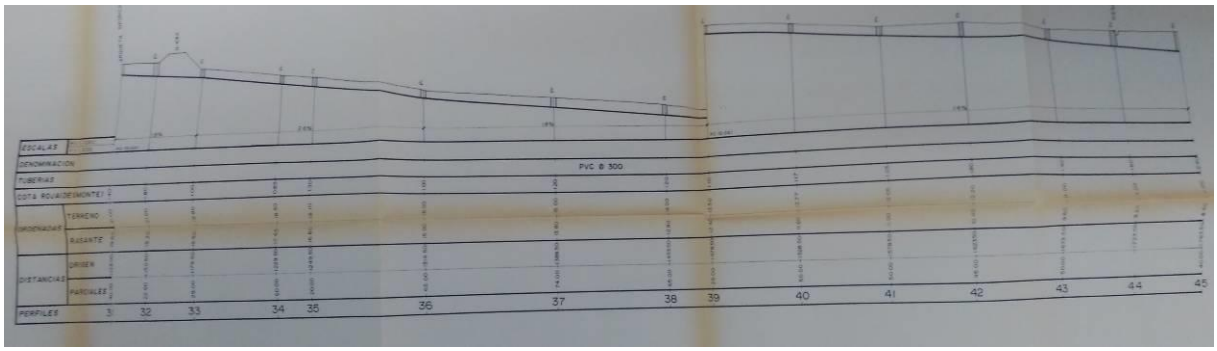


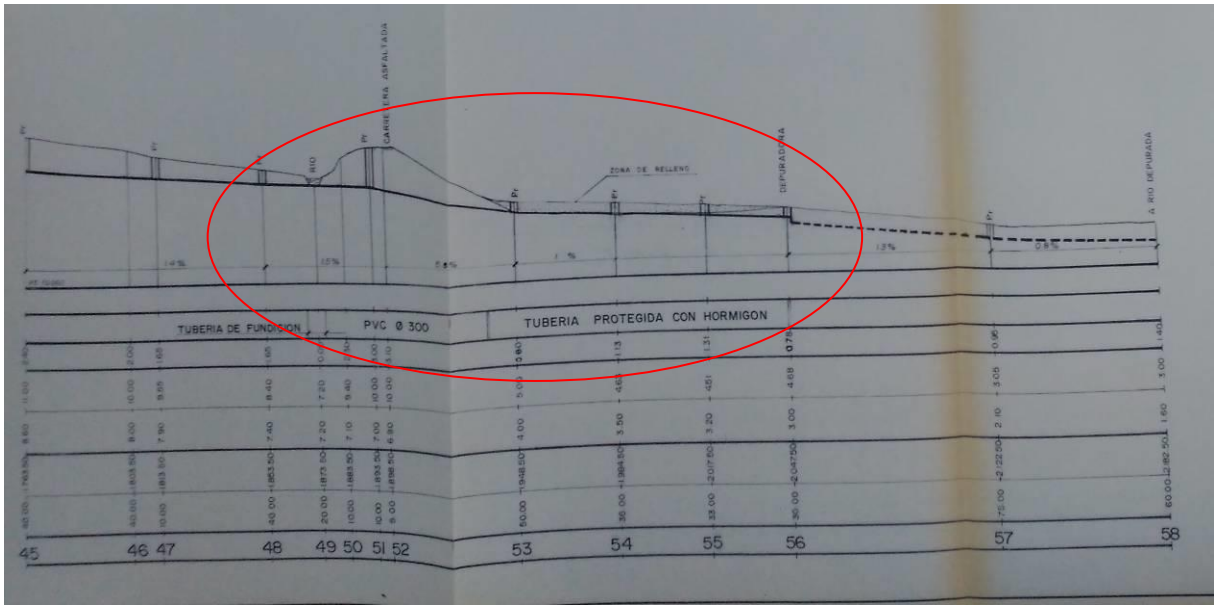
		0,70%	1,40%	2,10%	2,80%	3,50%	4,20%	4,90%	5,60%	6,30%	7,00%
calado (m)	H/D	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,002	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,007	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,016	0,054	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002
0,029	0,095	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005
0,044	0,146	0,004	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,011	0,012	0,013
0,062	0,206	0,008	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022	0,023	0,024	0,026
0,082	0,273	0,014	0,020	0,025	0,029	0,032	0,035	0,038	0,040	0,043	0,045
0,104	0,345	0,022	0,032	0,039	0,045	0,050	0,055	0,060	0,064	0,067	0,071
0,127	0,422	0,033	0,046	0,056	0,065	0,073	0,080	0,086	0,092	0,098	0,103
0,150	0,500	0,044	0,062	0,076	0,088	0,098	0,107	0,116	0,124	0,131	0,139
0,173	0,578	0,056	0,079	0,096	0,111	0,124	0,136	0,147	0,157	0,167	0,176
0,196	0,655	0,067	0,095	0,116	0,134	0,150	0,164	0,177	0,189	0,201	0,212
0,218	0,727	0,077	0,109	0,133	0,154	0,172	0,189	0,204	0,218	0,231	0,243
0,238	0,794	0,085	0,120	0,147	0,170	0,190	0,208	0,225	0,240	0,255	0,269
0,256	0,854	0,091	0,128	0,157	0,181	0,203	0,222	0,240	0,256	0,272	0,286
0,271	0,905	0,094	0,132	0,162	0,187	0,209	0,229	0,248	0,265	0,281	0,296
0,284	0,946	0,094	0,133	0,163	0,188	0,211	0,231	0,249	0,267	0,283	0,298
0,293	0,976	0,093	0,132	0,161	0,186	0,208	0,228	0,246	0,263	0,279	0,294
0,298	0,994	0,091	0,128	0,157	0,181	0,203	0,222	0,240	0,256	0,272	0,286
0,300	1,000	0,088	0,124	0,152	0,175	0,196	0,215	0,232	0,248	0,263	0,277

Las capacidades máximas de los colectores son:

- **Colector-D:** Recoge las aguas de Serantes provenientes del colector K y conecta con la EDAR. Es de DN 300mm FC con pendientes comprendidas entre 1% y 7.5%. Desde el pozo P52 se conecta con la EDAR con una pendiente del 1.0% lo que supone una capacidad de 112l/s







2.2.2.- Estación de bombeo de Santa Gadea

Se trata de una estación de bombeo que recoge los vertidos de la zona de Sta Gadea e impulsa a la red de colectores de Serantes. los cuales conducen el vertido hacia la E.D.A.R. de Serantes. Consta de los siguientes elementos:

- 2 bombas sumergibles de aguas residuales marca SARLIN de 18 Kw de potencia;
- 2 válvulas de retención de bola de 1OOmm de diámetro
- 2 válvulas de compuerta EURO 20 de 100mm de diámetro.
- Un puente grúa con polipasto eléctrico de 1000 Kg. de fuerza

2.2.3.- E.D.A.R. Serantes

Las aguas sanitarias son recogidas en una EDAR. Se trata de una planta de tratamiento biológico de fangos activados en oxidación total dimensionada para 1250 He.

Dicha depuradora dispone de un aliviadero con rejilla de desbaste a la entrada. A continuación, se dispone el tanque de oxidación y decantación de donde pasa el agua al depósito de cloración para desaguar finalmente a la confluencia de los arroyos Sarello y Tol. Se disponen dos eras de secado.

Se dispone de un cierre para la depuradora, con murete de hormigón y puertas para vehículos y. peatonal. El emplazamiento de la depuradora está adosado a un camino ya existente, .que ·se proyecta ampliar y acondicionar.

También se dispone de un aliviadero a nivel de terreno en la fosa de cloración, para en caso extremo de entrada de agua exterior por el tubo de desagüe poder evacuar el sobrante.

Se dispone de luz en el exterior, para señalizar la depuradora por la noche y la acometida eléctrica se realiza aérea, mediante postes de hormigón pretensado (uno cada 40 m) y desde la cercana línea eléctrica aérea que abastece a Cornayo.

La tubería de salida al mar se dispone de 350 mm de diámetro de PVC, Serie 4, con 0,5 % de pendiente para de este modo conseguir en el extremo final de vertido la mayor cota posible. También se protege esta tubería con hormigón en vez de con arena, ya que como esta zona puede que da bajo el nivel freático, pudiera ocurrir que se lavara la arena de asiento y protección de la tubería, por 10 que dispondremos hormigón para evitar 10 anterior.

El asienta de la depuradora se realiza sobre pedraplén ya que teniendo en cuenta la presencia de agua y siendo el terreno limoso-arenoso, conviene asentarlo de la citada forma, para evitar posibles roturas del terreno.

El proceso de depuración de la planta consiste sucintamente en un pretratamiento por desbaste de gruesos y desarenadores. tratamiento biológico por fangos activados por el método de aireación prolongada (oxidación total), decantación secundaria en el decantador, tratamiento terciario por cloración del efluente para la desinfección del mismo y tratamiento de fangos por secado en eras.

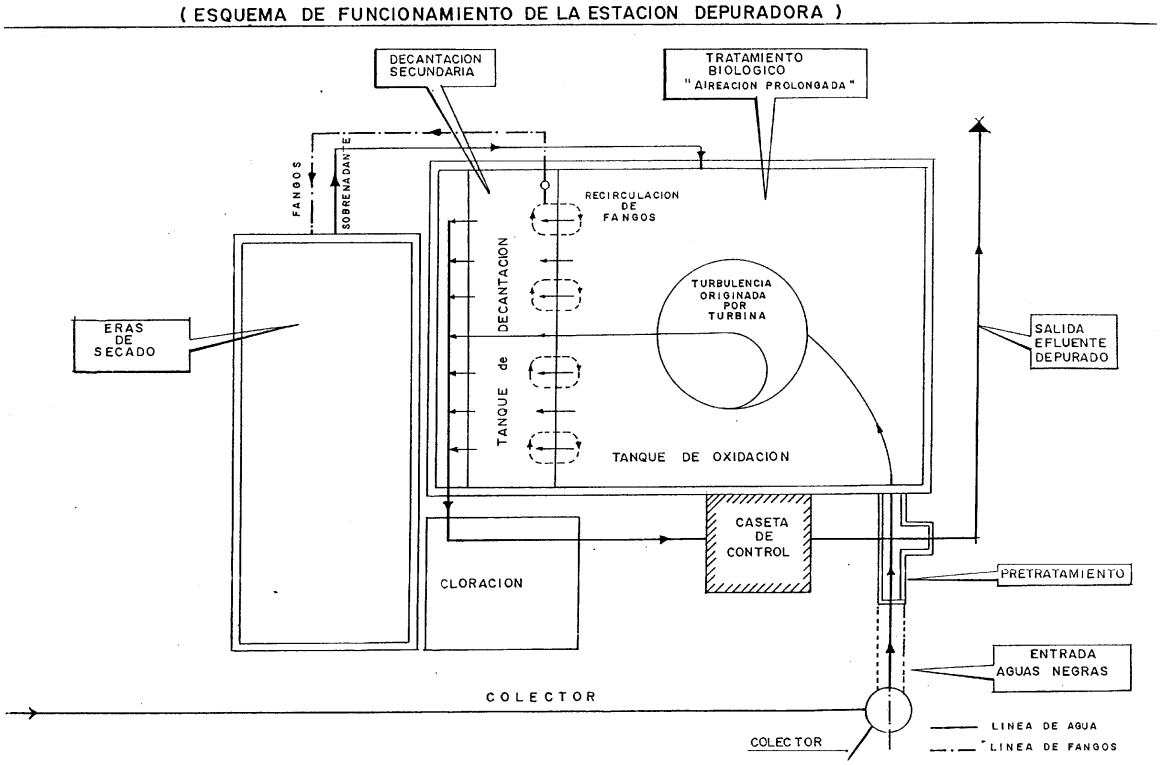
Los materiales y equipos mecánicos v eléctricos de que consta la planta son los siguientes:

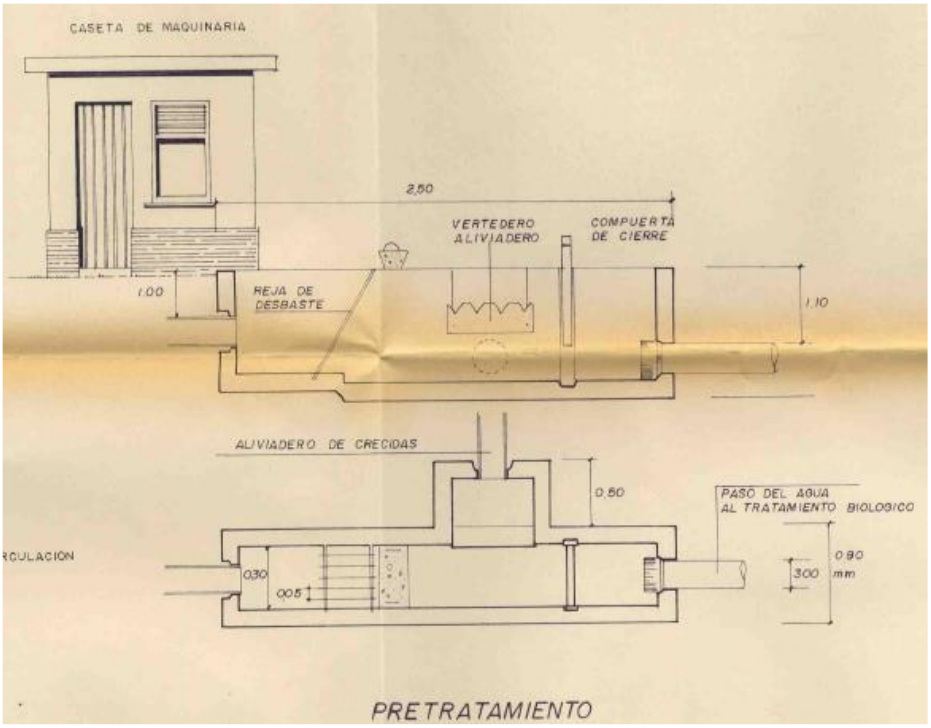
- Turbina de superficie para n Om3!h con motor eléctrico de 7e V.
- Bomba sumergida para extracción de fango en exceso de 2eV.
- Cuadro de mandos eléctricos en la caseta de control.
- Dosificador de hipoclorito .
- Tanque de hipoclorito.
- Utensilios de limpieza de gruesos y espumas.

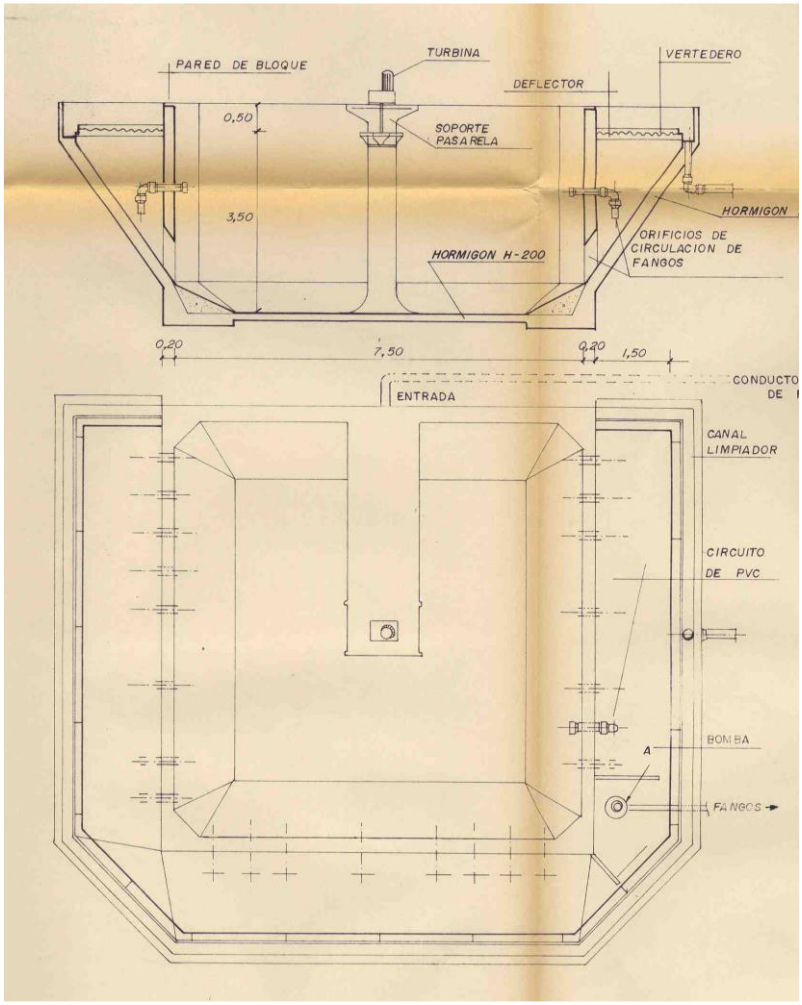
- Barandillas. cierre en tela metálica.
- Utensilios de jardinería.
- Contenedor para gruesos y otro para fangos.
- Acometida de agua potable y lavabo .
- Instalación eléctrica.

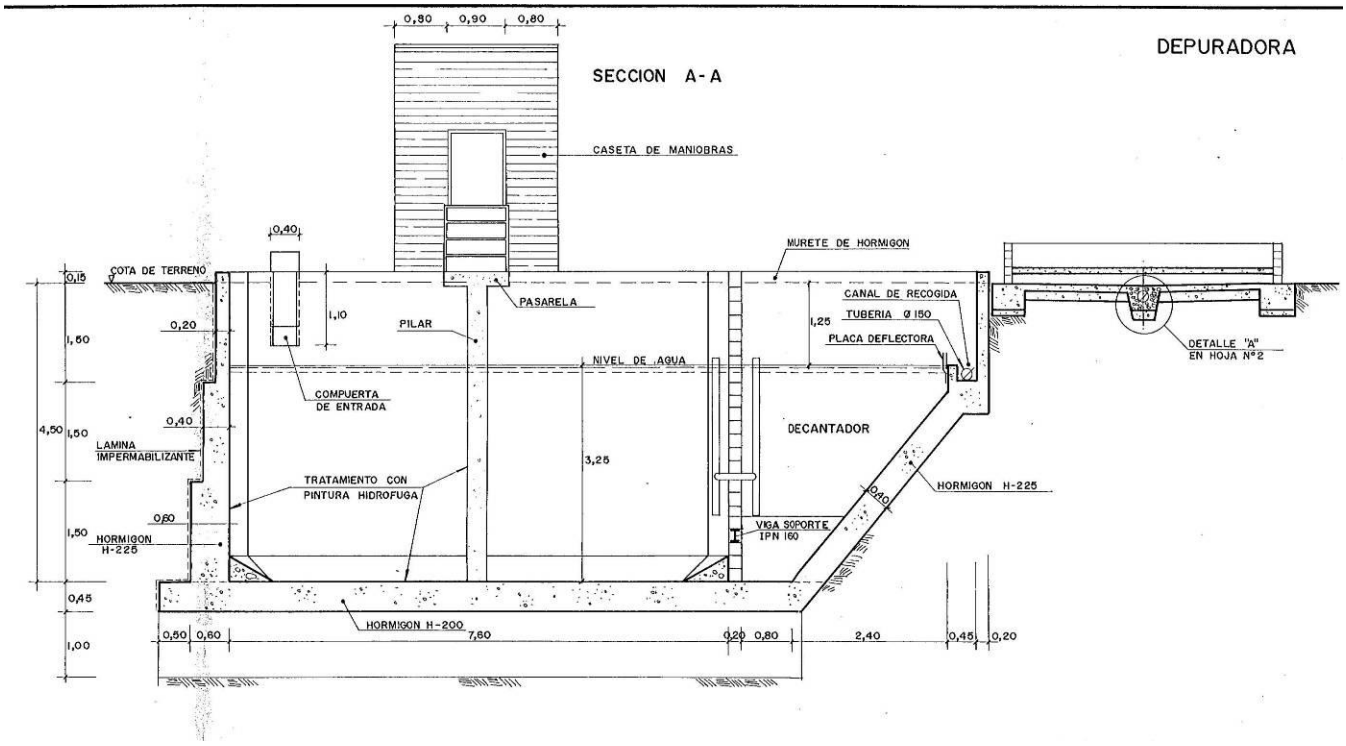
Los datos de diseño y funcionamiento de la planta son los siguientes:

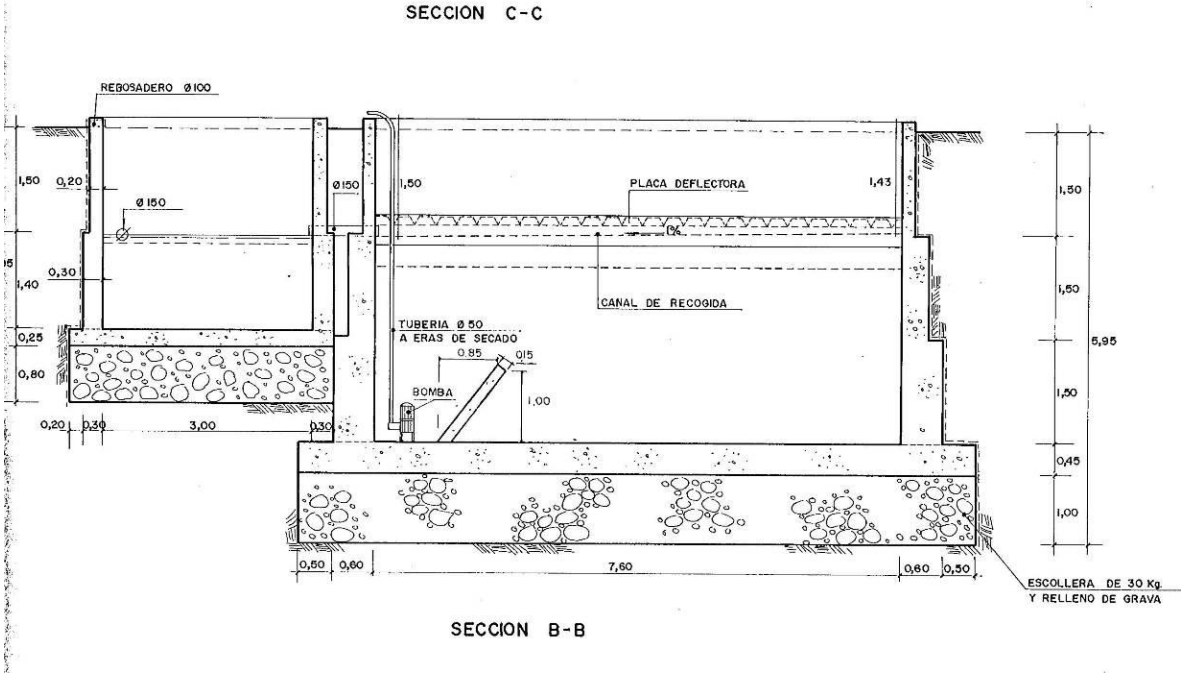
- Población de cálculo 1250 hab.equi.
- Cargas de DBO: Unitaria 60 gr/hab.día
- Total diario 75 Kg/día
- Concentración de DBO 342 mg/l
- Valvulería en suspensión unitaria 75 gr/hab.día
- Total 93.75 Kg/día
- Concentración de S.S .428.57 mg/l
- Dotación del vertido 175 l/hab .día
- Caudal diario 218.75 m3/día
- Caudal horario 9.114 m3/hora
- Caudal medio diario 15.62 m3/h
- Caudal máximo 23.43 m3/h
- DBO del efluente 29.31 mg/l
- SS del et1uente 42.86 mg/l

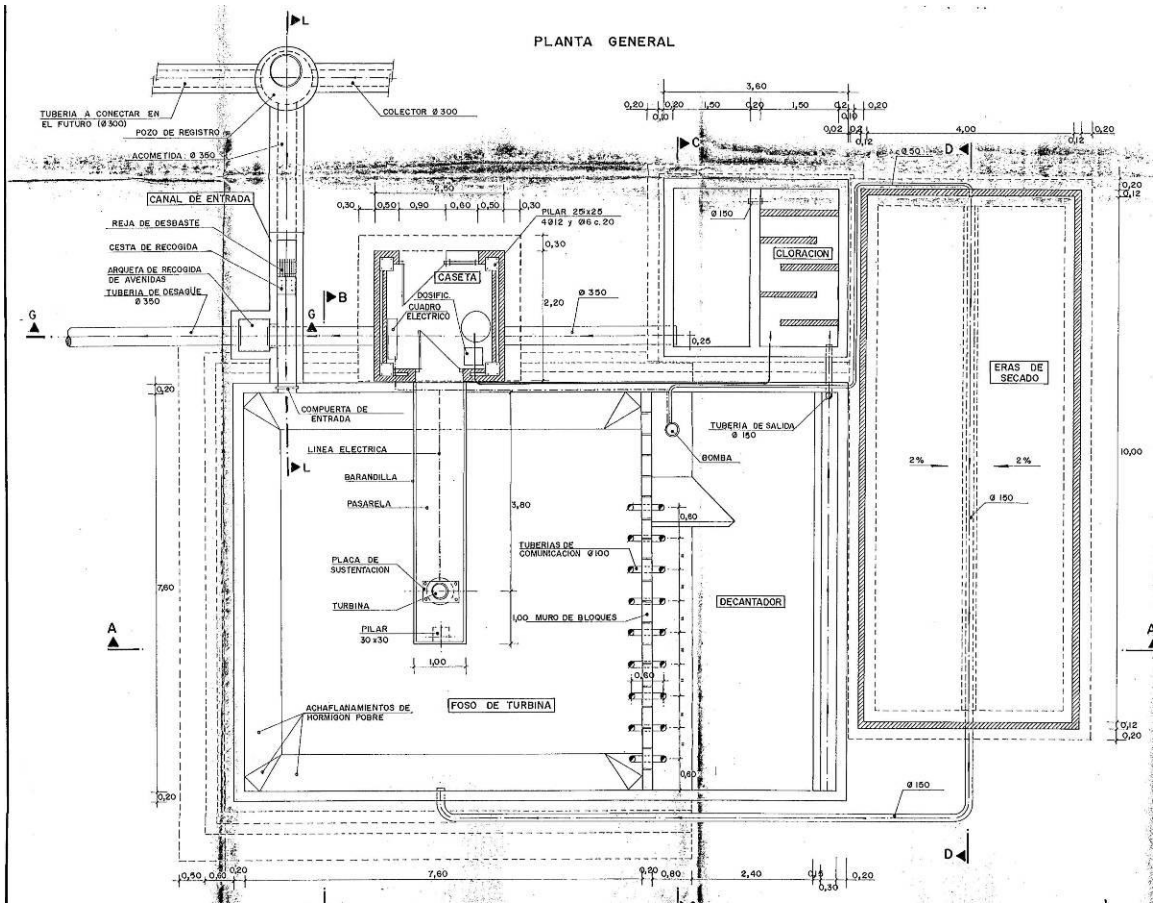

(ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACION DEPURADORA)
DECANTACION SECUNDARIA
TRATAMIENTO BIOLOGICO
" AIREACION PROLONGADA "
FANGOS
SOBRENADANTE
RECIRCULACION DE FANGOS
TURBULENCIA ORIGINADA POR TURBINA
ERAS DE SECADO
TANQUE de DECANTACION
TANQUE DE OXIDACION
SALIDA EFLUENTE DEPURADO
CASETA DE CONTROL
CLORACION
PRETRATAMIENTO
ENTRADA AGUAS NEGRAS
COLECTOR
COLECTOR
LINEA DE AGUA
LINEA DE FANGOS

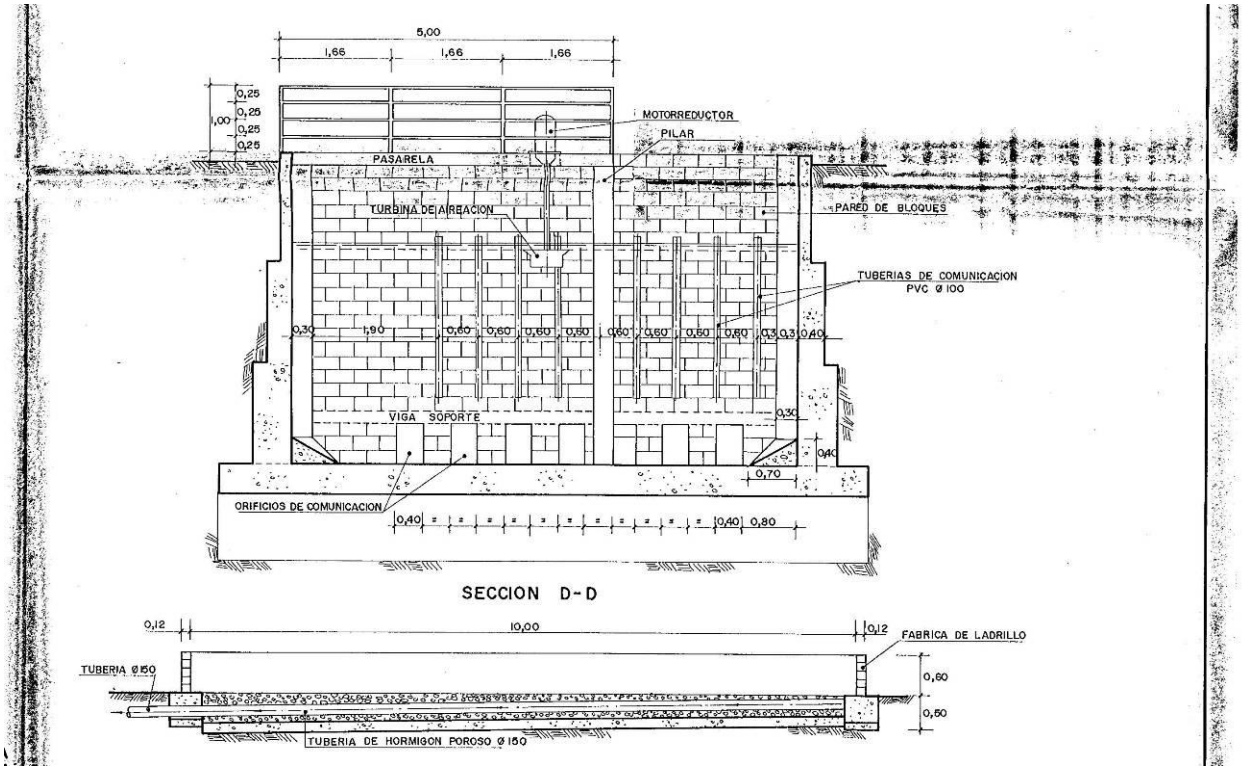

CASETA DE MAQUINARIA
2,50
VERTEDERO ALIVIADERO
COMPUERTA DE CIERRE
1.00
REJA DE DESBASTE
1.10
ALIVIADERO DE CRECIDAS
0.50
PASO DEL AGUA AL TRATAMIENTO BIOLOGICO
0.90
300 mm
0.30
0.05
PRETRATAMIENTO


PARED DE BLOQUE
TURBINA
VERTEDERO
DEFLECTOR
0,50
SOPORTE PASARELA
3,50
HORMIGON
ORIFICIOS DE CIRCULACION DE FANGOS
HORMIGON H-200
0,20
7,50
0,20
1,50
CONDUCTO DE
ENTRADA
CANAL LIMPIADOR
CIRCUITO DE PVC
BOMBA
A
FANGOS


DEPURADORA
SECCION A-A
0,80
0,90
0,80
CASETA DE MANIOBRAS
0,40
MURETE DE HORMIGON
COTA DE TERRENO
0,15
PASARELA
CANAL DE RECOGIDA
TUBERIA Ø 150
PLACA DEFLECTORA
1,10
PILAR
1,25
0,20
1,50
NIVEL DE AGUA
DETALLE "A" EN HOJA Nº2
COMPUERTA DE ENTRADA
0,40
4,50
1,50
LAMINA IMPERMABILIZANTE
DECANTADOR
3,25
TRATAMIENTO CON PINTURA HIDROFUGA
HORMIGON H-225
0,80
VIGA SOPORTE IPN 160
1,50
HORMIGON H-225
0,45
HORMIGON H-200
1,00
0,50
0,60
7,60
0,20
0,80
2,40
0,45
0,20


SECCION C-C
REBOSADERO Ø100
PLACA DEFLECTORA
CANAL DE RECOGIDA
TUBERIA Ø 50
A ERAS DE SECADO
BOMBA
ESCOLLERA DE 30 Kg
Y RELLENO DE GRAVA
SECCION B-B


PLANTA GENERAL
TUBERIA A CONECTAR EN EL FUTURO (Ø 300)
POZO DE REGISTRO
ACOMETIDA Ø 350
COLECTOR Ø 300
CANAL DE ENTRADA
REJA DE DESBASTE
CESTA DE RECOGIDA
ARQUETA DE RECOGIDA DE AVENIDAS
TUBERIA DE DESAGÜE Ø 350
CASETA
DOSIFIC
CUADRO ELECTRICO
PILAR 25x25 4Ø12 y Ø6 c.20
CLORACION
COMPUERTA DE ENTRADA
LINEA ELECTRICA
BARANDILLA
PASARELA
PLACA DE SUSTENTACION
TURBINA
PILAR 30 x30
TUBERIAS DE COMUNICACION Ø100
1,00 MURO DE BLOQUES
DECANTADOR
TUBERIA DE SALIDA Ø 150
BOMBA
ERAS DE SECADO
ACHAFLANAMIENTOS DE HORMIGON POBRE
FOSO DE TURBINA



Vista general cámara de cloración, y biológico al fondo	Vista general: Caseta de control, cámara de cloración y descarga
Eras de secado	Eras de secado

Tratamiento biológico-decantación primaria	Tratamiento biológico-decantación primaria
Tratamiento biológico-decantación primaria	Pretratamiento
Entrada a parcela. Poste de acometida eléctrica	Vista cuadro de medida acometida eléctrica en baja

2.2.4.- Saneamiento de "EL VALLE DE SAN AGUSTIN"

El saneamiento de El Valle de San Agustín comprende los núcleos de Limallosa, Vega de Acevedín. Castroveselle. Valle de San Agustín y Jarias

2.2.4.1.- Red de colectores

Actualmente sólo se encuentra ejecutada una prime parte de toda la obra proyectada. El sistema proyectado (total) consiste en dos redes de colectores que desembocan en dos estaciones depuradoras tipo filtro biológico.

Los principales elementos son:

- Tubería de PVC 250mm

- Tubería de PVC 315 mm: 998 m

2.3.- SISTEMA RAPARLCUARTO-CALAMBRE

Los núcleos de Rapalcuarto y Calambre, emplazados en el NW del municipio de Tapia de Casariego, en plena rasa costera. Pertenece a la parroquia de Serantes, caracterizándose por disponer de viviendas aisladas y dispersas de carácter residencial-rural.

Los núcleos están definidos como "Núcleo Rural" en el P.G.O.U. vigente.

La red de saneamiento existente tiene un carácter separativo y exclusivo para las aguas residuales procedentes de la actividad humana, excluyendo pues las pluviales y los vertidos ganaderos, al no estar en este último caso justificada canalización al ser reciclados en forma de abono , y cerrar un ciclo en forma aceptable.

El proyecto de la red de saneamiento se diseñó considerando para el denominado grupo-5 (Calostra, Rapaluarto, la Lama, Calambre) una población actual de 103 habitantes, y una población futura con un crecimiento anual de 1.7%, lo que supone 146 habitantes. El coeficiente de estacionalidad se consideró nulo.

La dotación de cálculo fue 100 l/hab-día en situación actual y futura 175l/hab-día. Adicionalmente se consideró la aportación de ganado con una dotación de 100l/ganado-día.

Se consideró un total de 217 cabezas de ganado, lo que supone 124 habitantes equivalentes.

El número total de habitantes equivalentes para el año horizonte en que fue diseñada la red es de 368

El resultado fue:

	Q máximo	Q mínimo	Q medio
Grupo 5º	1,24	0,121	0,484

- Qmax =2.57 x Qm
- Qmin=0.25 Qm
- Qmax total= Qmax +Qpluviales

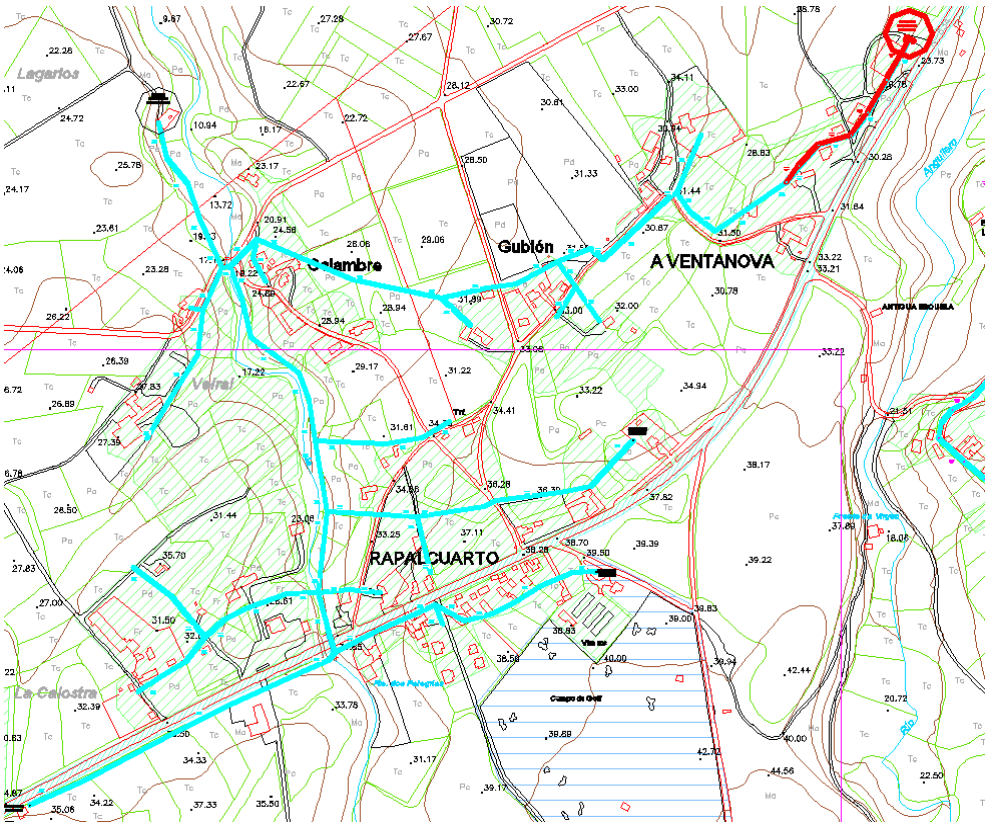
Las aguas de pluviales recogidas por la red de colectores se dimensionó considerando una anchura media recogida por el colector de 20m, siendo un periodo de retorno de T=5 años, y una precipitación Im=60.21 mm/h, con un aguacero de t=10 minutos.

Para el 5º grupo: L = 180 m, Q máx. total (l/seg.) = 31,35

2.3.1.- Colectores

La red que se plantea consiste en una serie de colectores, con las correspondientes acometidas a todas las viviendas, que quedarán dispuestas para su entronque por los propietarios.

Se organiza en un colector principal al que se incorporan ramales en n° de 13, todos ellos con los correspondientes pozos de registro con una distancia máxima de referencia en tomo a los 50 metros, a fin de garantizar el mantenimiento de la red y salvar las discontinuidades horizontales y verticales a que obligan la orografía y la distribución de las viviendas.



Se dispone un colector principal que partiendo de Rapalcuarto va interceptando varios colectores secundarios que sanean los grupos de viviendas más diseminados, así como los núcleos de La Lama y Calambre. También se dispone de un colector a lo largo de la CN634 para recoger Calostra. Se tiene en cuenta el restaurante. Este colector desemboca en una depuradora a base de decantador digestor y lecho bacteriano tipo PRU

El trazado final de la red conecta con un EDAR dimensionada para 368 habitantes equivalentes, y una caudal punta de 5.6 l/sg.

Las principales características de la red se resumen en:

- Ud. pozo de registro: 101.
- Cámaras de descarga: 4.
- Acometidas: 56.
- MI. tubería PVC DN 160: 560m.
- MI. tubería PVC DN 250: 2.895.
- MI. tubería PVC DN 315: 936.
- MI. tubería Fundición DN 300; 77m
- MI. tubería acero, helicoidal, DN 406: 20m.

El colector general de unión a la EDAR es de PVC-315 SN4, y tiene una pendiente comprendida entre 0.5 y 1%, por lo que la capacidad máxima para n=0.01 resulta entre 79 l/s y 112l/s:

		0,50%	0,56%	0,61%	0,67%	0,72%	0,78%	0,83%	0,89%	0,94%	1,00%
calado (m)	**H/D**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**	**Caudal**
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,002	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

0,007	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,016	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,029	0,095	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
0,044	0,146	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005
0,062	0,206	0,007	0,007	0,008	0,008	0,008	0,009	0,009	0,009	0,009	0,010
0,082	0,273	0,012	0,013	0,013	0,014	0,015	0,015	0,016	0,016	0,017	0,017
0,104	0,345	0,019	0,020	0,021	0,022	0,023	0,024	0,025	0,025	0,026	0,027
0,127	0,422	0,027	0,029	0,030	0,032	0,033	0,034	0,035	0,037	0,038	0,039
0,150	0,500	0,037	0,039	0,041	0,043	0,045	0,046	0,048	0,049	0,051	0,052
0,173	0,578	0,047	0,050	0,052	0,054	0,056	0,059	0,061	0,063	0,065	0,066
0,196	0,655	0,057	0,060	0,063	0,065	0,068	0,071	0,073	0,075	0,078	0,080
0,218	0,727	0,065	0,069	0,072	0,075	0,078	0,081	0,084	0,087	0,089	0,092
0,238	0,794	0,072	0,076	0,079	0,083	0,086	0,090	0,093	0,096	0,099	0,102
0,256	0,854	0,077	0,081	0,085	0,088	0,092	0,095	0,099	0,102	0,105	0,108
0,271	0,905	0,079	0,083	0,087	0,091	0,095	0,099	0,102	0,105	0,109	0,112
0,284	0,946	0,080	0,084	0,088	0,092	0,096	0,099	0,103	0,106	0,109	0,113
0,293	0,976	0,079	0,083	0,087	0,091	0,094	0,098	0,101	0,105	0,108	0,111
0,298	0,994	0,077	0,081	0,085	0,088	0,092	0,095	0,099	0,102	0,105	0,108
0,300	1,000	0,074	0,078	0,082	0,086	0,089	0,092	0,096	0,099	0,102	0,105

2.3.2.- E.D.A.R. Rapalcuarto

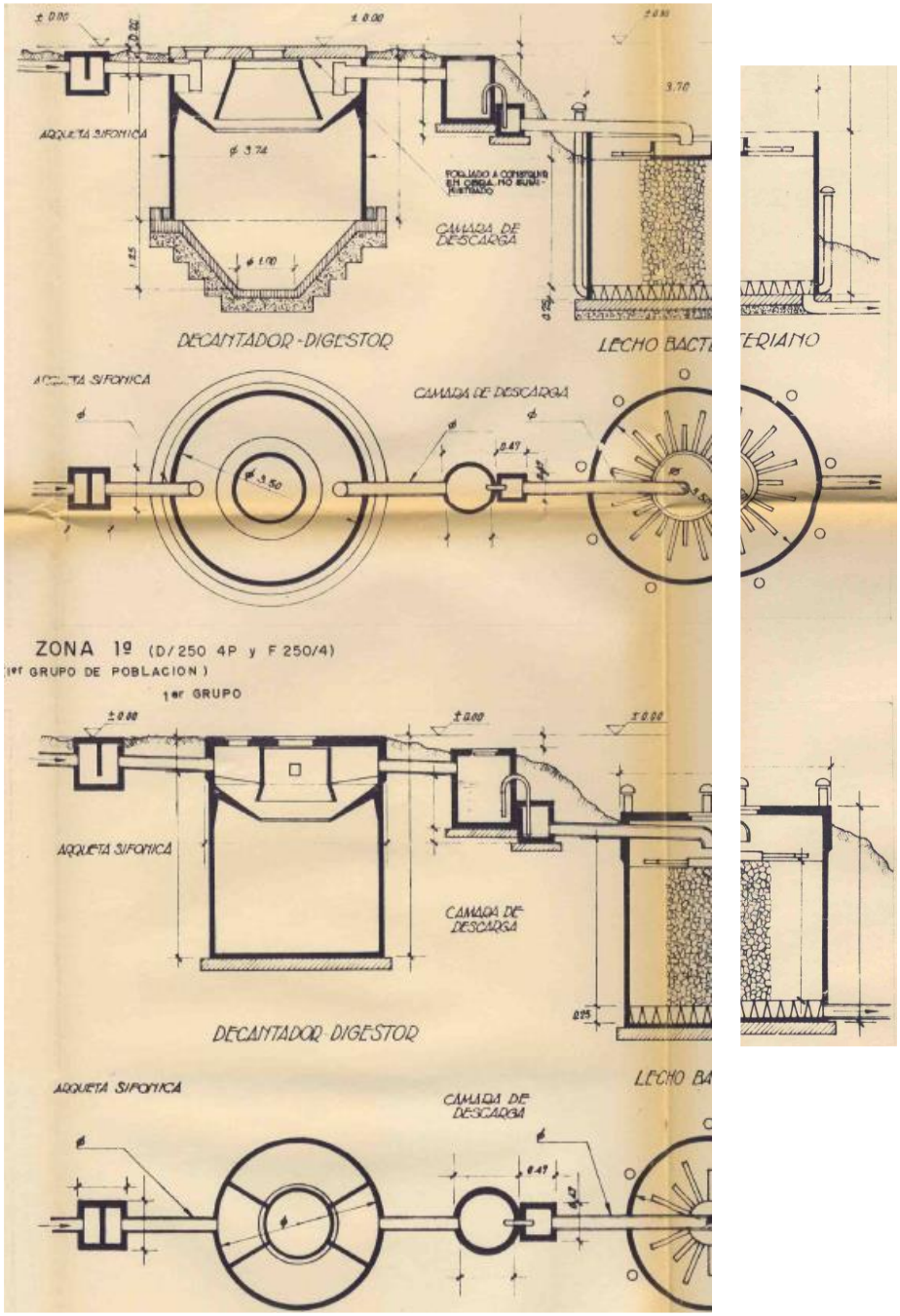
EDAR dimensionada para 368 habitantes equivalentes, y un caudal punta de 5,6 l/sg.

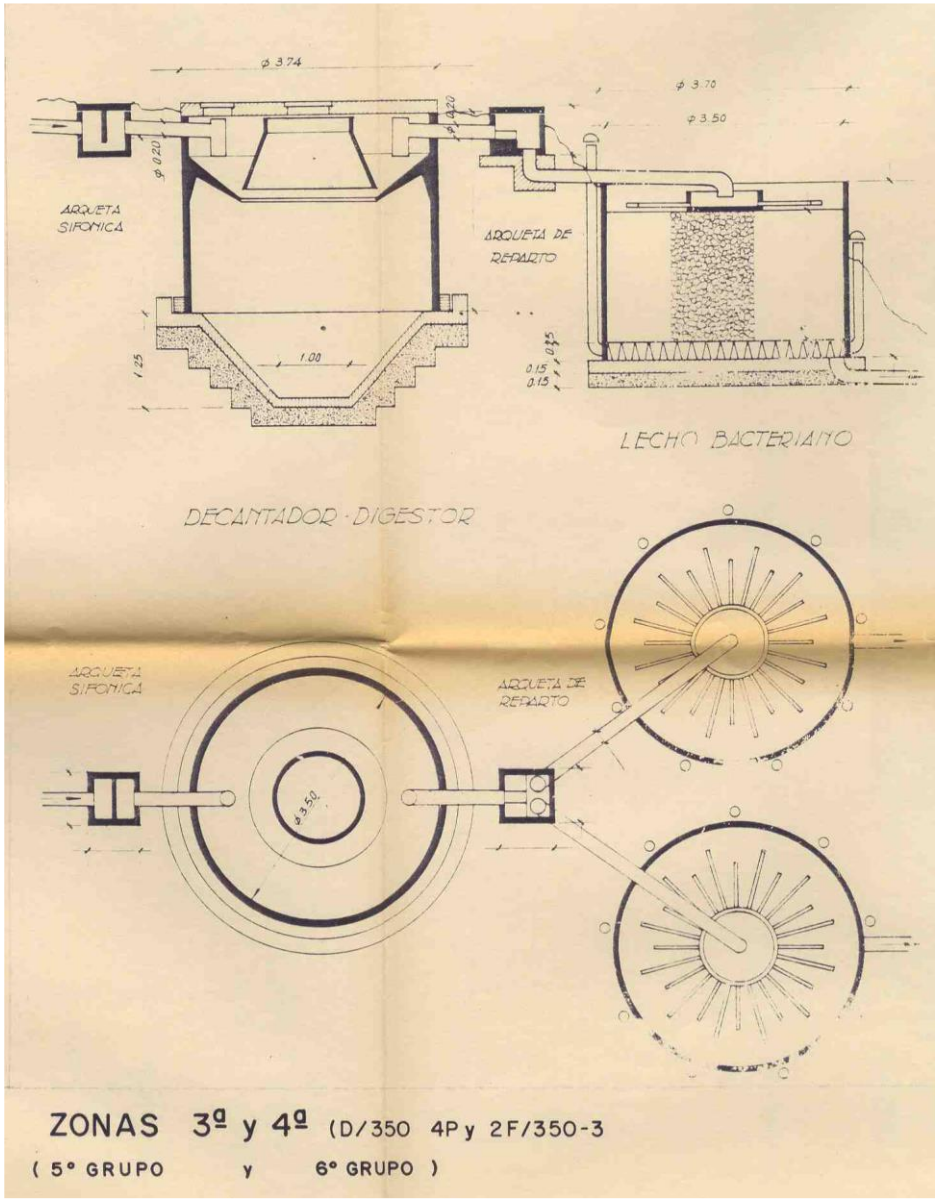
El proceso de depuración consiste en desbaste previo a base de reja de gruesos , reja de finos y desarenador en arqueta; decantación de flujo vertical y digestión anaerobia, en sendos decantadores-digestores primarios; digestión aerobia en filtro biológico relleno con material plástico de elevada superficie específica, al que se bombea el efluente con Qp. de los decantadores primarios y se distribuye la carga hidráulica con un difusor rotativo , estando previsto el ciclo para una recirculación de factor (3+ 1) a Qm y (0+ 1) a Qp, finalizando el proceso con una decantación secundaria y emisario.

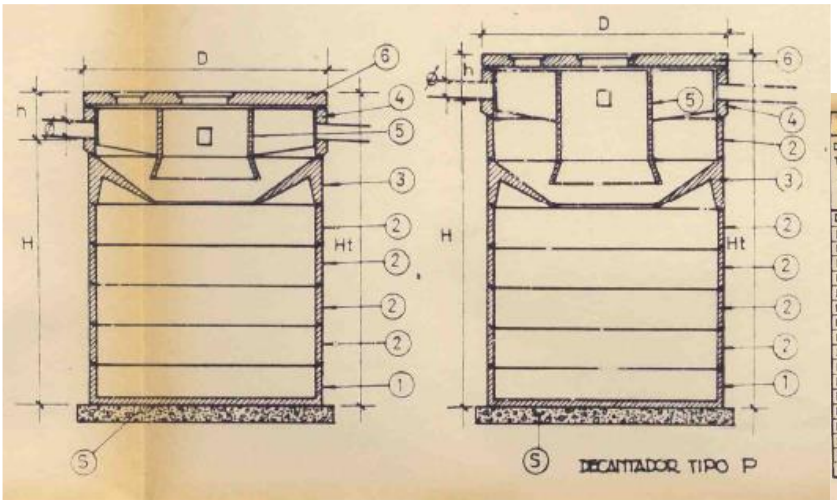
En previsión de emergencias se incluye circuito de By-Pass. Se incluyen cámaras de descarga al inicio de varios colectores en cabeza de red para garantizar así la periódica limpieza de las conducciones.

Dicha EDAR obtienen con él efluentes con rendimientos del 75-85 % en DBO y 80-90 % en sólidos en suspensión.

Los principales elementos de la EDAR son: Ud. Pozo de registro 4; Ud. Arqueta desbaste 1; Ud. Arqueta de bombeo 1; Ud. Decantador digestor flujo vertical, DN 3,50 , y altura; h= (l ,05+1) 3; Ud. Filtro biológico 0 350, h = 2,85 1; Caseta contadores y cuadro eléctrico 1; Ud. Bombeo de recirculación con 2 grupos motobomba 1; Ud. Polipasto eléctrico 500 Rg 1


ARQUETA SIFONICA
CAMARA DE DESCARGA
DECANTADOR - DIGESTOR
LECHO BACTERIANO
ARQUETA SIFONICA
CAMARA DE DESCARGA
ZONA 1º (D/250 4P y F 250/4)
1er GRUPO DE POBLACION
1er GRUPO
ARQUETA SIFONICA
CAMARA DE DESCARGA
DECANTADOR-DIGESTOR
ARQUETA SIFONICA
CAMARA DE DESCARGA





DECANTADORES DIGESTORES

DECANTADOR TIPO	COTAS DE MONTAJE				ORDEN DE MONTAJE							
	ALTURA LIBRE INTERIOR	ALTURA TOTAL	DIAMETRO INTERIOR	DIAMETRO EXTERIOR	CUBA	ANILLO	ANILLO	ANILLO	ANILLO	REFLECTOR	ANILLO SUP.	CAMARA TEJA
	H cm	Ht cm	D cm	Øcm	1	2	2	2	2	3	4	5	6
D-100-1	195	230	117	15	○	○	○				○	○	○
D-100-2	245	280	117	15	○	○	○	○			○	○	○
D-125-1	195	225	143	15	○	○					○	○	○
D-125-2	245	275	143	15	○	○	○				○	○	○
D-125-3	295	325	143	15	○	○	○	○			○	○	○
D-125-4	345	375	143	15	○	○	○	○	○		○	○	○
D-150-1	195	230	170	15	○	○					○	○	○
D-150-2	245	280	170	15	○	○	○				○	○	○
D-150-3	295	330	170	15	○	○	○	○			○	○	○
D-150-4	345	380	170	15	○	○	○	○	○		○	○	○
D-200-1	165	200	223	15	○	○					○	○	○
D-200-2	205	240	223	15	○	○	○				○	○	○
D-200-3	245	280	223	15	○	○	○	○			○	○	○
D-200-4	285	320	223	15	○	○	○	○	○		○	○	○
D-250-1	190	240	276	20	○	○					○	○	○
D-250-2	240	290	276	20	○	○	○				○	○	○
D-250-3	290	340	276	20	○	○	○	○			○	○	○
D-250-4	340	390	276	20	○	○	○	○	○		○	○	○

DECANTADORES DIGESTORES

DECANTADOR TIPO	COTAS DE MONTAJE				ORDEN DE MONTAJE							
	ALTURA LIBRE INTERIOR	ALTURA TOTAL	DIAMETRO INTERIOR	DIAMETRO EXTERIOR	CUBA	ANILLO	ANILLO	ANILLO	ANILLO	REFLECTOR	ANILLO SUP.	CAMARA TEJA
	H cm	Ht cm	D cm	Øcm	1	2	2	2	3	4	5	6
D-200-2P	245	280	223	15	○	●				○	○	○
D-200-3P	285	320	223	15	○	●	○			○	○	○
D-200-4P	325	360	223	15	○	●	●			○	○	○
D-250-1P	240	290	276	20	○	○				○	○	○
D-250-2P	290	340	276	20	○	●				○	○	○
D-250-3P	340	390	276	20	○	●	○			○	○	○
D-250-4P	390	440	276	20	○	●	●			○	○	○

[h] La cota "h" no se especifica en el cuadro de COTAS DE MONTAJE, es la medida existente entre la parte inferior del colector y el nivel del terreno.
[2] Pendientes mínimas de los colectores, 2% a la entrada y 0,5% a la salida.
[3] Anillo de doble altura. Equivale a 2 anillos de 40 cm en decantadores de Ø int=2,00 m. y a 2 anillos de 50 cm en decantadores de Ø int=2,50 m.
[5] Solera a construir en obra.

Vista general del decantador –biológico y decantador secundario, todo construido con elementos prefabricados	Vista general de la caseta de maniobras, decantadores primarios y pretratamiento

3.- CONCLUSIÓN

El concejo de Tapia de Casariego cuenta en la actualidad con una red separativa – mixta mayoritariamente. Las aguas negras se incorporan a una red que desemboca en un emisario submarino.

La red de saneamiento tiene origen en los proyectos desarrollados en los años 1987, siendo la mayoría de la red de diámetros comprendidos entre 200 y 300mm de fibrocemento, hormigón y PVC. El núcleo de Tapia de Casariego dispone de diámetros de hasta 500mm de hormigón armado.

Por otro lado el sistema de saneamiento se agrupa en:

- Sistema de Tapia de Casariego: no dispone de sistema de tratamiento de aguas residuales, más allá que un pretratamiento. Su capacidad de colectores se puede considerar adecuada en cuanto a su capacidad, aunque algo limitada a situación futura. El estado de la red presenta puntos singulares deficitarios y de baja pendiente. A dicho sistema se incorporará en el futuro núcleos que actualmente no disponen de red en baja como son Porcía, Campos y la Roda.
- Sistema de Rapalcuarto: El sistema dispone de una red separativa desarrollada en los años 80-90. Dispone de una EDAR de capacidad es limitada ante eventos de vertidos puntuales ganaderos. Esta circunstancia hace que actualmente no se cumplan los requerimientos de calidad de las aguas exigidas por la Directiva Marco.
- Sistema de Serantes: La red de colectores de Serantes se considera genéricamente separativa con pequeños aportes de pluviales, la red está desarrollada con diámetro máximo DN 300mm de fibrocemento, con pendientes muy limitadas en la incorporación a la EDAR. La EDAR se considera un sistema compacto cuya capacidad es limitada a un caudal punta de 5.6 l/s, lo que provoca vertidos puntuales tanto en casos de aguaceros como los generados por vertidos de lavados de naves ganaderas.

Desde el punto de vista normativo y de la planificación de actuaciones, el Gobierno del Principado de Asturias, con objeto de impulsar el desarrollo de la Ley 1/1994 de abastecimiento y saneamiento de aguas en el Principado de Asturias desarrolló, entre otras actuaciones, el Plan director de saneamiento del Principado de Asturias 2002-2013.

El Plan tiene como antecedente inmediato el Plan regional de Infraestructura Hidráulica de Asturias (PRIHA) y tiene como objetivo definir la planificación general de las obras y actuaciones que en materia de saneamiento son competencia del Principado de Asturias, con las siguientes prioridades:

- El cumplimiento de plazos de la Directiva 91/271, al respecto de la construcción de infraestructuras de saneamiento y depuración de las aguas residuales urbanas.
- La remodelación y adecuación de las infraestructuras de depuración existentes y ejecución de programas de mejora de depuradoras de bajo coste.
- Integración de los sistemas de colectores alrededor de una depuradora mejorando el servicio y/o eliminando pequeñas depuradoras.
- Corrección y mejora de los cauces fluviales inmersos en las inmediaciones de espacios protegidos o en vías de protección.
- Depuración de vertidos en núcleos rurales con incidencia turística.

El concejo de Tapia de Casariego tenía prevista una actuación para mejora del saneamiento y adecuación al cumplimiento del Plan. Dicha actuación contemplaba la agrupación de vertidos de Serante, Rapalcuarto y Tapia de Casariego, así como la construcción de una EDAR. Igualmente incorporaba la adecuación de las EDAR de Serantes y Rapalcuarto, y la construcción de una EDAR de bajo coste en la Roda.

Por otro lado, de acuerdo con el Decreto 19/1998 por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo de la Ley 1/1994, se definen los sistemas de interés regional para poblaciones superiores a 2000 habitantes equivalentes o que afectan a zonas sensibles, escenario en el que se encuentra Tapia de Casariego.

ANEJO-4: CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA

ÍNDICE

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO. 1
2.- PROYECCIÓN Y REFERENCIAS CARTOGRÁFICAS 1
3.- RED DE BASES DE REPLANTEO: 1
3.1.- OBSERVACION TOPOGRÁFICA 2
3.2.- INSTRUMENTACIÓN 4
4.- LEVANTAMIENTOS TAQUIMÉTRICOS 5
5.- LEVANTAMIENTO DE POZOS 5
APÉNDICE Nº1: RESEÑAS DE LAS BASES DE REPLANTEO 9
APÉNDICE Nº2: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS GPS
APÉNDICE Nº3: FICHAS DE INSPECCIÓN DE POZOS

1. OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO.

Los trabajos a los que hace referencia la presente documentación han tenido por finalidad la obtención de cartografía a escala 1:500 y la implantación de bases para el replanteo de las obras y la toma de datos de los colectores existentes para la redacción del "Anteproyecto de saneamiento y EDAR de Tapia de Casariego".

Las actividades necesarias para la elaboración de los trabajos topográficos y cartográficos han sido las siguientes:

1. Geo-Referenciación de la zona de trabajo.
2. Red de bases de replanteo.
3. Levantamiento topográfico del terreno y servicios actuales.
4. Levantamiento de pozos de colectores, estaciones de bombeo, depuradoras y puntos de alivio existentes.
5. Cálculos y edición cartográfica en gabinete.
6. Entrega de la información.

7. PROYECCIÓN Y REFERENCIAS CARTOGRÁFICAS

La cartografía se ha obtenido en Proyección Universal Transversa Mercator (U.T.M.), Huso 29, en el Sistema de Referencia Terrestre Europeo ETRS89, Sistema Geodésico de Referencia Oficial según el Real Decreto 1071/2007 enmarcado en la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales (REGENTE-IGN), de las características que a continuación se indican.

Sistema de Referencia Europeo (ETRS89)

8. Elipsoide GRS 1980
9. Longitud del semieje mayor del elipsoide (a)= 6.378.137 m.
10. Coeficiente de aplanamiento (α) = 1:298,257222101

Coordenadas geodésicas

11. Latitudes, referidas al Ecuador, positivas al Norte del mismo.
12. Longitudes referidas al Meridiano de Greenwich, consideradas positivas al Este y negativas al Oeste de dicho Meridiano.
13. Altitud Elipsoidal referida al elipsoide GRS80.
14. Altitud Ortométrica referida al nivel medio del mar en Alicante.

15. RED DE BASES DE REPLANTEO:

La Red de Bases de Replanteo del Anteproyecto se ha formado por una serie de puntos, materializados de manera estable en el terreno, sobre los que se han realizado observaciones topográficas precisas, con instrumentación GPS, que permitieran determinar sus coordenadas planimétricas y altitudes ortométricas en el sistema de referencia del Anteproyecto.

Se han materializado a lo largo de los trazados diseñados, mediante clavos de acero con arandela, manteniendo una distancia aproximada de 500 metros entre bases

1. OBSERVACION TOPOGRÁFICA

El método de observación empleado ha sido la observación en tiempo real RTK, con correcciones diferenciales recibidas desde la estaciones de referencia a través del Caster Ntrip, usando las soluciones de Red o las de Estaciones Individuales. También se ha realizado observación en RTK utilizando dos receptores GPS (referencia y móvil) comunicados entre sí vía radio UHF.

Para la planimetría, se ha tomado como origen de coordenadas la Red GNSS Activa del Principado de Asturias (RGAPA), que es consistente con el marco de las Redes de Estaciones de Referencia GNSS (IGN) y densifica los resultados de la Red REGENTE (IGN).

Como punto de partida se ha utilizado la estación de Referencia de Vegadeo, desde la cual se recibieron las correcciones diferenciales vía internet a través del Cáster NTRIP, para determinar un punto de referencia dentro de la zona de trabajo. Se realizó la observación el tiempo necesario hasta obtener 1000 lecturas válidas, cuyo error sea inferior a la restricción de tolerancia configurada en 0,010m para X,Y y 0,015m para la Z. Como resultado final se obtiene el promedio de esas 1000 observaciones.

Estación de Referencia Permanente de Vegadeo

Tipo de receptor GNSS instalado	
Ubicación	Vegadeo
ID RINEX	VEGA
Receptor	Leica GRX1200+GNSS
Antena	LEIAX1203+GNSS NONE
Altura de la antena	0.000 m Base del soporte de la antena

Coordenadas ECEF(ETRS89)	
X	4601467.7354
Y	-568972.1155
Z	4365315.9630
Fecha de cálculo	2008

Organismo al que pertenece el receptor	
Gobierno del Principado de Asturias	GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, ORDENACIÓN DEL TERRITORIO E INFRAESTRUCTURAS

Una vez obtenidas las coordenadas de dicho punto de referencia inicial, se observaron desde él todas las bases de replanteo materializadas en la zona de actuación mediante el método RTK con 2 receptores GPS (Referencia y Móvil). Se observó cada base el tiempo necesario hasta obtener 100 lecturas válidas, cuyo error sea inferior a la restricción de tolerancia configurada en 0,010m para X,Y y 0,015m para la Z. Como resultado final para cada base se obtiene el promedio de esas 100 observaciones.

Para la obtención de altitudes ortométricas se ha enlazado con las señales de Nivelación de Alta Precisión (N.A.P.), Nivelación de Precisión (N.P.), o Nivelación Geodésica (N.G.), establecidas por el Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.).

Las señales utilizadas son:

1. SSK547.700
2. SSK544.500
3. SSK546.700

4. NGY670

5. SSK543.500

Como resultado final se obtiene el siguiente listado coordenadas de las bases de replanteo:

NOMBRE	X	Y	Z
BR-01	662743.569	4822960.293	36.109
BR-02	662426.444	4823320.312	29.418
BR-03	663126.794	4823434.386	25.715
BR-04	663318.532	4823924.823	15.860
BR-05	663746.674	4823965.474	19.393
BR-06	664039.558	4824527.707	16.640
BR-07	664623.291	4824495.670	26.810
BR-08	664774.118	4824786.056	26.925
BR-09	665553.250	4824799.662	33.181
BR-10	665951.761	4825053.160	12.222
BR-11	665818.396	4825470.808	9.684
BR-12	666225.090	4825511.095	31.208
BR-13	666085.422	4825917.417	27.157
BR-14	665970.660	4826252.555	17.628
BR-15	666398.623	4826151.299	12.584
BR-16	666966.487	4825953.774	26.272
BR-17	667519.524	4826104.378	31.031
BR-18	667792.056	4825776.347	36.947
BR-19	667426.923	4824579.762	36.625
BR-20	666927.956	4824570.157	17.704
BR-21	666580.590	4824945.163	24.744
BR-22	671172.376	4824764.357	12.217
BR-23	670792.114	4824979.624	49.631
BR-24	670214.997	4824680.992	57.141
BR-25	670181.701	4825078.717	52.058
BR-26	669749.041	4825068.725	57.088
BR-27	670126.941	4822386.289	128.083
BR-28	669817.872	4822132.984	125.724
BR-29	669366.181	4822179.558	106.713
BR-30	669357.562	4822921.379	76.909
BR-31	669937.185	4823136.032	69.229
BR-32	669376.290	4823479.383	77.615
BR-33	669437.950	4823952.200	65.224
BR-34	669632.799	4824415.663	57.897
BR-35	669372.541	4824612.969	61.599
BR-36	668962.049	4822459.092	85.121

En el Apéndice nº 1 se adjuntan las reseñas de la bases de replanteo.

1. INSTRUMENTACIÓN

La observación de la red de bases se ha realizado mediante el empleo de equipos GPS bifrecuencia de la marca Geomax modelo Zenith10. La precisión de estos equipos es:

1. Precisión horizontal estática: 5mm ± 0.5ppm
2. Precisión vertical estática: 10mm ± 0.5ppm
3. Precisión horizontal dinámica: 10mm ± 1ppm
4. Precisión vertical dinámica: 20mm ± 1ppm

Serie Zenith 10 y Zenith 20
Datos técnicos

Receptor GNSS serie Zenith

Especificaciones del receptor

NovAtel AdVance® tecnología	
Zenith10	72 canales (GPS y GLONASS)
Zenith20	120 canales (GPS/GLONASS/Galileo)
Realiza un seguimiento de las señales de satélite:	
GPS	L1, L2, L2C
GLONASS	L1, L2
Galileo*	
Medición cruda y salida de datos a 5 Hz	
20 Hz opcional	
Tiempo de inicialización RTK: menos de 10 seg**	
Tiempo de captura inicial menos de 15 seg**	
Memoria interna	256 MB (más de 60 días de alma-cenamiento de datos estáticos con grabación muestra cada 15s)
Registro de datos sin procesar a memoria interna o tarjeta MicroSD	

Precisión de receptor

Prec. horizontal estático	5 mm ± 0.5 ppm (RMS)**
Prec. vertical estática	10 mm ± 0.5 ppm (RMS)**
Prec. horizontal dinámica	10 mm ± 1 ppm (RMS)**
Prec. vertical dinámica	20 mm ± 1 ppm (RMS)**
Posicionamiento diferencial DGPS/RTCM: 0.25 m (RMS)**	

Protocolos de serie

Formato RTK	CMR, CMR+, RTCM 2.1, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1
Salidas de navegación	ASCII (NMEA-0183)

* El seguimiento opcional de L5 y Galileo estará disponible una vez que existen suficientes satélites.
** Las precisiones de posición dependen de varios factores, incluyendo el número de satélites, geometría, condiciones ionosféricas, mulitpath, etc.

Dispositivos de conexión

Conectores Enrtada/Salida:
Conector LEMO de 5 pines para fuente de alimentación externa y conexión serie
Conector LEMO de 4 pines para conectar con puerto USB del PC
Dos conectores TNC para antenas UHF y GSM
Bluetooth® clase II
Radio interna con potencia de transmisión de 1W. Gama de frecuencia programable de 403 a 473 MHz, opcional.
Módem de datos GSM/GPRS a 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, y 1900 MHz
Ranura de tarjeta SIM en el compartimiento de la batería
Ranura de tarjeta MicroSD en el compartimiento de la batería

Fuente de alimentación

Baterías intercambiables 2500mAh / 7.4V de ion-litio proporcionando de 4/5 hr. de autonomía en modo RTK
Entrada de alimentación externa de 9V a 18V con protección de sobre-voltaje

Especificaciones físicas

Tamaño	altura 94 mm x diámetro 188 mm
Peso	1.2 kg con batería interna y radio UHF
Tª operativa	-30°C a 60°C (-22°F a 140°F)
Tª almacenamiento	-40°C a 80°C (-40°F a 176°F)
Clase de protección	IP67
Humedad	100%
Resistencia a golpes	diseñado para sobrevivir a una caída en jalón de 2 m

Ordenador de campo PS236

Sistema

Sistema operativo:	Microsoft Windows Mobile® 6.1 Classic
Procesador:	Marvell PXA310 806MHz
Memoria:	NAND flash de 256MB y iNAND de 4GB
Ranura de expansión:	Ranura de tarjeta SDHC (hasta 16GB)

Interfaz

Pantalla:	Táctil TFT LCD VGA (480 x 640) de 3.5"
Teclado:	Teclado numérico tipo teléfono con 21 teclas y retroiluminación asistidat
Puertos de datos:	puerto serie (9 pines) y puerto USB (mini AB)
Conexión inalámbrica:	Bluetooth® clase II

Especificaciones físicas

Dimensiones	89 x 30 x 178 mm
Peso	530 g incluyendo la batería
Peso de Rover completa en jalón	3.1 kg para la instalación
Tª operativa	-30°C a 60°C (-22°F a 140°F)
Tª almacenamiento	-40°C a 70°C (-40°F a 160°F)
Clase de protección	IP67
Humedad	95%, sin condensación

Fuente de alimentación

Batería extraíble de 5600mAh / 3.7V de ion-litio
Proporcionando hasta 10 horas de autonomía
Cagador Interno con adaptador de AC incluido

En el Apéndice nº 2 se adjunta el certificado de calibración del equipo

5. LEVANTAMIENTOS TAQUIMÉTRICOS

Previamente a la realización de los levantamientos taquimétricos se materializaron en campo las bases de taquimetría que sirvieron para la ejecución posterior de este levantamiento. Dichas bases fueron materializadas en el entorno del Anteproyecto en estudio.

Tomando como punto de partida los vértices de la red básica y de las que se conocen ya sus coordenadas, se llevó a cabo el levantamiento topográfico de puntos de taquimetría en el ámbito del Anteproyecto con el fin de dotar de mayor precisión la cartografía base para el Anteproyecto. Para ello se realizó en campo el levantamiento taquimétrico de todos los elementos planimétricos y altimétricos susceptibles de medida a la escala de la cartografía a obtener finalmente.

El método usado en la obtención de las coordenadas de estos puntos ha sido el de medición de puntos con GPS en el modo de Tiempo Real (RTK).

Con esta metodología de trabajo se procede de la manera siguiente:

Uno de los receptores se coloca como base fija en una estación de coordenadas conocidas. Dicho receptor se encuentra equipado con una emisora de radio, a través de la que emite las correcciones vía radio-módem al receptor móvil. El receptor móvil se van desplazan a los diferentes puntos a medir manteniendo en todo momento la recepción de radio del GPS base, siendo necesario, al menos durante el tiempo de observación, que el receptor fijo y el móvil tengan al menos 5 satélites comunes.

La inicialización de estos receptores (resolución de ambigüedades) es una de las fases claves en una correcta observación GPS en RTK y ésta debe ser repetida (reinicialización) a lo largo de un recorrido cuando éste pierde la observación de al menos 5 satélites. Al tratarse de receptores de doble frecuencia el período de inicialización/reinicialización no requiere la vuelta a una base o punto conocido, sino que estos receptores están provistos de una serie de algoritmos internos de cálculo, que proporcionan una inicialización más rápida que una observación estática-rápida, que incluso se puede realizar en movimiento y se denomina on-the-fly (OTF).

Las correcciones enviadas por el receptor fijo vía radio-módem son utilizadas por el receptor móvil para el cálculo y corrección de su posición, procesándolas hasta conseguir calcular las coordenadas de la posición con precisión en tiempo real. Con este tipo de receptores de doble frecuencia y en este modo de observación, al finalizar la lectura de cualquier punto se obtienen inmediatamente las coordenadas del mismo en el sistema de coordenadas definido al iniciar el trabajo.

Como comprobación de la correcta observación y cálculo de los puntos, se realizó una primera verificación de la inicialización de los equipos GPS en uno de los puntos, para ello se realiza una primera observación de un punto y luego de la obtención de sus coordenadas se realizó una nueva inicialización del equipo GPS realizando a continuación una nueva medición del mismo punto, que comparando las coordenadas obtenidas en las mediciones realizadas nos determinará de esta manera la bondad de la inicialización, y por tanto, garantizará la correcta medición de la totalidad de los puntos sin necesidad de esperar al cálculo en gabinete para determinar la calidad de la medición. Esta verificación se realiza generalmente sobre otras bases calculadas ya previamente y de las que ya conocemos sus coordenadas.

6. LEVANTAMIENTO DE POZOS

Los trabajos han consistido en la obtención de las coordenadas de las tapas de pozos de la red de colectores existentes, así como la medición de profundidades y toma de datos de los diámetros de las tuberías existentes.

Para cada pozo se ha realizado una ficha con los datos tomados en campo. Todas las fichas se adjuntan en el Apéndice nº 3.

A continuación se presenta el listado de coordenadas de los pozos levantados:

POZO	X	Y	Z TAPA
POZO 1	666250.915	4826235.035	11.676
POZO 2	666278.629	4826218.813	11.561
POZO 3	666302.077	4826210.548	11.680
POZO 4	666343.469	4826186.065	12.009
POZO 5	666379.137	4826167.325	12.327
POZO 6	666388.569	4826188.431	11.268
POZO 7	665870.574	4825455.919	3.623
POZO 8	665872.238	4825494.933	17.623
POZO 9	666023.992	4825490.357	26.117
POZO 10	666132.822	4825560.152	32.784
POZO 11	666155.339	4825585.848	32.552
POZO 12	666171.279	4825626.700	32.180
POZO 13	666151.814	4825688.043	31.968
POZO 14	666144.136	4825744.216	32.035
POZO 15	666142.346	4825744.129	32.059
POZO 16	666142.188	4825863.833	28.515
POZO 17	666139.236	4825870.171	28.404
POZO 18	666135.417	4825918.723	27.284
POZO 19	666133.982	4825930.638	27.073
POZO 20	666134.001	4825932.987	27.115
POZO 21	666125.116	4825982.876	26.044
POZO 22	666118.625	4826008.687	25.644
POZO 23	666117.887	4826017.299	25.442
POZO 24	666106.996	4826047.126	24.641
POZO 25	666099.225	4826068.852	24.277
POZO 27	666102.769	4826077.442	24.422
POZO 28	666095.733	4826101.572	23.008
POZO 29	666072.555	4826139.064	22.409
POZO 30	666035.888	4826193.902	21.531
POZO 31	666051.352	4826204.131	21.477
POZO 32	666071.507	4826205.769	21.604
POZO 33	666069.690	4826226.238	21.421
POZO 34	666061.488	4826301.181	16.170
POZO 37	667094.148	4825857.316	28.197
POZO 38	667017.151	4825924.610	26.211
POZO 39	666972.748	4825950.104	26.232
POZO 40	666936.271	4825923.244	24.491
POZO 41	666895.684	4825893.304	22.388
POZO 49	666876.029	4825877.990	22.800
POZO 50	666836.523	4825875.439	21.462

POZO 61	664918.292	4824777.433	12.324
POZO 70	663754.839	4824095.575	5.346
POZO	**X**	**Y**	**Z TAPA**
POZO 71	664889.059	4824751.147	13.662
POZO 80	662815.987	4822988.912	39.237
POZO 81	663338.571	4823838.606	11.189
POZO 90	666003.388	4825119.587	3.669
POZO 91	669376.785	4824610.438	61.816
POZO 92	669743.638	4825070.169	57.090

APÉNDICE Nº1: RESEÑAS DE LAS BASES DE REPLANTEO

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de	
Nombre: **BR-01** Tipo de señal: Clavo de acero con arandela Pintura: Círculo azul Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)	**Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29** X: 662743.569 Y: 4822960.293 Z orto: 36.109

Situación:

En la rotonda de Serantes, en la salida hacia de la N-634 hacia la gasolinera. En el asfalto detrás de la bionda.

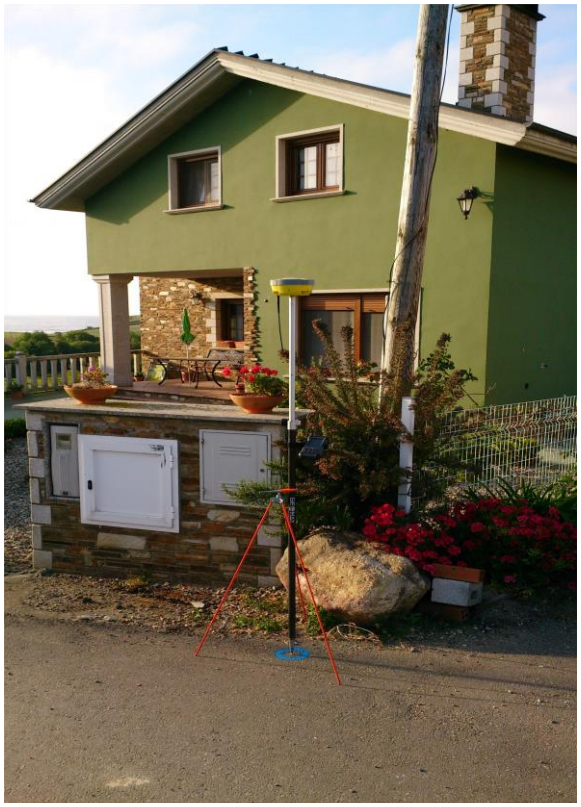
Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-02**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 662426.444
Y: 4823320.312
Z orto: 29.418

Situación:

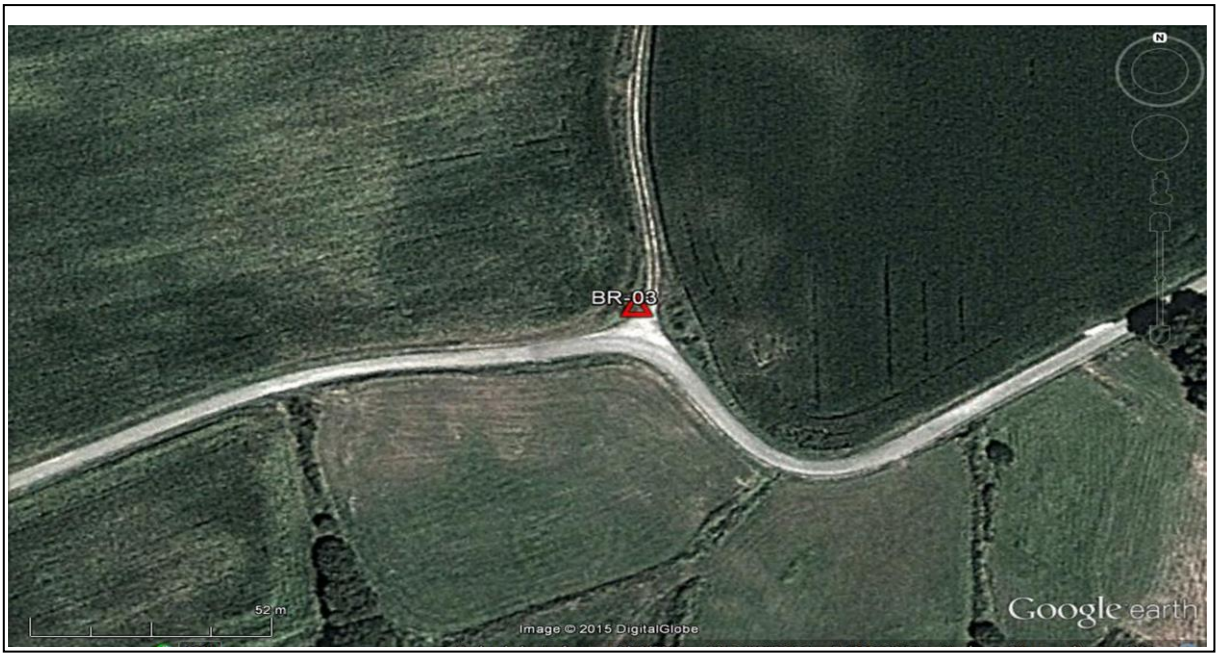
En la aldea de Lamelas, en una curva de la carretera principal de la cual sale otro camino asfaltado hacia el Este. La base está clavada en el asfalto frente a una casa verde.



Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-03**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 663126.794
Y: 4823434.386
Z orto: 25.715



Situación:

En el camino asfaltado que va de Lamelas a La Penela, antes de cruzar el arroyo de Péligos, en una curva hacia la izquierda sale un camino de tierra que va a Villamil. En dicho camino, en la margen izquierda está la base clavada en el hormigón de una obra de fábrica.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-04**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 663318.532
Y: 4823924.823
Z orto: 15.860

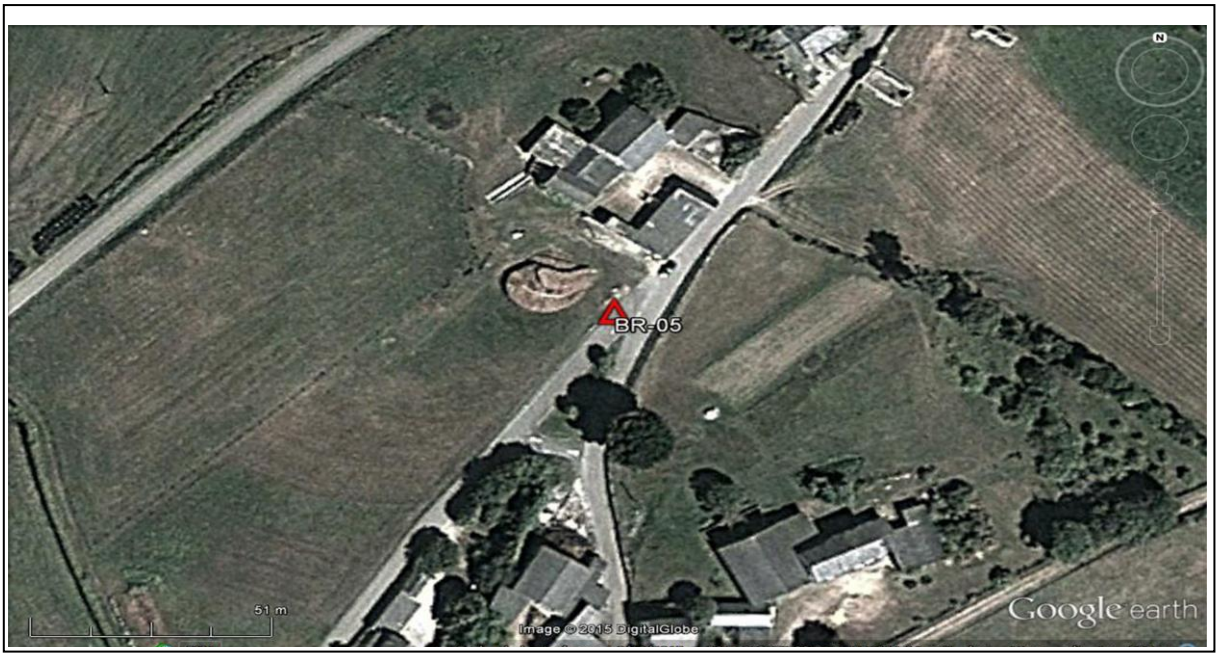
Situación:

En Villamil, junto al bordillo de la entrada al centro ocupacional Villamil.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-05**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 663746.674
Y: 4823965.474
Z orto: 19.393



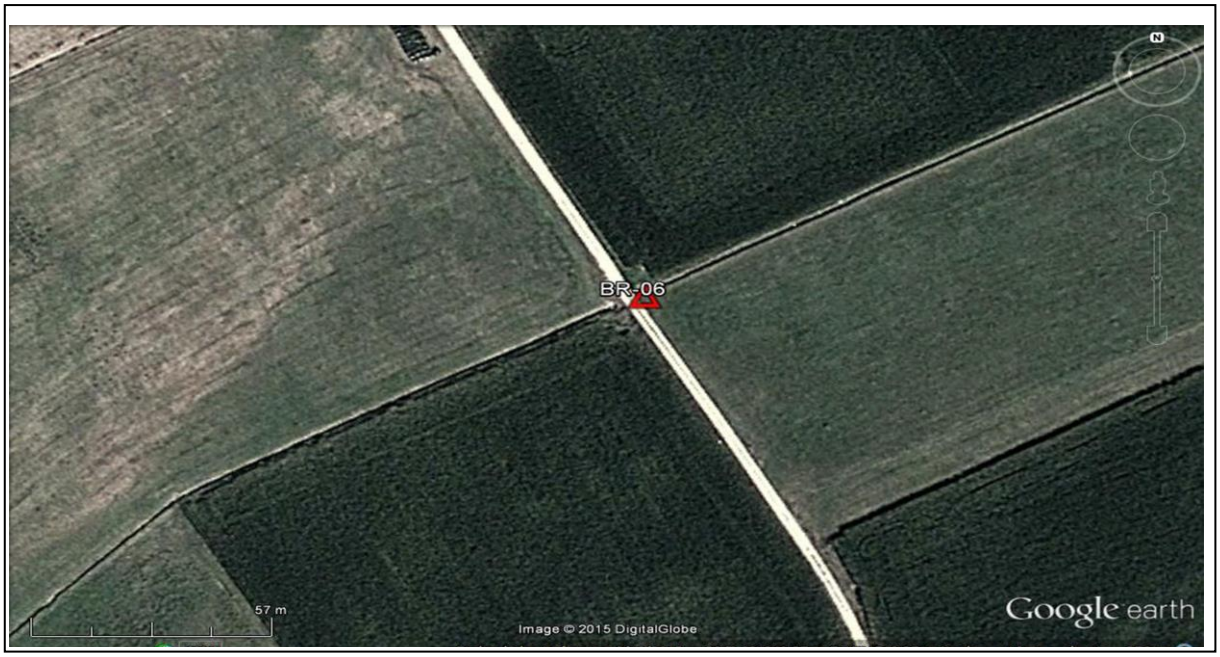
Situación:

En el Cornayo, en la carretera que va al camping, clavado en el bordillo de hormigón.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-06**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 664039.558
Y: 4824527.707
Z orto: 16.640



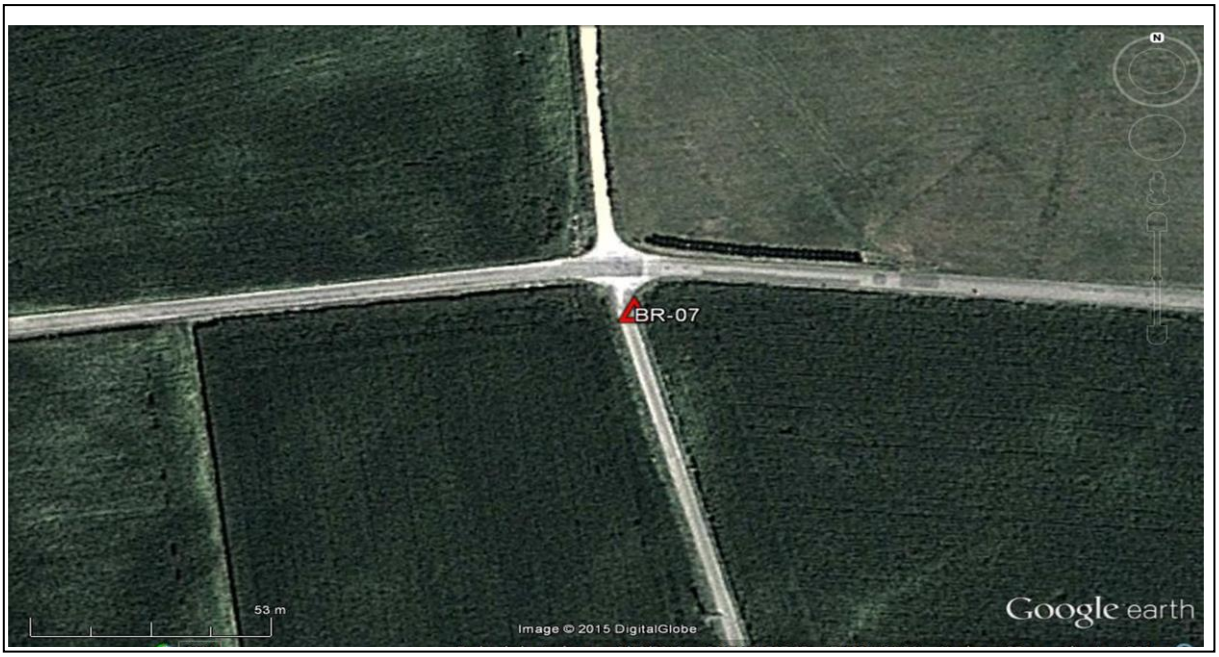
Situación:

Por la carretera que va de El Cornayo a Calambre, después de pasar el camino que va a la playa de Serantes, sale un camino de tierra a la izquierda que va hacia la costa. La base está clavada en una obra de fábrica por debajo de la cual cruza un pequeño cauce.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-07**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 664623.291
Y: 4824495.670
Z orto: 26.810



Situación:

Por la carretera que va de El Cornayo a Calambre, llegamos a un cruce con indicaciones hacia el castro del Esteiro y la playa de La Paloma. En este cruce, la base está clavada sobre el asfalto al lado de la señal de ceda el paso.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-08**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 664774.118
Y: 4824786.056
Z orto: 26.925

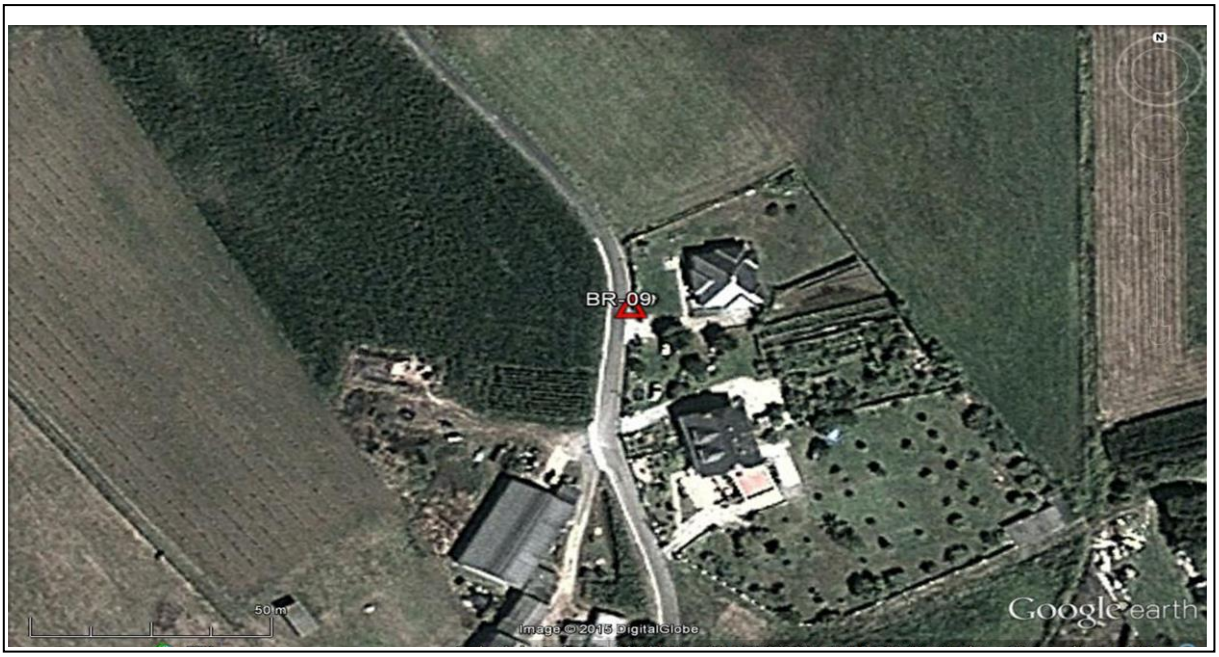
Situación:

Por el camino de tierra que va a la EDAR de Rapalcuarto, unos 100 metros antes de llegar al último quiebro del camino, a la izquierda hay un tubo hormigonado que sirve de paso salvacunetas a la finca. La base está clavada en el hormigón que cubre el tubo.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-09**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 665553.250
Y: 4824799.662
Z orto: 33.181



Situación:

En La Lama, clavada en el asfalto junto a la entrada de una casa de turismo rural.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-10**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 665951.761
Y: 4825053.160
Z orto: 12.222

Situación:

Desde la N-634 entramos a Tapia de Casariego por la Avenida de Galicia. A unos 100 metros, a la derecha queda un trozo de asfalto de una antigua carretera anulada. La base está clavada en ese asfalto, frente a una casa color marrón claro.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-11**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 665818.396
Y: 4825470.808
Z orto: 9.684

Situación:

Entrando a Tapia de Casariego por la Avenida de Galicia, después de cruzar el puente sobre el río Anguileiro sale un camino hormigonado hacia la derecha que sube a La Volta. La base está clavada en la entrada de dicho camino hormigonado al lado de una señal de stop.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-12**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 666225.090
Y: 4825511.095
Z orto: 31.208

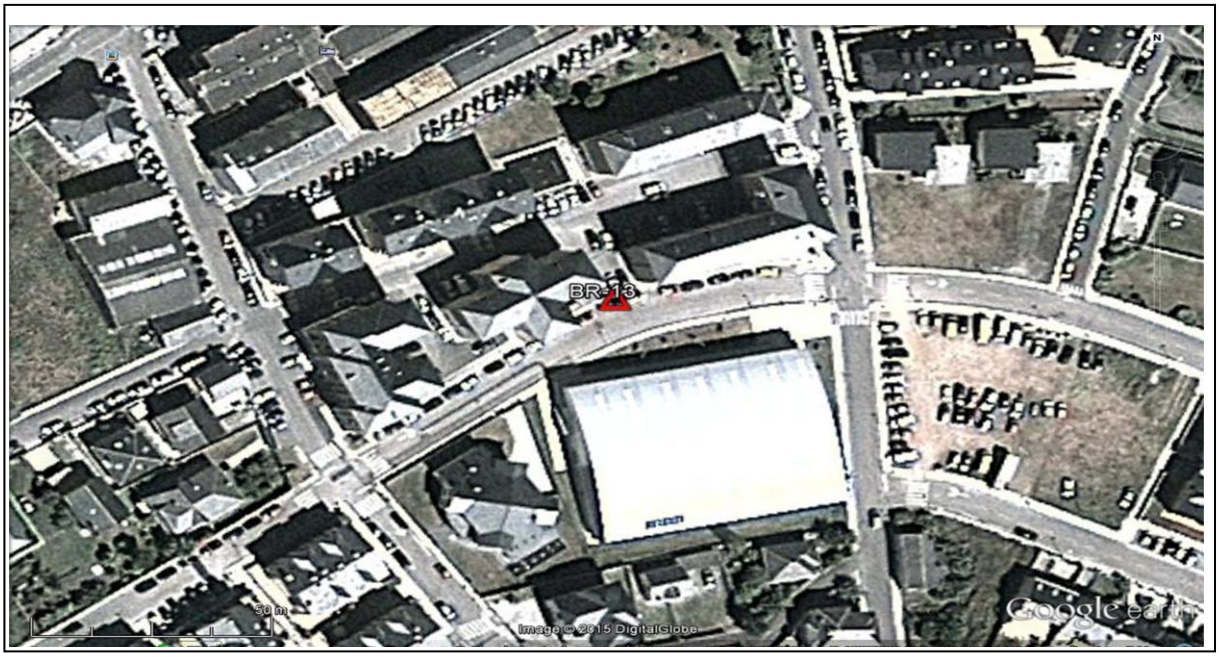
Situación:

En El Viso, en la carretera que va hacia Tapia de Casariego. La base está clavada en la acera, al lado de un muro de bloques de hormigón frente a una casa naranja.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-13**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 666085.422
Y: 4825917.417
Z orto: 27.157



Situación:

En Tapia de Casariego, en la calle Industrial nº5, frente al polideportivo. La base está clavada en la acera.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-14**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 665970.660
Y: 4826252.555
Z orto: 17.628

Situación:

En Tapia de Casariego, en la calle Santa Rosa. La base está clavada en la acera junto a la pista deportiva.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de	
Nombre: **BR-15** Tipo de señal: Clavo de acero con arandela Pintura: Círculo azul Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)	**Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29** X: 666398.623 Y: 4826151.299 Z orto: 12.584

Situación:

En Tapia de Casariego, en la calle San Martín, frente al albergue de peregrinos hay un antiguo lavadero. La base está clavada en el asfalto, al lado de la entrada al lavadero.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-16**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 666966.487
Y: 4825953.774
Z orto: 26.272

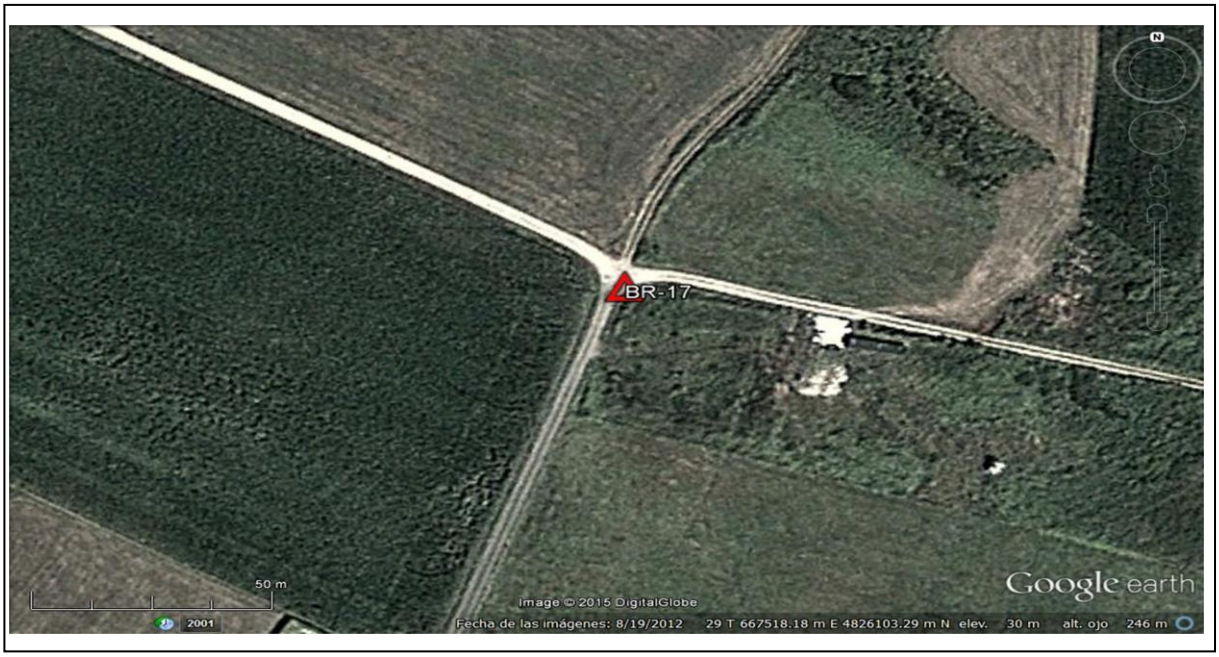
Situación:

Saliendo de Tapia de Casariego hacia San Antonio por la calle San Martín, a la altura de Lamosa encontramos una casa aislada blanca con una palmera. La base está clavada en el asfalto, al lado del muro de la casa, en el lateral Este por donde sale un camino de tierra.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-17**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 667519.524
Y: 4826104.378
Z orto: 31.031



Situación:

En San Antonio, tomando el camino asfaltado que lleva hacia la costa de Salgueiriza, llegamos a un cruce en el que el camino asfaltado se termina y el camino que cruza es de tierra. La base está clavada al final del camino asfaltado en la margen derecha.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-18**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 667792.056
Y: 4825776.347
Z orto: 36.947

Situación:

Desde San Antonio, cogemos el camino de tierra que lleva a las minas de oro abandonadas. En la última parcela cultivada, unos 40 metros antes de llegar a la zona arbolada, en la margen derecha del camino hay un tubo hormigonado que hace de salvacunetas para acceder a la parcela. La base está clavada en el hormigón de dicho tubo.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-19**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 667426.923
Y: 4824579.762
Z orto: 36.625

Situación:

En La Paloma, en la zona conocida como Berdeñas, por la carretera que sale hacia la AS-23. La base está clavada en el hormigón de la entrada a una casa amarilla con un portón marrón.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-20**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 666927.956
Y: 4824570.157
Z orto: 17.704

Situación:

Por la carretera que va de Berdeñas a La Muria, justo antes de cruzar el río Muria hay un cruce del que sale hacia la derecha la carretera para ir a La Paloma. La base está clavada en este cruce, entre el asfalto y la cuneta de hormigón, al lado de la señal de stop

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-21**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 666580.590
Y: 4824945.163
Z orto: 24.744

Situación:

En La Muria, en un camino asfaltado que va hacia Viacoba. La base está clavada en el borde de la cuneta de hormigón, cerca de un poste de hormigón de electricidad y de una casa blanca.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-22** Tipo de señal: Clavo de acero con arandela Pintura: Círculo azul Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)	**Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29** X: 671172.376 Y: 4824764.357 Z orto: 12.217

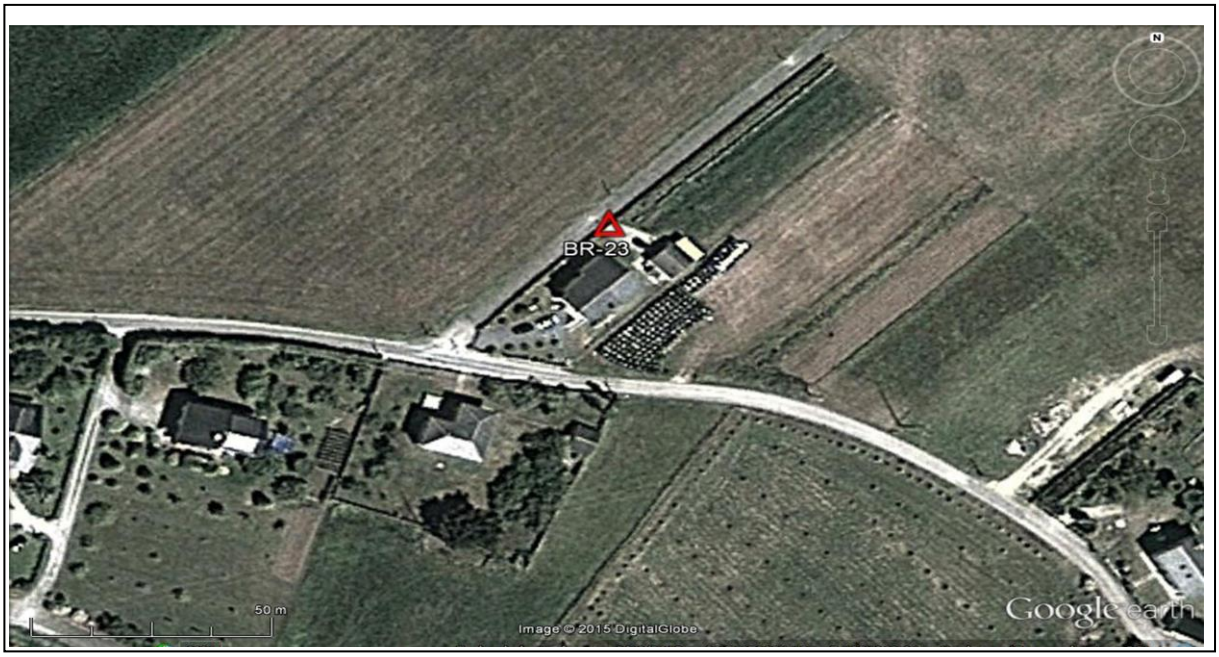
Situación:

En Porcía, la carretera que va hacia El Franco, antes de cruzar el puente sobre el río Porcía. La base está clavada en el asfalto, al lado del cartel que indica el inicio del Conceyo del Franco.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-23**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 670792.114
Y: 4824979.624
Z orto: 49.631

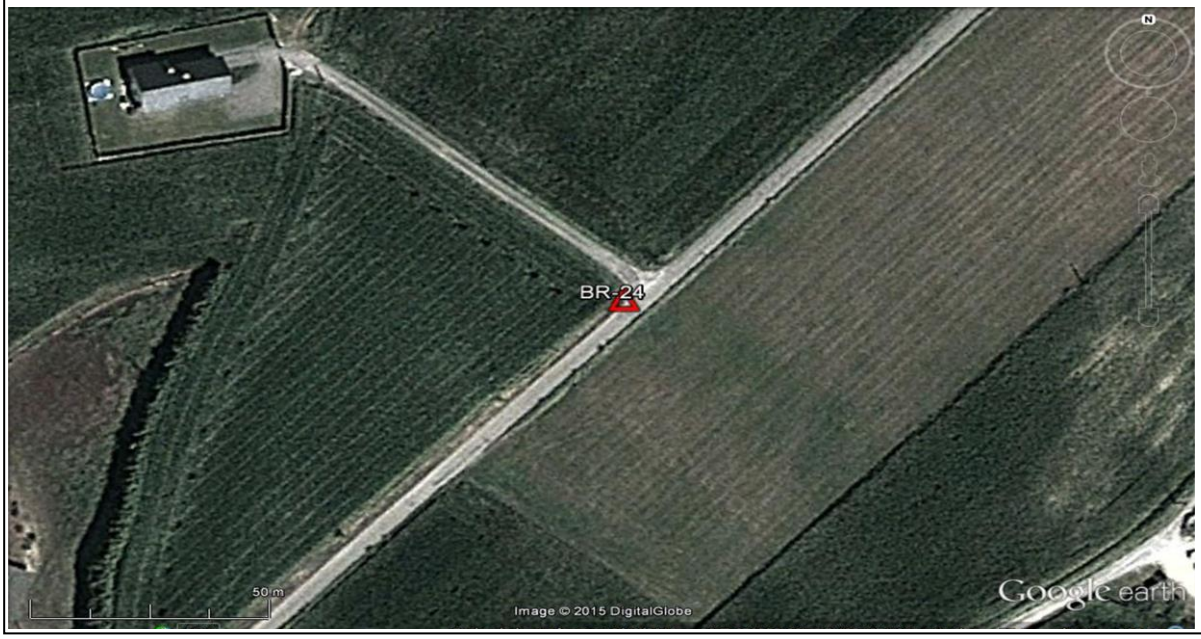


Situación:

En Outeiro, por el camino que va a El Vallín. La base está clavada al borde del camino, en el hormigón que hay a la entrada de una casa blanca.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-24** Tipo de señal: Clavo de acero con arandela Pintura: Círculo azul Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)	**Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29** X: 670214.997 Y: 4824680.992 Z orto: 57.141



Situación:

En la carretera que va de Campos a Picón, la base está clavada en el hormigón de una obra de fábrica.

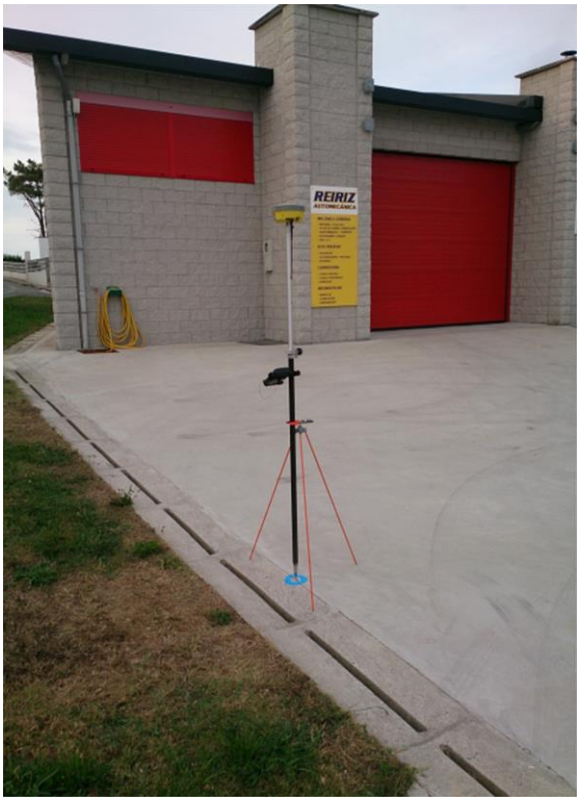
Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-25**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 670181.701
Y: 4825078.717
Z orto: 52.058

Situación:

En la avenida Campos y Salave, en la entrada del taller de automecánica Reiriz. La base está clavada en el hormigón.



Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de	
Nombre: **BR-26** Tipo de señal: Clavo de acero con arandela Pintura: Círculo azul Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)	**Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29** X: 669749.041 Y: 4825068.725 Z orto: 57.088

Situación:

En Salave, en el cruce de la Iglesia. La base está clavada en el hormigón de una obra de fábrica.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-27**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 670126.941
Y: 4822386.289
Z orto: 128.083

Situación:

En la carretera TC-4 que va a Santelos. La base está clavada en la acera, junto al bordillo, en la entrada a una casa grande blanca.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-28**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 669817.872
Y: 4822132.984
Z orto: 125.724

Situación:

En la carretera AS-23 en el Km 5. La base está clavada en la acera junto al cartel del PK de la carretera.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-29**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 669366.181
Y: 4822179.558
Z orto: 106.713

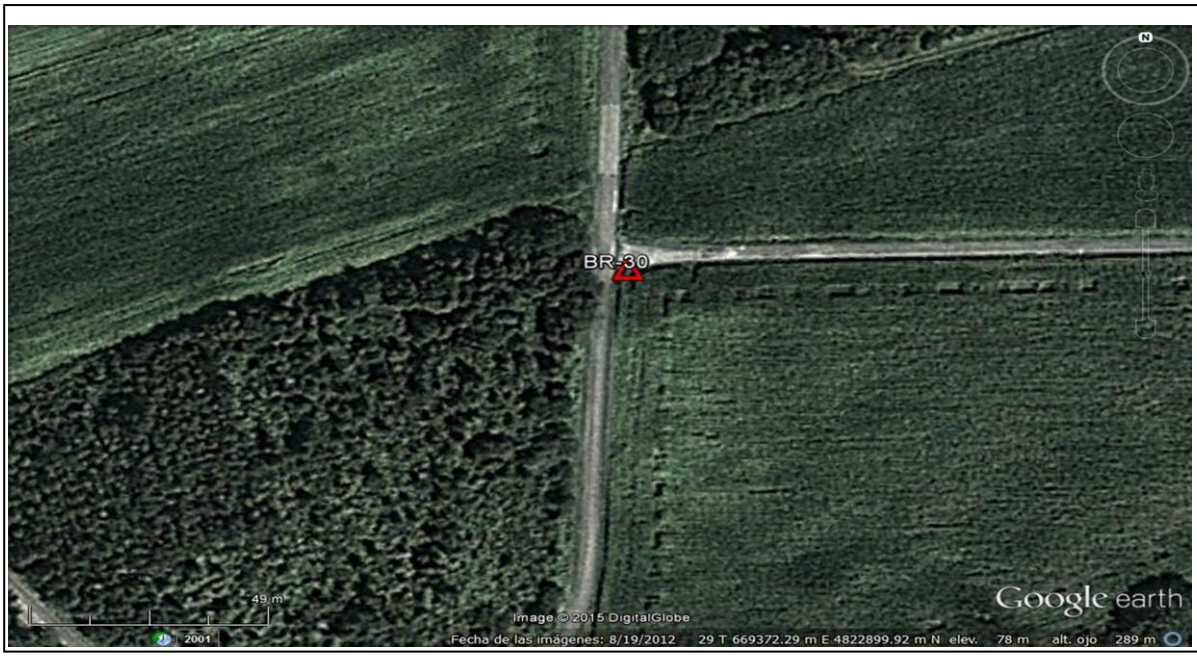
Situación:

En la carretera AS-23, frente a la panadería La Roda, sale un camino hormigonado. La base está clavada al borde de dicho camino, en el hormigón que hay al lado de una obra de fábrica.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-30**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 669357.562
Y: 4822921.379
Z orto: 76.909



Situación:

En la carretera TC-2, en el cruce donde tomamos el camino hacia Bustelo. La base está clavada en el asfalto al lado del cartel.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-31**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 669937.185
Y: 4823136.032
Z orto: 69.229

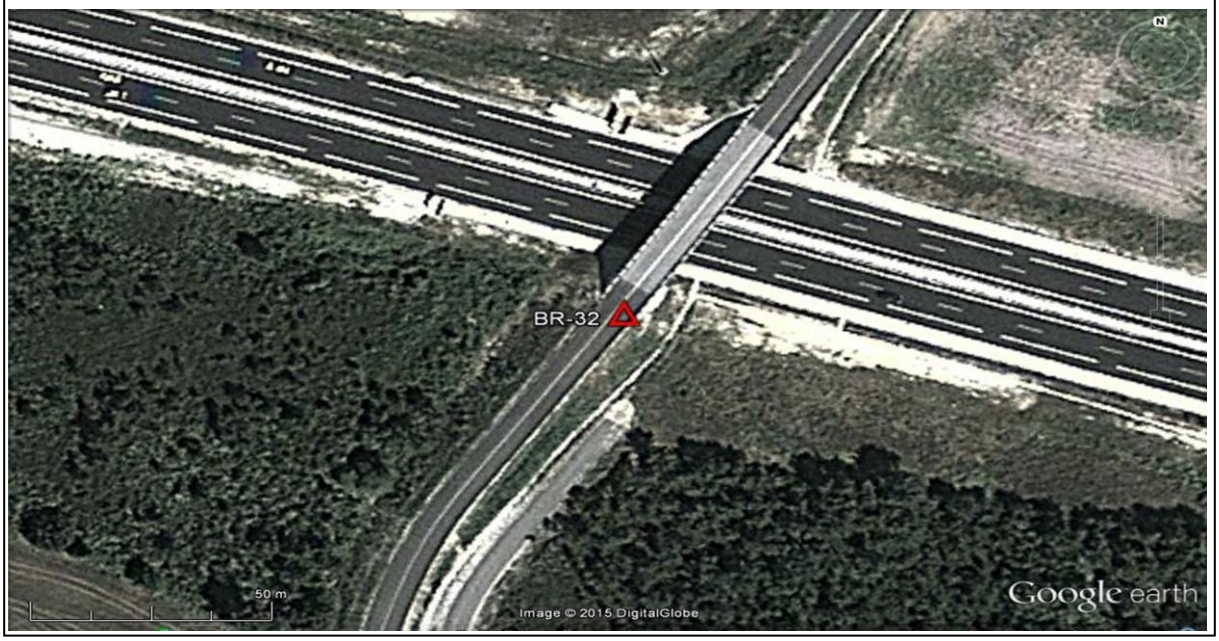
Situación:

En el pueblo de Bustelo, cuando el camino llega a su fin, a la izquierda, la base está clavada sobre el hormigón que cubre un tubo salvacunetas.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-32**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 669376.290
Y: 4823479.383
Z orto: 77.615



Situación:

En la carretera TC-2, en el puente sobre la A-8, la base está clavada en el asfalto junto a la barandilla del puente.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-33**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 669437.950
Y: 4823952.200
Z orto: 65.224

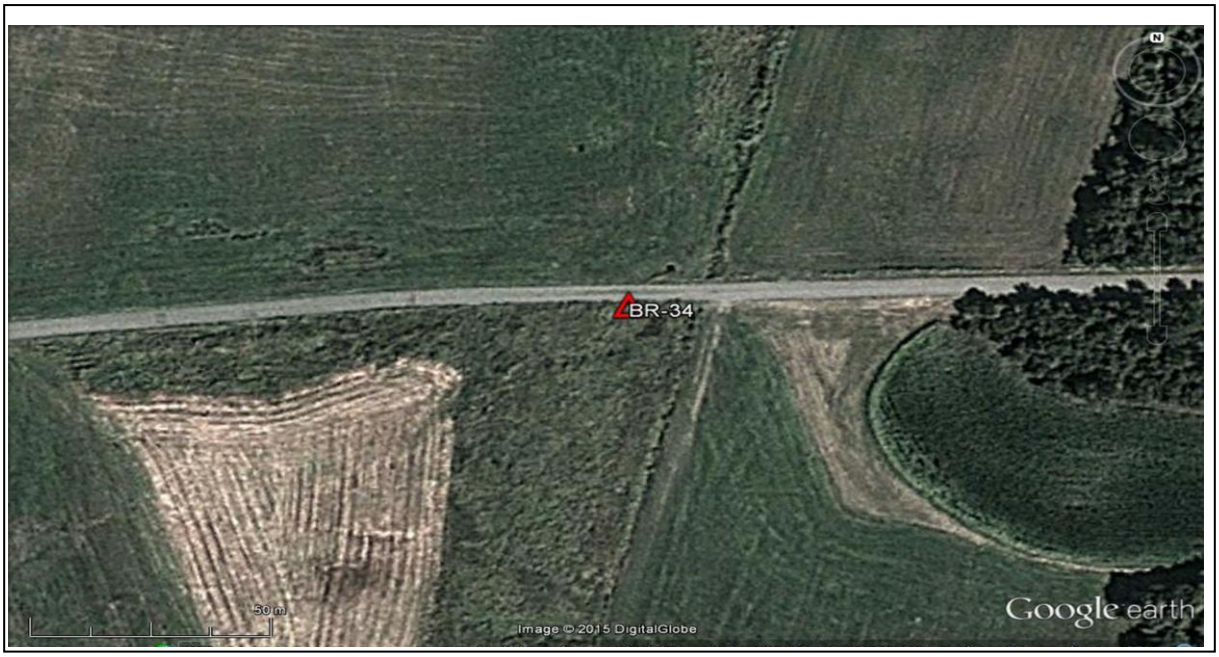
Situación:

En la carretera TC-2, 200 metros al Norte del Kartódromo de Tapia, la base está clavada en el hormigón que cubre un paso salvacunetas.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-34**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 669632.799
Y: 4824415.663
Z orto: 57.897



Situación:

En la carretera TC-2, llegamos al cruce donde tomamos la carretera que va hacia Picón. A 250 metros, a la derecha, la base está clavada en el hormigón de un paso salvacunetas.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-35**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 669372.541
Y: 4824612.969
Z orto: 61.599

Situación:

En la carretera TC-2, 200 metros al norte del cruce que va hacia Picón, encontramos una casa color blanco. La base está clavada en el hormigón del paso salvacunetas, en el camino de acceso a las fincas.

Reseña de Base de Replanteo. Anteproyecto de Saneamiento y EDAR de Tapia de

Nombre: **BR-36**
Tipo de señal: Clavo de acero con arandela
Pintura: Círculo azul
Cota: Ortométrica (en la cabeza del clavo)

Coordenadas ETRS89 UTM HUSO 29
X: 668962.049
Y: 4822459.092
Z orto: 85.121

Situación:

En El Cabillón, la base está clavada en el asfalto del aparcamiento del colegio Edes, junto a la entrada a la finca El Cabillón.

APÉNDICE Nº2: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS GPS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cetificate of Calibration

Número **4672**

Number

Pagina 1 de 2 páginas

Page 1 of 2 pages

CONYCA
Consultoría y Calibración S.L.

C/ Mar de Kara nº3, local 3
28033 Madrid
Fax: 91 382 41 54
www.conyca.es

VENTA Y ALQUILER DE INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS - CALIBRACIÓN Y REPARACIÓN DE EQUIPOS - OFICINA TÉCNICA

Información / Dpto. Alquileres	Dpto. Comercial	Oficina Técnica	Servicio Técnico
91 382 40 72	91 382 41 55	91 382 41 56	91 382 41 57
info@conyca.es	comercial@conyca.es	ingenieria@conyca.es	sat@conyca.es

OBJETO Item	**GPS**
MARCA Mark	**GEOMAX**
MODELO Model	**ZENITH**
IDENTIFICACION Identification	**GMZ103B20006**
SOLICITANTE (Cliente) *Customer*	**INGIOPSA INGENIERIA, S.L.** *C/ VICENTE JIMENO, Nº 20* MADRID

FECHA/S DE CALIBRACIÓN **07-05-2015**
Date/s of Calibration

Signatario/s autorizado/s
Authorized signatory/ies

Luís Jiménez Molinero
- Director Técnico -

Fecha de emisión **01/07/2015**
Date of issue

La precisión de las medidas efectuadas se refiere a las condiciones en el momento de efectuarlas y en el mismo lugar de la calibración.
Este cerificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

CONSULTORÍA Y CALIBRACIÓN S.L. B-84520235 Inscrito en el Registro Mercantil de Madrid - Tomo 22.123, Libro 0, Folio 194, Sección 8ª, Hoja M-394692, Inscripción 1

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cetificate of Calibration

Número **4672**

Number

Pagina 2 de 2 páginas

Page 2 of 2 pages

CONYCA
Consultoría y Calibración S.L.

C/ Mar de Kara nº3, local 3
28033 Madrid
Fax: 91 382 41 54
www.conyca.es

VENTA Y ALQUILER DE INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS - CALIBRACIÓN Y REPARACIÓN DE EQUIPOS - OFICINA TÉCNICA

Información / Dpto. Alquileres	Dpto. Comercial	Oficina Técnica	Servicio Técnico
91 382 40 72	91 382 41 55	91 382 41 56	91 382 41 57
info@conyca.es	comercial@conyca.es	ingenieria@conyca.es	sat@conyca.es

PROCEDIMIENTO SEGUIDO:

P.GPS

PATRON UTILIZADO:

Línea Base, con certificado del CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA CEM- 141465002

CONDICIONES AMBIENTALES: **TEMPERATURA:** 22 ± 5 ºC

DATOS TECNICOS:

Exactitud:

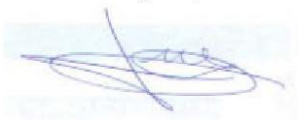
Desviación estándar 20 mm ± 1 ppm

U=3 mm (K=2)

(*) La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EAL-R2.

Signatario/s autorizado/s
Authorized signatory/ies

Fecha de emisión **01/07/2015**
Date of issue



Luís Jiménez Molinero
- Director Técnico –

CONSULTORÍA Y CALIBRACIÓN S.L. B-84526235 Inscrito en el Registro Mercantil de Madrid - Tomo 22.123, Libro 0, Folio 194, Sección 8ª, Hoja M-394692, Inscripción 1

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cetificate of Calibration

Número **4673**

Number

Pagina 1 de 2 páginas

Page 1 of 2 pages

CONYCA
Consultoría y Calibración S.L.

C/ Mar de Kara nº3, local 3
28033 Madrid
Fax: 91 382 41 54
www.conyca.es

VENTA Y ALQUILER DE INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS - CALIBRACIÓN Y REPARACIÓN DE EQUIPOS - OFICINA TÉCNICA

Información / Dpto. Alquileres	Dpto. Comercial	Oficina Técnica	Servicio Técnico
91 382 40 72	91 382 41 55	91 382 41 56	91 382 41 57
info@conyca.es	comercial@conyca.es	ingenieria@conyca.es	sat@conyca.es

OBJETO Item	**GPS**
MARCA Mark	**GEOMAX**
MODELO Model	**ZENITH**
IDENTIFICACION Identification	**GMZ102340034**
SOLICITANTE (Cliente) *Customer*	**INGIOPSA INGENIERIA, S.L.** *C/ VICENTE JIMENO, Nº 20* MADRID

FECHA/S DE CALIBRACIÓN **07/05/2015**
Date/s of Calibration

Signatario/s autorizado/s
Authorized signatory/ies

Luís Jiménez Molinero
- Director Técnico -

Fecha de emisión **01/07/2015**
Date of issue

La precisión de las medidas efectuadas se refiere a las condiciones en el momento de efectuarlas y en el mismo lugar de la calibración.
Este cerificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

CONSULTORÍA Y CALIBRACIÓN S.L. B-84520235 Inscrito en el Registro Mercantil de Madrid - Tomo 22.123, Libro 0, Folio 194, Sección 8ª, Hoja M-394692, Inscripción 1

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cetificate of Calibration

Número **4673**

Number

Pagina 2 de 2 páginas

Page 2 of 2 pages

CONYCA
Consultoría y Calibración S.L.

C/ Mar de Kara nº3, local 3
28033 Madrid
Fax: 91 382 41 54
www.conyca.es

VENTA Y ALQUILER DE INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS - CALIBRACIÓN Y REPARACIÓN DE EQUIPOS - OFICINA TÉCNICA

Información / Dpto. Alquileres	Dpto. Comercial	Oficina Técnica	Servicio Técnico
91 382 40 72	91 382 41 55	91 382 41 56	91 382 41 57
info@conyca.es	comercial@conyca.es	ingenieria@conyca.es	sat@conyca.es

PROCEDIMIENTO SEGUIDO:

P.GPS

PATRON UTILIZADO:

Línea Base, con certificado del CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA CEM- 141465002

CONDICIONES AMBIENTALES: **TEMPERATURA:** 22 ± 5 ºC

DATOS TECNICOS:

Exactitud:

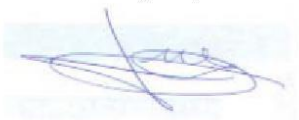
Desviación estándar 20 mm ± 1 ppm

U=3 mm (K=2)

(*) La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EAL-R2.

Signatario/s autorizado/s
Authorized signatory/ies

Fecha de emisión **01/07/2015**
Date of issue



Luís Jiménez Molinero
- Director Técnico –

CONSULTORÍA Y CALIBRACIÓN S.L. B-84526235 Inscrito en el Registro Mercantil de Madrid - Tomo 22.123, Libro 0, Folio 194, Sección 8ª, Hoja M-394692, Inscripción 1

APÉNDICE Nº3: FICHAS DE INSPECCIÓN DE POZOS

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 1 **VIENE DE POZO Nº:** COLECTOR TAPIA **VA A POZO Nº:** 3

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666250.915	4826235.035	11.676

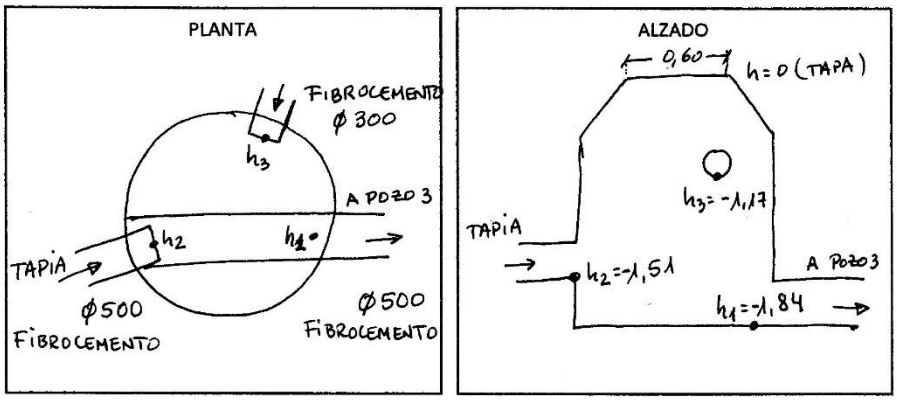
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1.84 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,20 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 2 **VIENE DE POZO Nº:** CONSERVAS ALBO **VA A POZO Nº:** DIRECTO AL COLECTOR

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666278.629	4826218.813	11.561

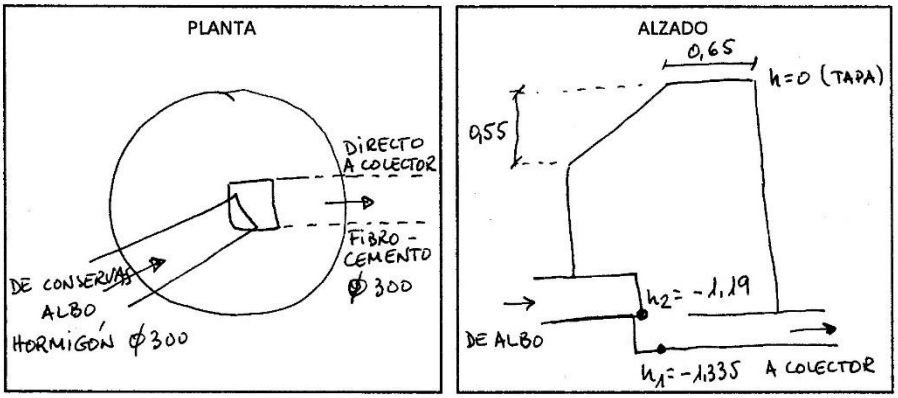
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,335 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,00 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 3 **VIENE DE POZO Nº:** 1 **VA A POZO Nº:** 4

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666302.077	4826210.548	11.680

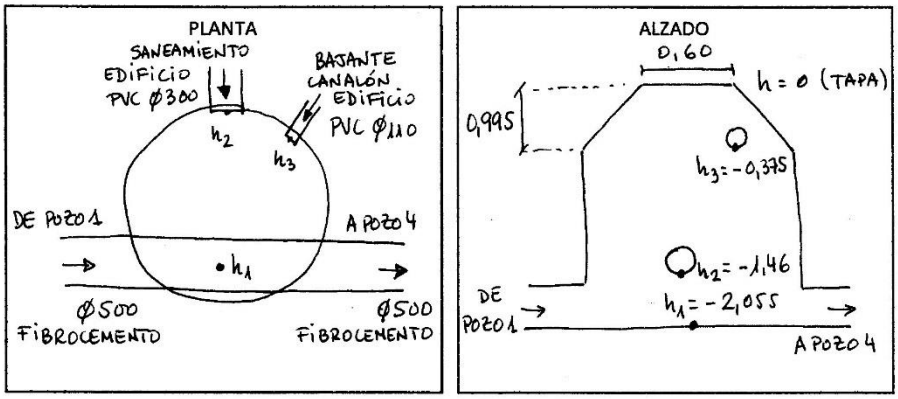
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 2,055 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 4 **VIENE DE POZO Nº:** 3 **VA A POZO Nº:** 5

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666343.469	4826186.065	12.009

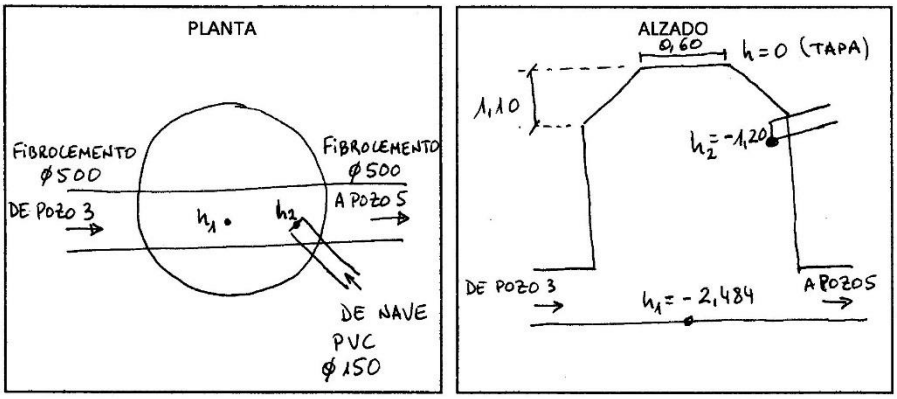
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 2,484 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 5 **VIENE DE POZO Nº:** 4 **VA A POZO Nº:** PRETRATAMIENTO

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666379.137	4826167.325	12.327

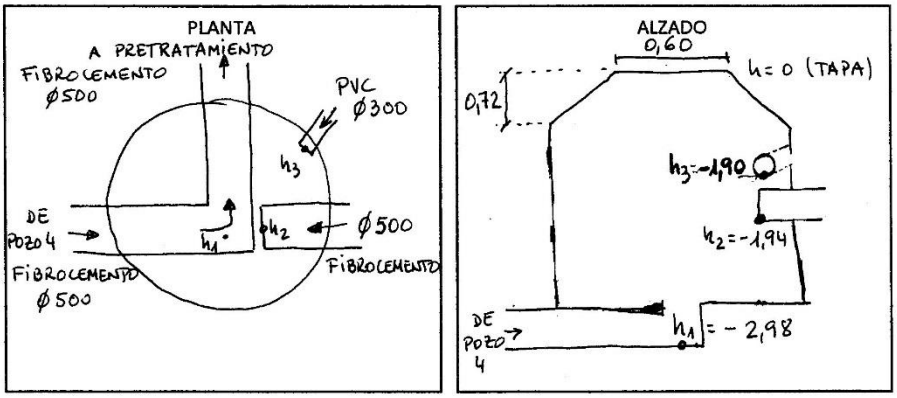
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 2,98 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 6 **VIENE DE POZO Nº:** PRETRATAMIENTO **VA A POZO Nº:** ALIVIADEROS 1 y 2

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666388.569	4826188.431	11.268

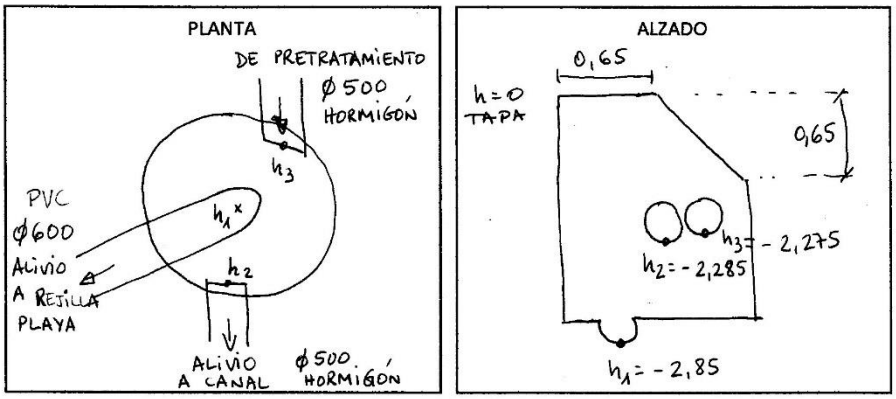
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

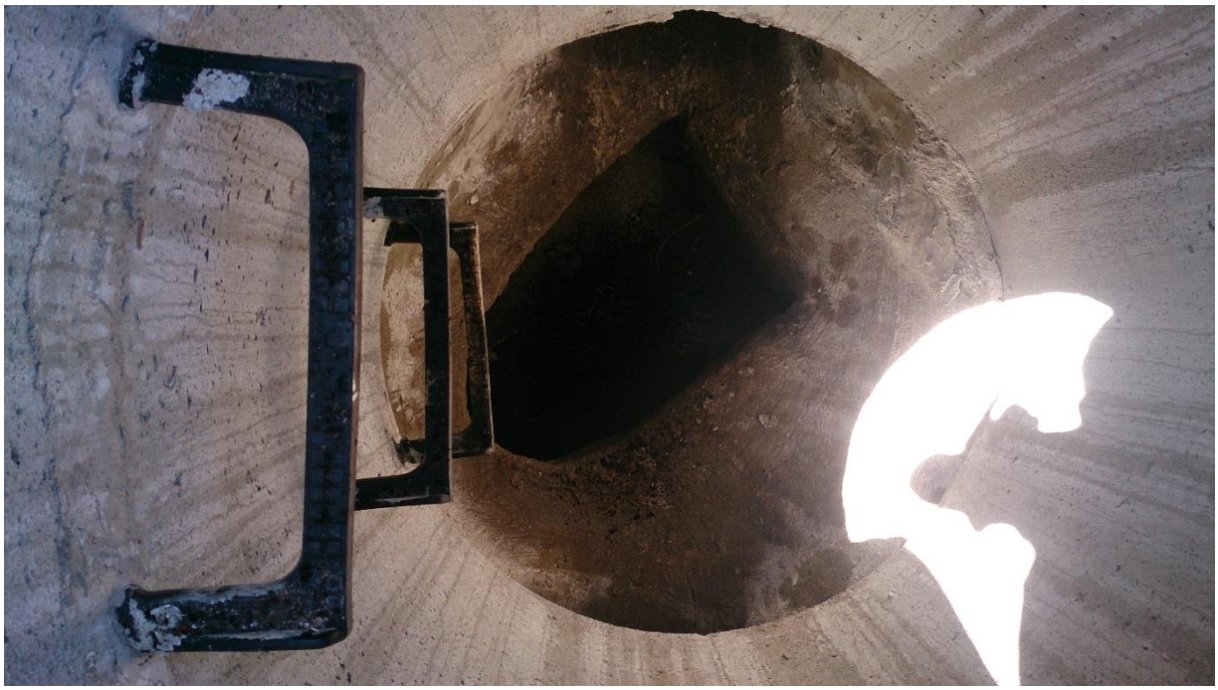
PROFUNDIDAD: 2,85 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:



FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 7 **VIENE DE POZO Nº:** COLECTOR D **VA A POZO Nº:** EBAR XUNGUEIRA

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
665870.574	4825455.919	3.623

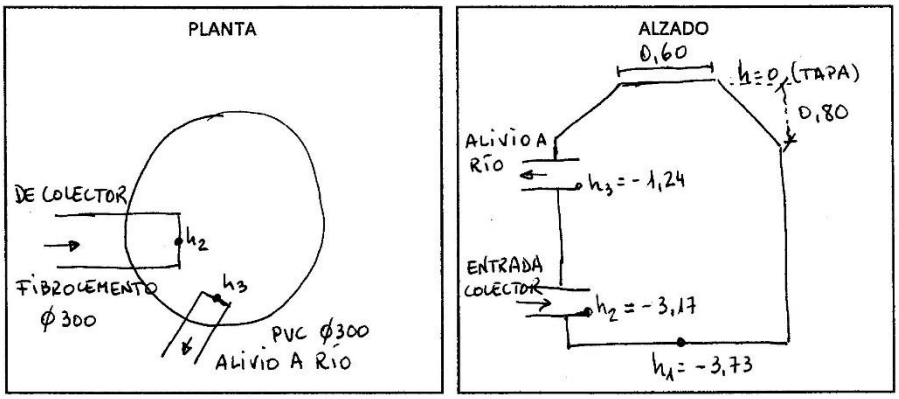
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 3.73 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 8 **VIENE DE POZO Nº:** EBAR XUNGUEIRA **VA A POZO Nº:** 9

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
665872.238	4825494.933	17.623

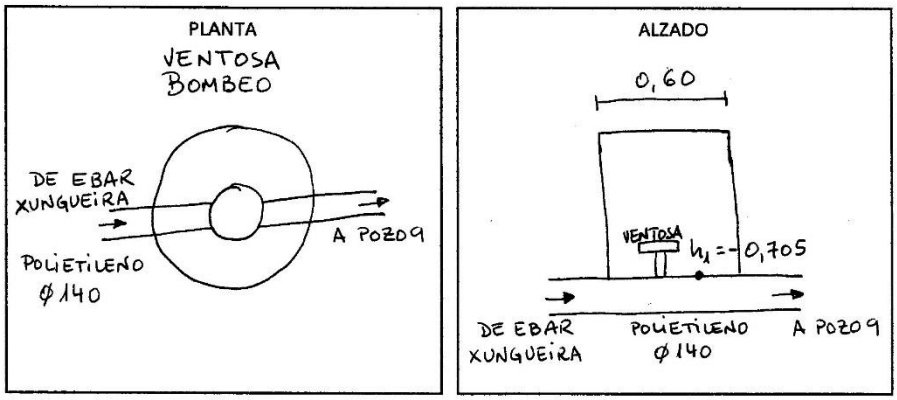
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO X HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: - 0,705 (desde la tapa a la cota ~~interior del tubo~~ superior del tubo

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 0,60 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 9 **VIENE DE POZO Nº:** 8 **VA A POZO Nº:** 10

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666023.992	4825490.357	26.117

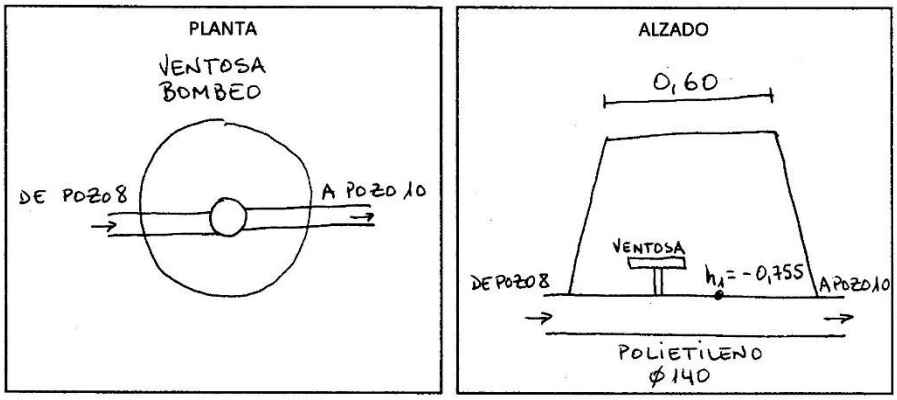
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 0,755 (desde la tapa a la cota ~~interior del tubo~~ superior del tubo

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 0,90 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO FINAL BOMBEO XUNGUEIRA

POZO Nº: 10 **VIENE DE POZO Nº:** 9 **VA A POZO Nº:** 11

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666132,822	4825560,152	32,784

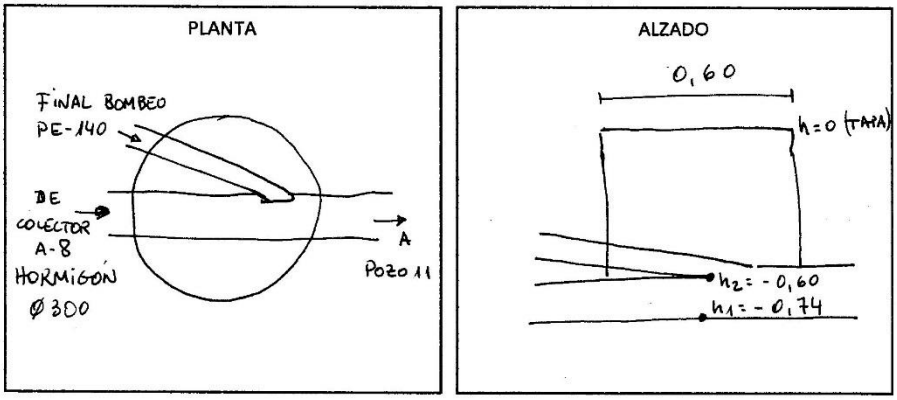
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 0,74 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 0,60 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 11 **VIENE DE POZO Nº:** 10 **VA A POZO Nº:** 12

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666155.339	4825585.848	32.552

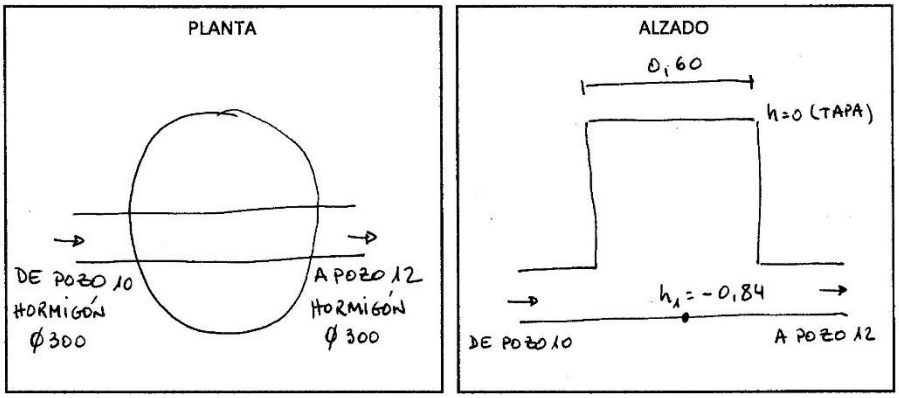
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 0,84 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 0,60 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 12 **VIENE DE POZO Nº:** 11 **VA A POZO Nº:** 13

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666171.279	4825626.700	32.180

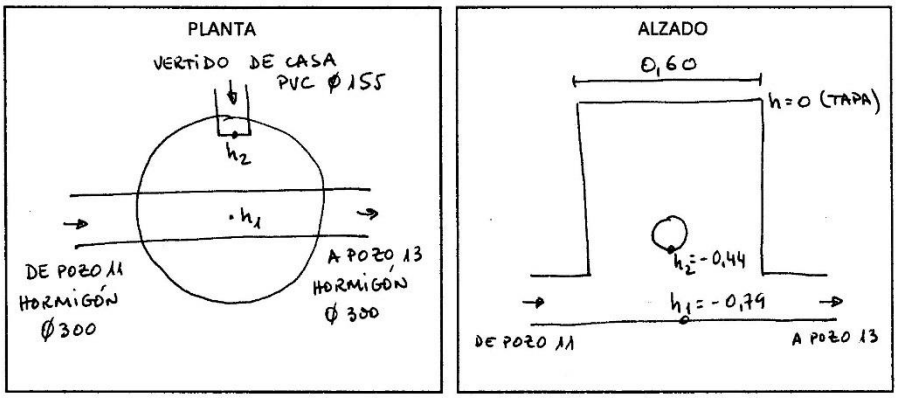
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 0,79 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 0,60 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 13 **VIENE DE POZO Nº:** 12 **VA A POZO Nº:** 14

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666151.814	4825688.043	31.968

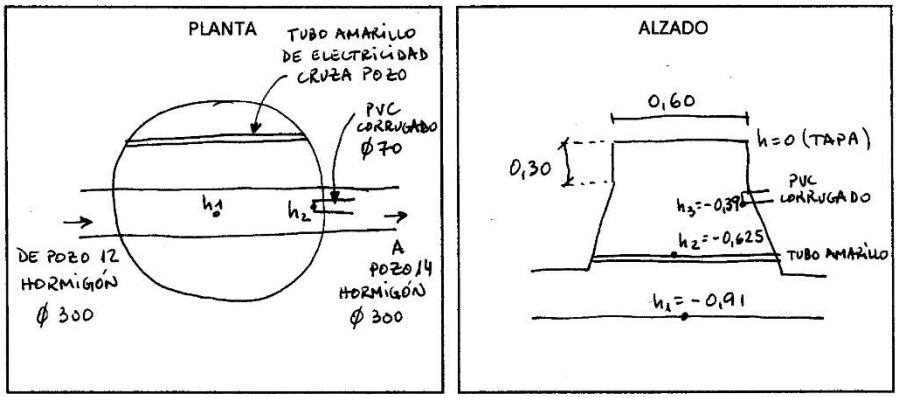
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 0,91 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 0,67 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 14 **VIENE DE POZO Nº:** 13 **VA A POZO Nº:** 15

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666144.136	4825744.216	32.035

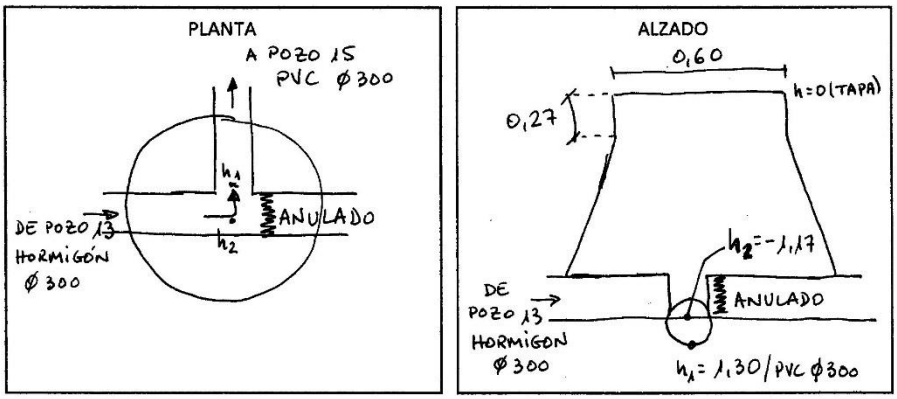
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,30 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,00 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 15 **VIENE DE POZO Nº:** 14 **VA A POZO Nº:** 16

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666142.346	4825744.129	32.059

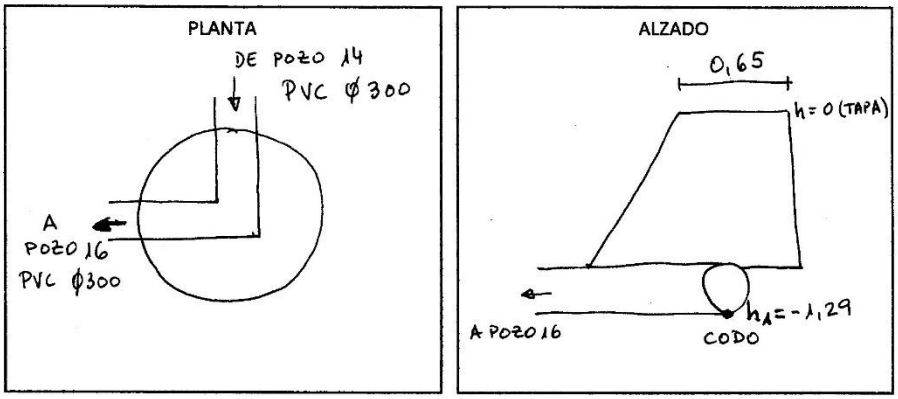
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,29 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,00 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 16 **VIENE DE POZO Nº:** 15 **VA A POZO Nº:** 17

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666142.188	4825863.833	28.515

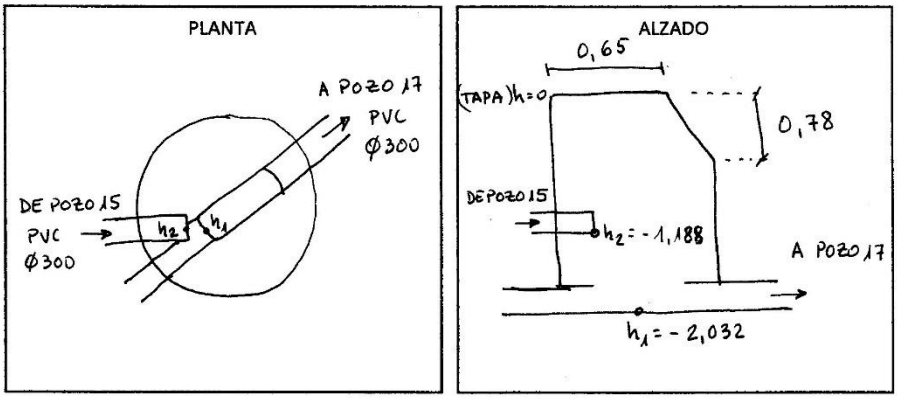
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO ___ PROF ARENERO: ___

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO ___ HORMIGÓN ___ OTRO ___

PROFUNDIDAD: 2,032 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,00 RECTANGULAR ___ ANCHO ___ LARGO ___

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 17 **VIENE DE POZO Nº:** 16 **VA A POZO Nº:** 18

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666139.236	4825870.171	28.404

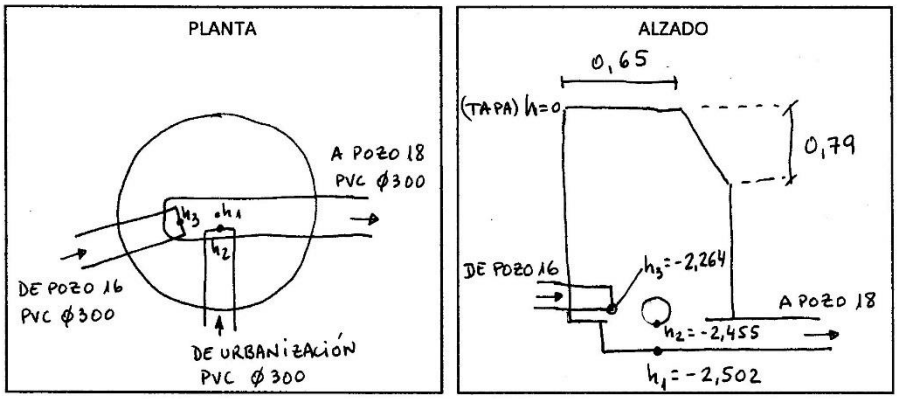
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 2,502 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,00 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 18 **VIENE DE POZO Nº:** 17 **VA A POZO Nº:** 19

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666135.417	4825918.723	27.284

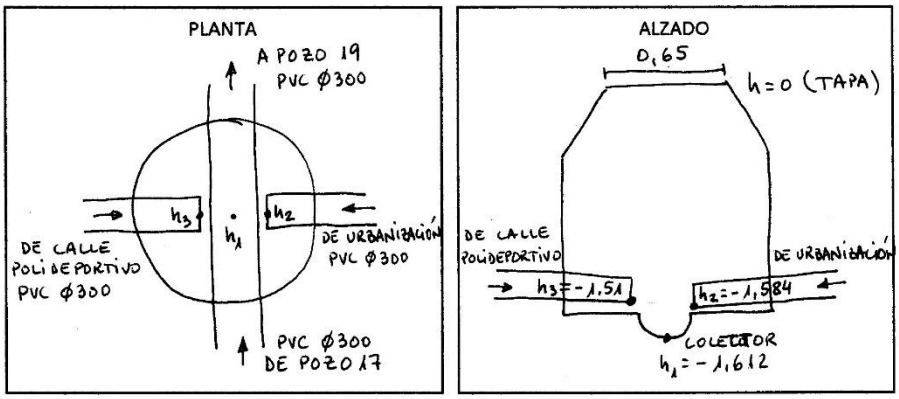
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,612 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,00 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 19 **VIENE DE POZO Nº:** 18 **VA A POZO Nº:** 20

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666133.982	4825930.638	27.073

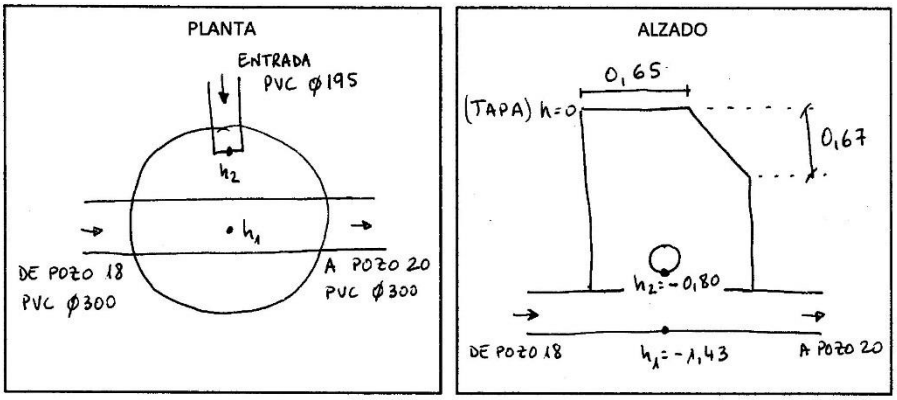
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO X ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,43 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,00 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 20 **VIENE DE POZO Nº:** 19 **VA A POZO Nº:** 21

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666134.001	4825932.987	27.115

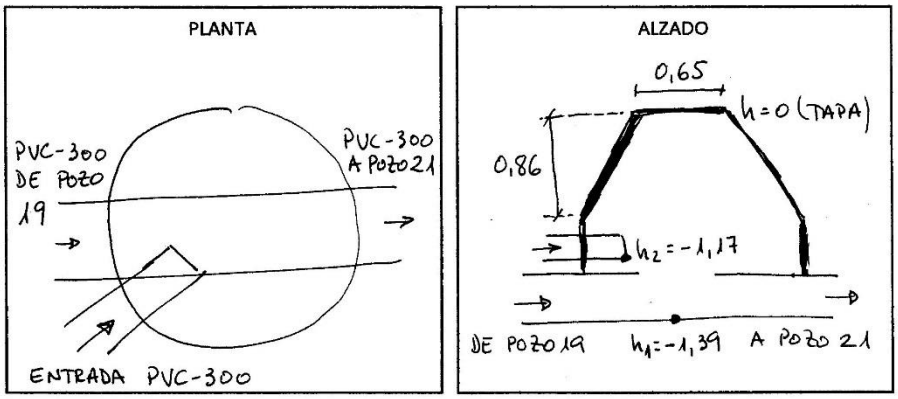
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,39 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,00 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 21 **VIENE DE POZO Nº:** 20 **VA A POZO Nº:** 22

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666125,116	4825982.876	26.044

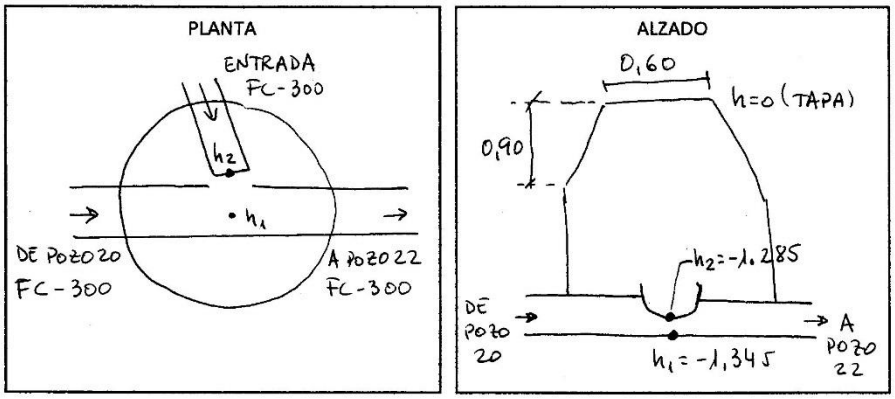
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,345 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 22 **VIENE DE POZO Nº:** 21 **VA A POZO Nº:** 23

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666118.625	4826008.687	25.644

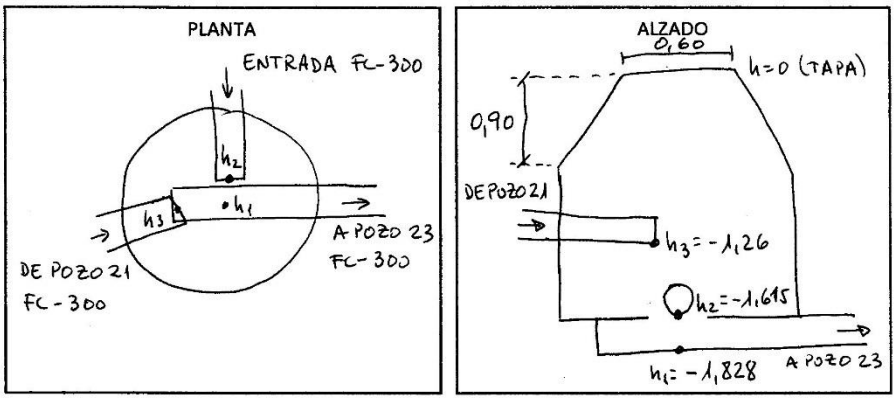
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1.828 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 23 **VIENE DE POZO Nº:** 22 **VA A POZO Nº:** 24

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666117,887	4826017.299	25.442

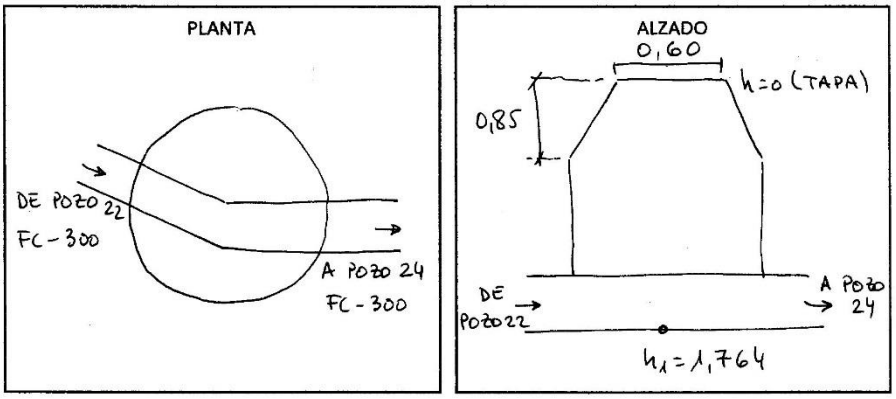
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,764 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 24 **VIENE DE POZO Nº:** 23 **VA A POZO Nº:** 25

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666106.996	4826047.126	24.641

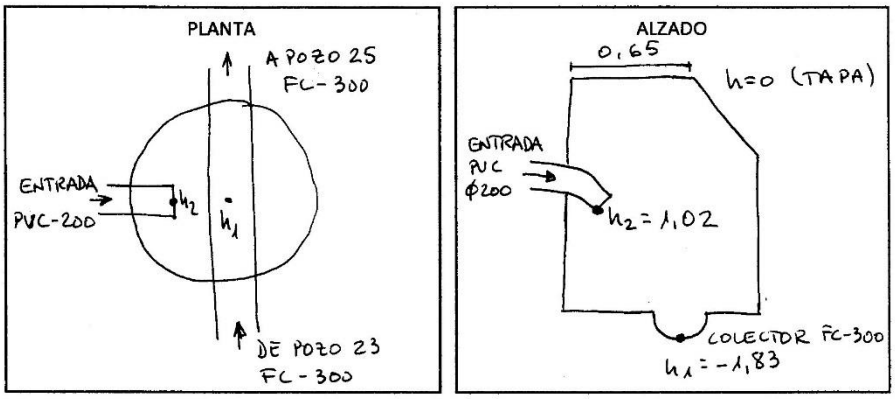
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,83 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,00 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 25 **VIENE DE POZO Nº:** 24 **VA A POZO Nº:** 27

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666099.225	4826068.852	24.277

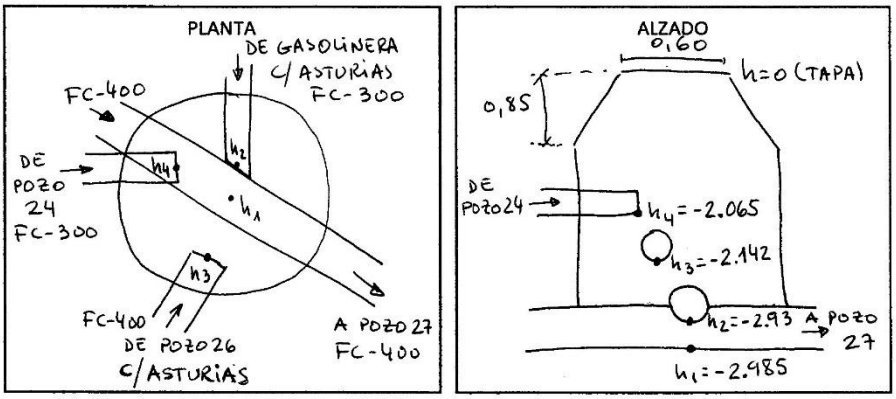
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO ___ PROF ARENERO: ___

MATERIAL: PREFABRICADO ___ LADRILLO ___ HORMIGÓN X OTRO ___

PROFUNDIDAD: 2,985 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR ___ ANCHO ___ LARGO ___

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 27 **VIENE DE POZO Nº:** 25 **VA A POZO Nº:** 28

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666102.769	4826077.442	24.422

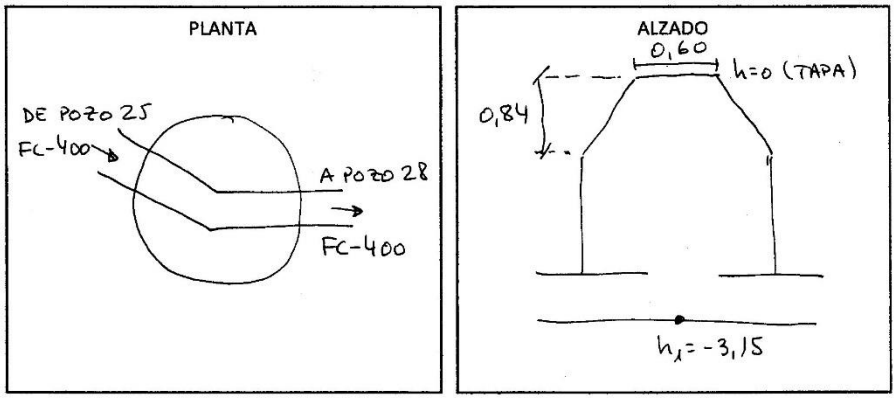
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 3,15 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 28 **VIENE DE POZO Nº:** 27 **VA A POZO Nº:** 29

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666095.733	4826101.572	23.008

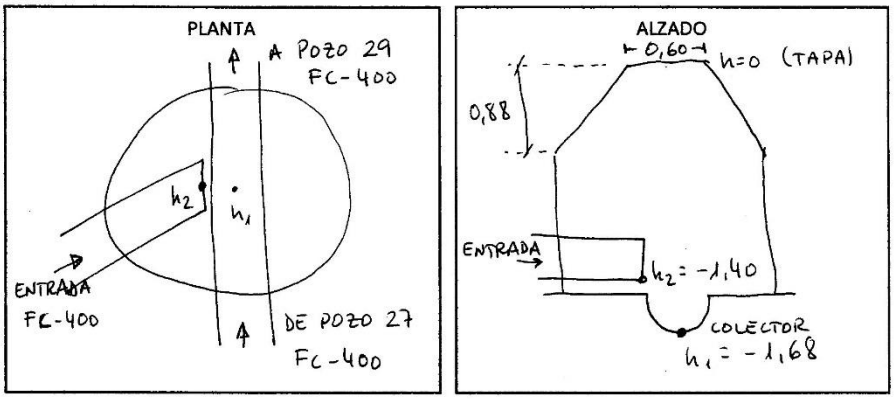
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,68 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 29 **VIENE DE POZO Nº:** 28 **VA A POZO Nº:** 30

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666072.555	4826139.064	22.409

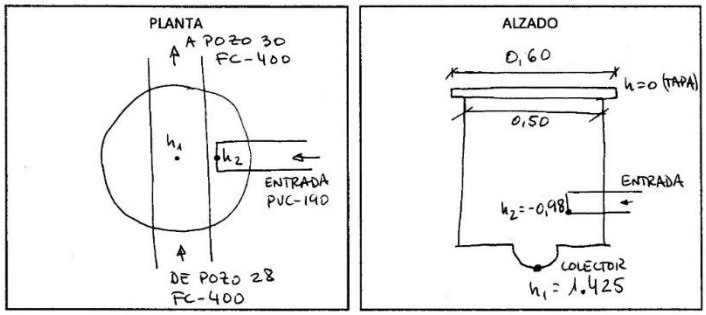
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,425 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 0,50 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 30 **VIENE DE POZO Nº:** 29 **VA A POZO Nº:** 31

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666035.888	4826193.902	21.531

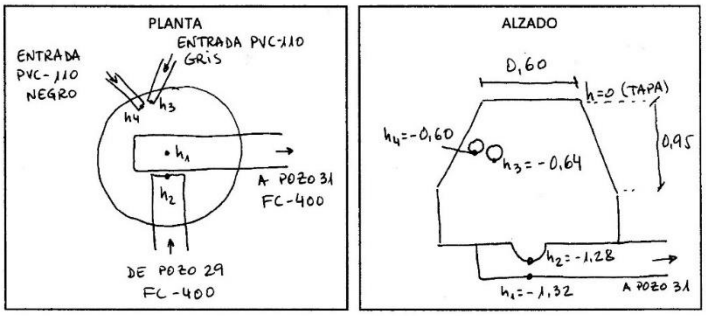
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,32 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 31 **VIENE DE POZO Nº:** 30 **VA A POZO Nº:** 32

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666051.352	4826204.131	21.477

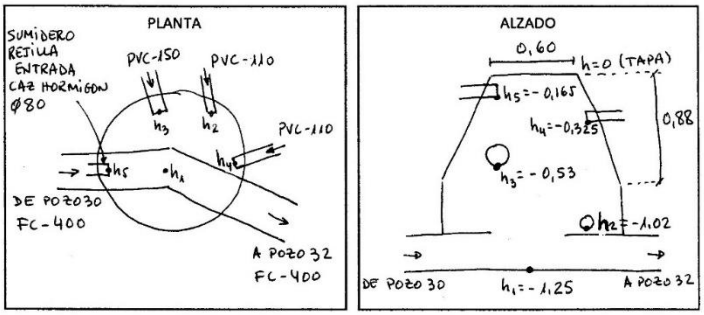
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,22 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 32 **VIENE DE POZO Nº:** 31 **VA A POZO Nº:** 33

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666071.507	4826205.769	21.604

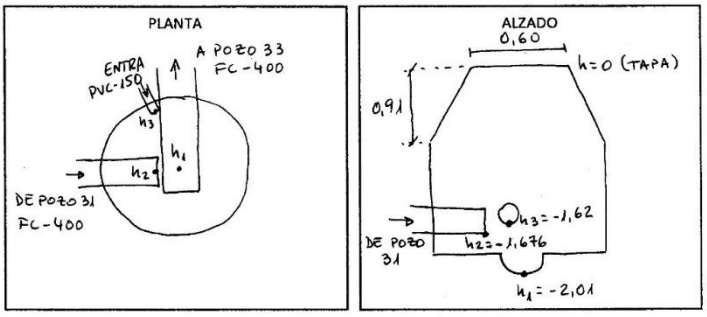
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 2,01 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 33 **VIENE DE POZO Nº:** 32 **VA A POZO Nº:** 35 (SIN FICHA)

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666069.690	4826226.238	21.421

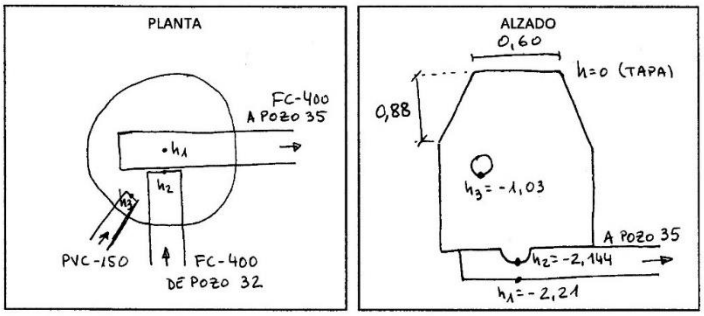
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 2,21 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 34 **VIENE DE POZO Nº:** COLECTOR SANTA ROSA **VA A POZO Nº:** HACIA PRETRATAMIENTO TAPIA

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666061.488	4826301.181	16.170

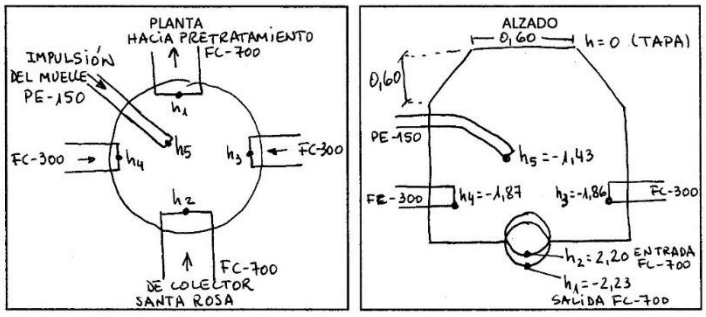
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:___

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO___

PROFUNDIDAD: 2,23 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,00 RECTANGULAR___ ANCHO___ LARGO___

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 37 **VIENE DE POZO Nº:** COLECTOR SAN ANTONIO **VA A POZO Nº:** 38

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
667094.148	4825857.316	28.197

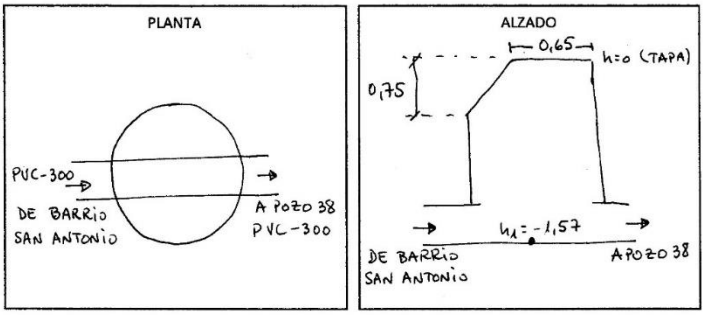
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,57 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 0,80 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 39 **VIENE DE POZO Nº:** 38 **VA A POZO Nº:** 40

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666972.748	4825950.104	26.232

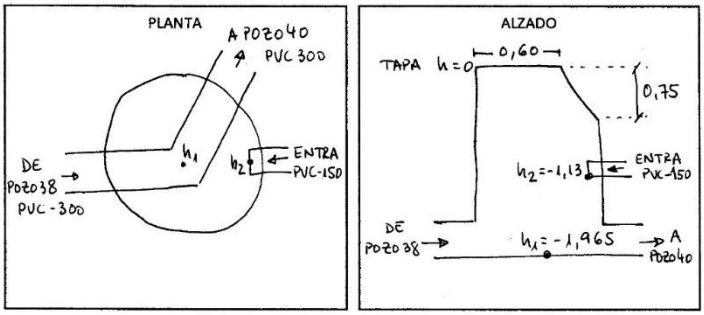
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,965 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,00 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 40 **VIENE DE POZO Nº:** 39 **VA A POZO Nº:** 41

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666936.271	4825923.244	24.491

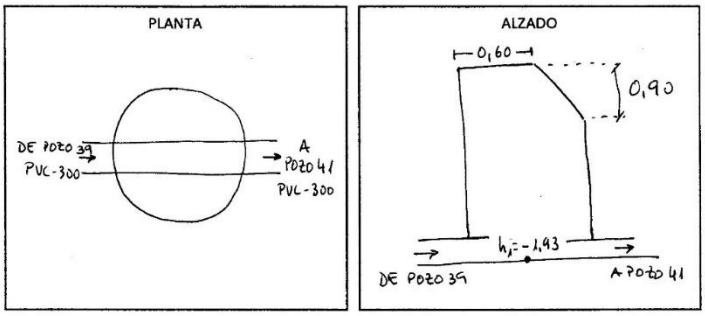
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,93 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 0,80 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 41 **VIENE DE POZO Nº:** 40 **VA A POZO Nº:** 49

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666895.684	4825893.304	22.388

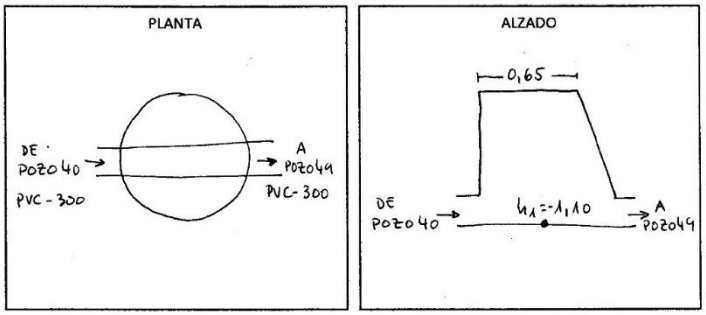
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,10 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 0,80 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 49 **VIENE DE POZO Nº:** COLECTOR MANTARAS **VA A POZO Nº:** 50

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666876.029	4825877,990	22.800

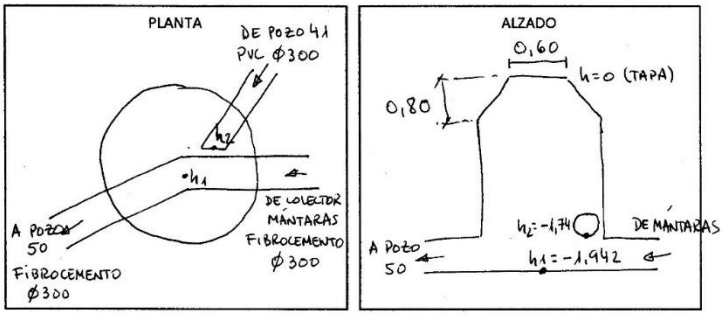
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,942 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 50 **VIENE DE POZO Nº:** 49 **VA A POZO Nº:** CONTINÚA HACIA TAPIA

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666836.523	4825875.439	21.462

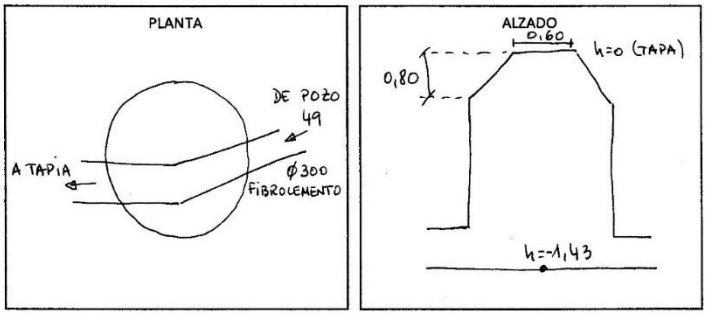
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:___

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO___

PROFUNDIDAD: 1,43 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,10 RECTANGULAR___ ANCHO___ LARGO___

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 61 **VIENE DE POZO Nº:** 60 (SIN FICHA) **VA A POZO Nº:** ALIVIO A ARROYO

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
664918.292	4824777.433	12.324

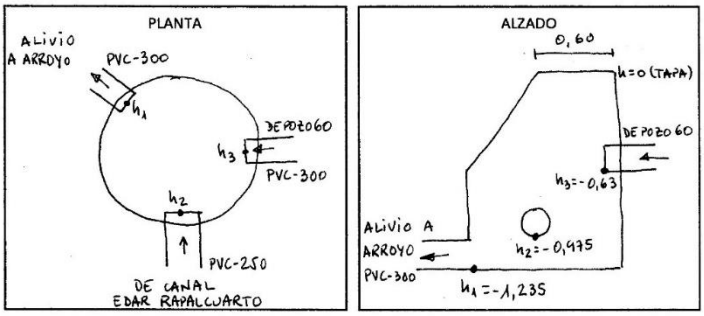
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,235 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 0,80 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 70 **VIENE DE POZO Nº:** -COLECTOR SERANTES -COLECTOR VILLAMIL **VA A POZO Nº:** CANAL EDAR SERANTES

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
663754.839	4824095.575	5.346

TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,185 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,00 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)

FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 71 **VIENE DE POZO Nº:** COLECTOR **VA A POZO Nº:** CANAL EDAR RAPALCUARTO

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
664889.059	4824751.147	13.662

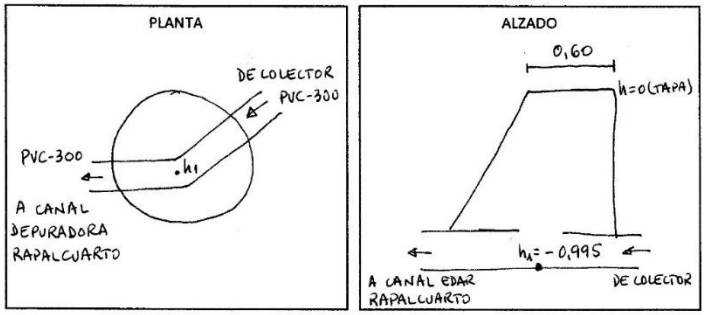
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 0,995 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 0,80 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 80 **VIENE DE POZO Nº:** POLÍGONO **VA A POZO Nº:** ROTONDA

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
662815.987	4822988.912	39.237

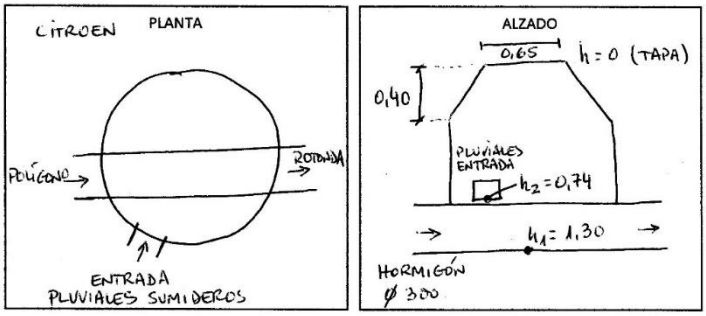
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,30 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1 m RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 81 **VIENE DE POZO Nº:** VILLAMIL **VA A POZO Nº:** _____

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
663338.571	4823838.606	11.189

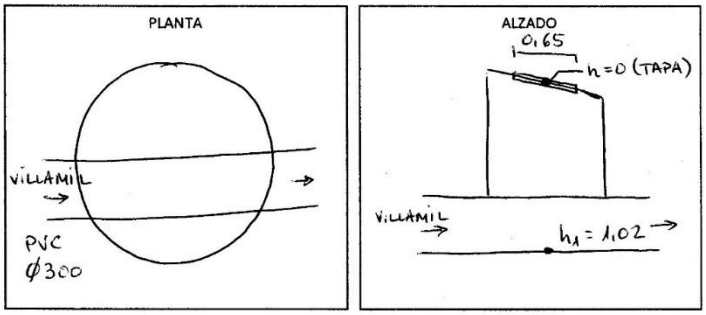
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO___ LADRILLO___ HORMIGÓN X OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,02 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1,00 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 90 **VIENE DE POZO Nº:** COLECTOR DESDE CASAREGO **VA A POZO Nº:** HACIA EBAR XUNGUEIRA

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
666003.388	4825119.587	3.669

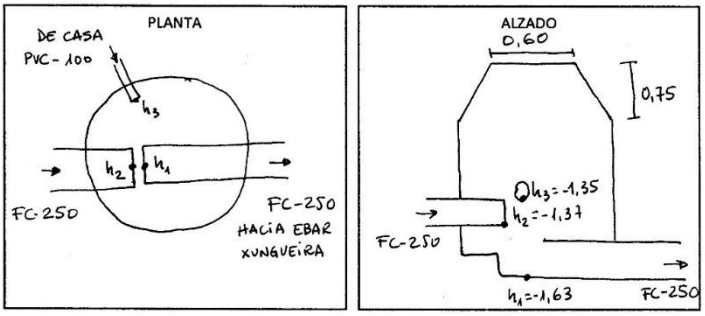
TIPO DE POZO: NORMAL ___ RESALTO X ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1.63 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 1.10 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO _____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 91 **VIENE DE POZO Nº:** NO **VA A POZO Nº:** ES INICIO DE COLECTOR

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
669376.785	4824610.438	61.816

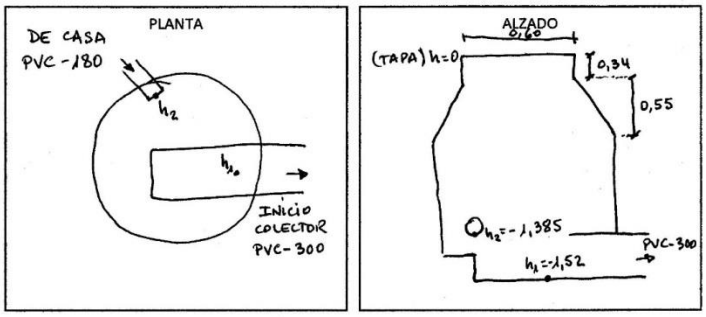
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,52 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 0,80 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

FICHA DE POZO DE SANEAMIENTO

POZO Nº: 92 **VIENE DE POZO Nº:** ES INICIAL DEL COLECTOR **VA A POZO Nº:** COLECTOR SALAVE

UBICACIÓN: COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 29

X	Y	Z TAPA
669743.638	4825070.169	57.090

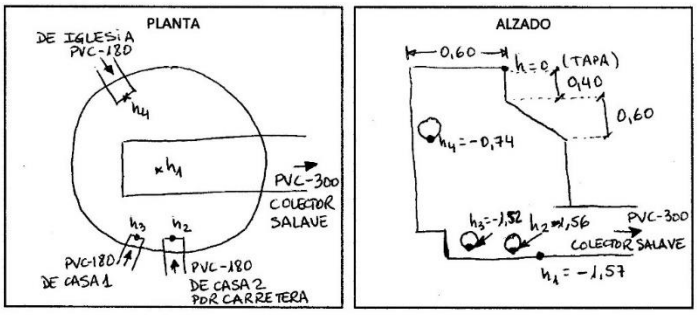
TIPO DE POZO: NORMAL X RESALTO___ ARENERO___ PROF ARENERO:_____

MATERIAL: PREFABRICADO X LADRILLO___ HORMIGÓN___ OTRO_____

PROFUNDIDAD: 1,57 (desde la tapa a la cota inferior del tubo)

FORMA: CIRCULAR X DIÁMETRO 0,80 RECTANGULAR___ ANCHO_____ LARGO_____

CROQUIS: (indicar entradas y salidas con su cota, diámetro y material)



FOTOS:

ANEJO-5: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ÍNDICE

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO....1
2.- RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE Y ENCUADRE GEOLÓGICO....1
2.1.- RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA....1
2.2.- ENCUADRE GEOLÓGICO....2
3.- PLAN DE ENSAYOS Y PROSPECCIONES NECESARIAS....4
3.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS....4
3.2.- NECESIDADES DE INFORMACIÓN....7
3.2.1.- Estanque de tormentas y pozos de bombeo....7
3.2.2.- Colectores....9
3.2.3.- Hincas....10
3.3.- PLAN DE ENSAYOS....12
4.- CONCLUSIONES....12
4.1.- SISMO....12
4.2.- EXPOSICIÓN AMBIENTAL....12
4.3.- MATERIALES Y NIVELES....16
4.3.1.- Caracterización de suelos....16
4.3.2.- REUTILIZACIÓN DE MATERIALES....18
4.3.3.- Excavabilidad....20
4.3.4.- Nivel freático....23
4.3.5.- Taludes....23
4.3.6.- Tensión admisible:....26
4.4.- CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS....26
4.4.1.- Estaciones de bombeo....26
4.4.2.- EDAR....28
4.4.3.- Colectores....30
4.5.- CONCLUSIONES....39
5.- APÉNDICES....41
5.1.- APÉNDICE-5.1. PLAN DE ENSAYOS....43
5.2.- APÉNDICE-5.2. PROSPECCIONES Y ENSAYOS FASE-1 (SIN INCLUIR LA RODA Y VIACOBA)....45
5.3.- APÉNDICE-5.3: PROSPECCIONES Y ENSAYOS FASE-2 (LA RODA Y VIACOBA)....47
5.4.- APÉNDICE-5.4: PLANTAS Y CANTERAS....49

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente documento tiene por objeto definir la caracterización geológica y geotécnica del Anteproyecto haciendo hincapié en los puntos donde se precisan actuaciones puntuales, así permitiendo el establecimiento de los parámetros de diseño necesarios para garantizar por una parte la viabilidad técnica de las obras a desarrollar, fijado de los taludes, el método de excavación, las actuaciones complementarias, y definir la profundidad y el tipo de cimentación más adecuada, así como la carga máxima admisible sobre el terreno para las obras de fábrica que se proyecten.

2.- RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE Y ENCUADRE GEOLÓGICO

2.1.- RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA

Con objeto de permitir el conocimiento completo del terreno, en el ámbito de actuación del anteproyecto, se procede a:

- Identificación de las características litológicas, naturaleza y condiciones geotécnicas del sustrato atravesado, mediante la interpretación y análisis del mapa Geológico de España escala 1:50.000. (IGME)
    - Mapa Geológico de España (MAGNA) a escala 1:50.000, Hoja 10 (Ribadeo). IGME (1976).
    - Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja 2 (Avilés). IGME (1991).
    - Mapa Geotécnico de España: Escala 1:200.00 Hoja 2 (Avilés). IGME
    - Cartografía temática Ambienta de Asturias. Mapa litológico Escala 1:25.000. Tapia de Casariego (10 – IV) INDUROT (1995)
    - Bastida, F. y Pulgar, J.A.- La estructura del Manto de Mondoñedo entre Burela y
    - Tapia de Casariego (Costa Cantábrica, NW de España). Trabajos de Geología 10. (1978).
    - Marcos, A. Y Pérez-Estaún, A. - La estratigrafía de la Serie de los Cabos en la zona de Vegadeo (Zona Asturoccidental-Leonesa, Nw de España). Trabajos de Geología 11. (1981).
    - Zamarreño, I.- Estratigrafía del Paleozoico en el Macizo Ibérico. En: Libro Jubilar. J.M. Rios. Geología de España. Tomo I. IGME (1983).
    - Julivert, M.- La estructura de la Zona Asturoccidental-leonesa. En: Libro Jubilar. J.M. Rios. Geología de España. Tomo I. IGME (1983).
    - Aramburu, C. y Bastida, F. (editores). - Geología de Asturias TREA S.L. (1995).
    - INDUROT KRK Editores Principado de Asturias (editores).- Riesgos Naturales en Asturias. (2003).
    - Terente, L. M., Dámaso B. Moreiras Blanco y Marcos Pascual, C. – Morfología de las alteraciones y los contenidos de Oro del yacimiento aurífero de Salave. (2000).

También se ha analizado la información suministrada por diversos informes Geológico-Geotécnicos en el entorno y que se sitúan sobre materiales semejantes y en el mismo contexto geológico. En este caso es de destacar la información suministrada, respecto a las características del substrato rocoso de la zona, por el "Anejo Geología y Geotecnia del Proyecto de la Senda costera de Tapia de Casariego" realizado por Tecnia, Asimismo el "Anejo B-3 Autovía A-8. Tramo Otur- Límite Provincia de Lugo" del Ministerio de Fomento. Instituto Geográfico Nacional

Así como el proyecto de la N-634 Navia-Tapia de Casariego, por la información relevante en el entorno de la Roda.

2.2.- ENCUADRE GEOLÓGICO

Geológicamente la actuación por estar formado por :

a) Nivel cuaternario:

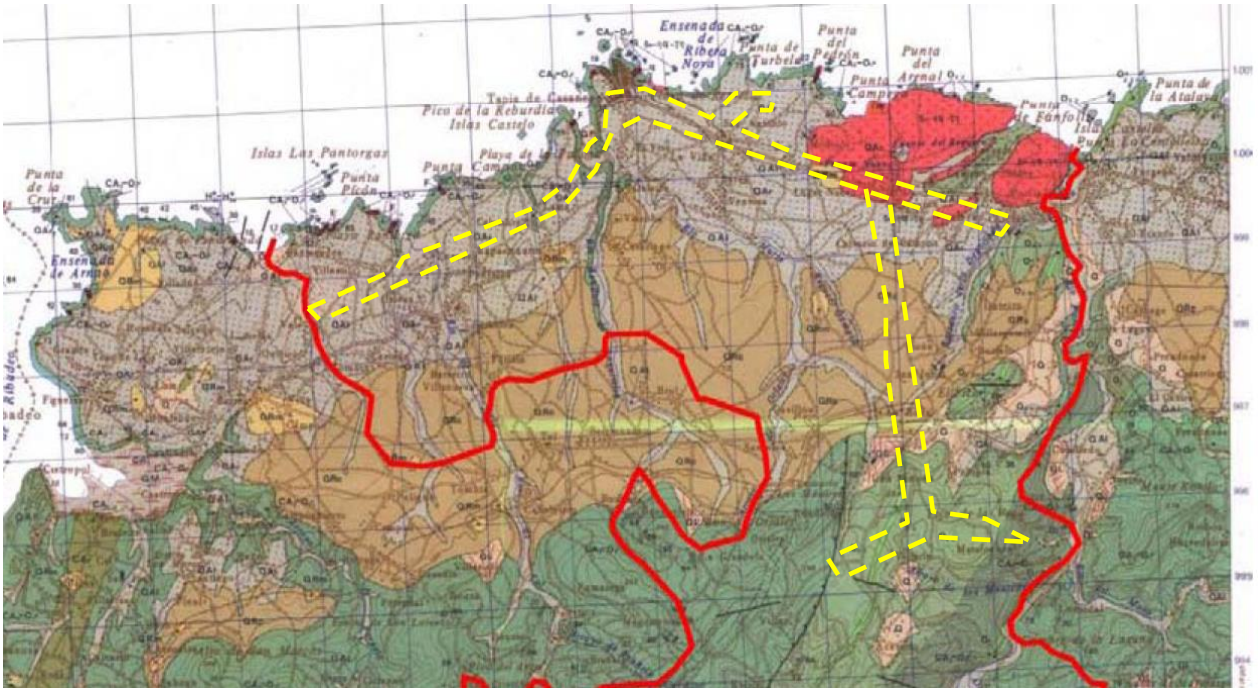
- Depósitos fluviales: Se trata de depósitos asociados a los cauces fluviales actuales constituidos por gravas y bolos heterométricos formados por cuarcitas, areniscas y pizarras, dependiendo del área madre, englobados en una matriz limo-arcillosa.
- Depósitos litorales: Se trata de depósitos actuales de playas, relleno de rías y estuarios. Son depósitos variables que pueden ser de naturaleza arenosa, arenosa-limosa o limosa con alto contenido en agua, en algunas ocasiones, y de origen mixto (continental -marino) o marino con abundantes rastros de conchas y arenas bien gradadas de cuarzo. El contenido en cantos es variable.
- Terrazas fluviales: Están Formadas por acumulaciones de cantos redondeados y heterométricos (desde 2-3 cm hasta 25 cm) de Cuarcita, englobados en una matriz arenosa a arenosa limosa.
- Depósitos de Rasa: La Rasa se produce por erosión marina en una zona en la que fenómenos litológicos y tectónicos -materiales de fácil alterabilidad y presencia de numerosas fracturas con materiales milionitizados- han facilitado los procesos abrasivos del Mar Cantábrico. La rasa se podría definir como una superficie de erosión con depósitos de arenas y cantos con claros indicios de abrasión marina. El espesor de los depósitos suele ser menor de 1-2 m.
- Depósitos eluviales: Conocido como cuaternario eluvial o eluviones, resulta de la alteración "in situ" del substrato rocoso y por tanto su composición variará en función de la naturaleza del mismo.
- Derrubios de ladera: Son poco frecuentes porque los fenómenos de ladera no son importantes en la zona de estudio ya que no hay suelos de espesores considerables.
- Depósitos coluvionares y coluvio-aluvial: Se localizan sobre laderas con fuertes pendientes. Son depósitos derivados de los procesos de meteorización del substrato rocoso y posterior transporte y acumulación, debido a la dinámica gravitacional. Son poco abundantes en la zona estudiada, con espesores que oscilan entre 1 y 5 m. Se trata de depósitos formados por cantos angulosos y heterométricos de composición variable, dependiendo de la naturaleza de la roca madre, así, pueden estar constituidos por cantos de cuarcitas, areniscas y/o pizarras, en matriz arcillo-arenosa.
- Rellenos antrópicos: Dichos depósitos se localizan tras los meandros de desembocadura de dicho río Anguileiro, zonas modificadas afectadas por la traza de los colectores.

b) Nivel Cambro-Ordivícica

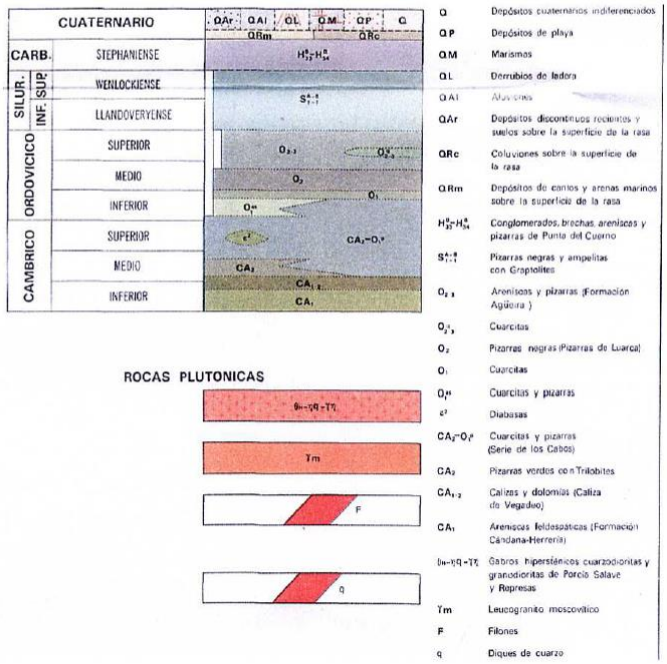
Pertenecientes a las denominadas Serie de Los Cabos y a la Formación Agüeira, así como de materiales cuaternarios que conforman el recubrimiento superficial

- Serie de Los Cabos: Se sitúa por encima de las Caliza del Cámbrico inferior (Caliza de Vegadeo) y está constituida por una serie detrítica de varios miles de metros de espesor cuya edad está comprendida entre el Cámbrico Medio y el Ordovícico Inferior. Tal y como fue definida inicialmente la Serie de los Cabos, abarca desde la parte superior de los niveles de margas y pizarras arcillosas, ricas en Trilobites, que se superponen a la Caliza de Vegadeo, hasta las Pizarras de Luarca suprayacentes; actualmente ese gran conjunto litológico se ha dividido en una sucesión de rocas formada por una alternancia de areniscas, limolitas que constituye la actual Serie de los Cabos, y las pizarras negras denominadas como Formación Agüeira.
- Formación Agüeira: Desde el punto de vista litológico se encuentra constituida por una alternancia de areniscas, limolitas y pizarras negras, presentándose localmente algún nivel de cuarcitas. Las capas de arenisca muestran siempre una estratificación regular y su espesor es por lo general delgado, llegando raramente a sobrepasar los 50 cm.

- Complejo intrusivo de Porcía-Salave-Represas: Las rocas Plutónicas del Municipio de Tapia de Casariego comprenden los pequeños Plutones o Stocks de Salave y Porcía y el apuntamiento menor de Represas. Éstos afloran a lo largo de la franja costera, entre el río Porcía y Tapia de Casariego, muy próximos entre si y alineados en dirección Este-Oeste.



LEYENDA



Nota El detalle del encuadre geológico se adjunta en el Apéndice: 5.2

3.- PLAN DE ENSAYOS Y PROSPECCIONES NECESARIAS

3.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS

El estudio geotécnico realizado pretende determinar el conocimiento y cualidades de los suelos atravesados por la traza, haciendo hincapié en los puntos donde se precisan actuaciones puntuales, así permitiendo el establecimiento de los parámetros de diseño necesarios para garantizar por una parte la viabilidad técnica de las obras a desarrollar, fijado de los taludes, el método de excavación, las actuaciones complementarias, y definir la profundidad y el tipo de cimentación más adecuada, así como la carga máxima admisible sobre el terreno para las obras de fábrica que se proyecten.

Los condicionantes que el terreno impone a las distintas estructuras a diseñar son fundamentalmente lo relacionado con la capacidad portante del terreno, excavabilidad y estabilidad de los taludes, existencia de sustratos rocosos, y presencia de niveles freáticos durante la ejecución de las obras.

Los trabajos a realizar, bien mediante prospecciones, ensayos y/o bibliografía técnica , deben permitir obtener los siguientes datos:

- **Encuadre geológico de la actuación**
  - Las actuaciones se realizan afectando a los niveles cuaternario y Cambro –Orvídica (principalmente Pizarras)
- **Sismicidad:**
  - Consideración de la ubicación geográfica de la zona de estudio y la zonificación del mapa de peligrosidad sísmica (Norma Sismoresistente NCSE-02) a efectos de aplicación al cálculo de estructuras, y función del tipo de terreno.
- **Agresividad de suelos**
  - Estudio de la agresividad de suelos y agua para uso de hormigones y materiales con aplicación los límites reflejados para suelos en la tabla adjunta (Tabla 8.2.3b “Clasificación de la agresividad química” de la Instrucción Española Hormigón Estructural EHE).
  - Al ejecutarse las estructuras con humedad alta, en proximidad de ambiente marino, y además con agua con altas cargas contaminantes, se considerará un hormigón IV+Qb +SR, por lo que estudios complementarios no serán necesarios.
- **Capacidad portante:**
  - La resistencia suficiente del terreno para soportar el peso de las distintas estructuras implicadas en cualquier situación de servicio: Estanque de tormentas, arquetas y conducciones.
  - El análisis de este parámetro deriva en gran parte del establecimiento de la compacidad en el caso de suelos granulares, la presencia de sustratos indeformables próximos, la compresibilidad de terrenos cohesivos, etc. Por lo que será necesario determinar la carga admisible de los terrenos involucrados en cada punto de apoyo de las diferentes estructuras así como definir la profundidad de cimentación de los mismos y la posibilidad de dimensionar cimentaciones profundas en aquellos casos en las que vayan a soportar cargas considerables.
  - Paras el caso particular de losas de las estaciones de bombeo y EDAR , será necesario establecer los parámetros siguientes:
    - Caracterización geotécnica de niveles (rellenos, depósitos, sustratos meteroizados, …)

- Parámetros de caracterización de suelos (densidad, cohesión, ángulo de rozamiento)
- Parámetros resistentes:
  - Capacidad portante del estrato de cimentación bien mediante correlaciones SPT, Borros o DPSH en función del estrato de cimentación, o en su defecto mediante ensayo de compresión.
  - Coeficiente de balasto K asociado a cada estrato, bien mediante datos bibliográficos o ensayos presiómetros o equivalentes.
- Resistencia punta y fuste de pilotes para diámetros de 50, 80 y 100 mm. (sólo en el caso que no aparezca roca)

- **Asientos**

Será necesario determinar los asientos máximos producidos por la estructura .Las limitaciones usuales para el asiento máximo son del tipo que sigue:

Tipo de edificio	**Asiento máximo (mm)**	
	Arenas	**Arcillas**
Obras de tipo monumental	12	25
Edificios de hormigón armado de gran rigidez	35	50
Edificios de hormigón armado flexibles Estructuras metálicas hiperestáticas Edificios con muros de fábrica	50	75
Estructuras metálicas isostáticas		
Estructuras de madera	>50	>75
Estructuras provisionales		

- Aplicando el método elástico para el cálculo de los asientos producidos

- **Caracterización y empuje del terreno:**
  - Para el dimensionamiento estructural será necesaria la caracterización del empuje del terreno en función del nivel geotécnico, profundidad, caracterización del suelo, con la parametrización de densidad, cohesión y ´ángulo de rozamiento.
  - En función del nivel geotécnico será necesario establecer los parámetros a adoptar de empuje considerando la teoría de Rankine (K0, Ka, y Kp)
- **Nivel freático:** La cota estable del nivel freático de manera que se pueda establecer su influencia tanto en la estabilidad de taludes, efectos de subpresión y flotabilidad de estructuras, así como efectos derivados que socavación y/o sifonamiento, con objeto de adoptar las medidas de sostenimiento, y achique necesarias.
- **Permeabilidad del terreno:**
  - Los coeficientes de permeabilidad del terreno en cada uno de los estratos con objeto de determinar los riesgos de sifonamiento en las estructuras profundas (pantallas, tablestacas, etc.)

- Los coeficientes de permeabilidad asociados a cada estrato con objeto de determinar la necesidad de sistemas de achique especiales.

- **Estabilidad de los taludes** de excavación a corto y medio plazo.
  - Se entiende en dos vertientes: **estabilidad natural de las laderas y estabilidad de las zanjas durante la ejecución de la obra**.
  - Un aspecto importante es definir para ello los parámetros intrínsecos de los materiales (densidad, cohesión, ángulo de rozamiento), la presencia de agua, el comportamiento drenado o no drenado de las excavaciones, así como por supuesto los cortes estratigráficos del suelo.
  - Los coeficientes de seguridad de los taludes han de cumplir Cf>1.3 en situación temporal y Cf>1.5 en situación permanente.

- **Excavabilidad:**
  - Excavaciones convencionales:
    - Definiremos si el terreno es fácilmente excavable por medios mecánicos convencionales (retroexcavadora), o precisa preparación previa mediante picado puntual con martillo hidráulico o necesita voladuras.
    - En relación a la roca, será necesario definir el grado de ripabilidad de la misma.
  - Cimentaciones profundas:
    - Definición del grado de meteorización de la roca. Necesidad de usos de medios de excavación no convencionales en roca como el trépano.

- **Rellenos y reutilización del material :**
  - Con objeto de caracterizar los suelos y su uso para relleno será necesario proceder a la caracterización del mismo que permita asociarlo tanto a la clasificación del PG3 (granulométría, LL,LP, IP, contenido de sales y materia orgánica)
  - Origen de materiales, con la identificación de plantas y préstamos.
  - Vertederos autorizados de inertes
  - Vertederos clasificados

- **Hincas y estructuras especiales:**

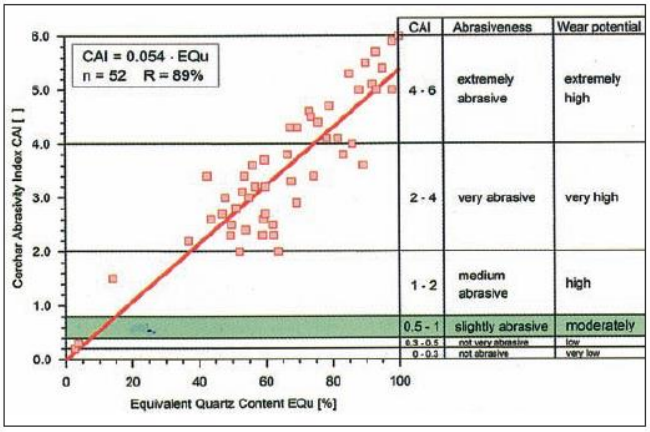
- Definición del tipo de hinca: Dependerá del diámetro de la tubería a hincar, la definición geotécnica del tipo de estrato a atravesar y la presencia freática del mismo.
- Capacidad portante del pozo de ataque: Véase apartados anteriores para la definición de capacidad portante en estructuras.
- Excavabilidad de la hinca: La determinación de la excavabilidad se realiza mediante el RME:
  - Resistencia a compresión simple de la roca intacta
  - Drilling Rate Index (DRI)
  - Discontinuidades en el frente de excavación:
  - Tiempo de autoestabilidad del frente
  - Afluencia de agua en el frente:

La resistencia a compresión simple y el índice DRI pueden ser determinadas mediante sencillos ensayos de laboratorio o bibliografía publicada para cada nivel geotécnico, la valoración del

efecto de las discontinuidades en el frente del túnel se realiza mediante gráficos publicados y correlacionados.

La definición la abrasividad del frente se determinará en función del tipo de terreno atravesado, del grado de meteorización de la roca atravesada y definición del índice cerchar o similar asociado.

IAC	GRADO DE ABRASIVIDAD	ROCAS TÍPICAS
> 4	MUY ALTO	GRANITO, GNEIS, ANFIBOLITAS, PEGMATITAS
2-4	ALTO	ARENISCAS, DOLERITA
1-2	MEDIO	PIZARRAS
< 1	BAJO	CALIZAS



- Subsidencias de la hinca: Será necesario:
  - Definición de corte geológico
  - Nivel freático
  - Parámetros asociados a cada nivel geotécnico: Módulo de Elasticidad y Módulo de Poisson., que podrán ser determinados mediante bibliografía técnica.

3.2.- NECESIDADES DE INFORMACIÓN

La necesidad de información anteriormente citada se analiza a continuación en función de la ubicación de las estructuras y colectores:

3.2.1.- Estanque de tormentas y pozos de bombeo

3.2.1.1.- Estructuras previstas

Las estructuras previstas son:

a) Estanque de Serantes y estaciones de bombeo

- La profundidad de las estructuras se estima entre 3.5 y 5.5m de profundidad de la cota del terreno natural.
- Las estaciones de bombeo se consideran estructuras confinadas por lo que la carga prevista es muy baja.

- El material excavado del interior del estanque tendrá utilización parcial para la construcción de la plataforma de urbanización y relleno localizado por lo que será necesario la caracterización del mismo.

b) EDAR

- La profundidad de las estructuras se estima entre 2.5 y 5.5 m de profundidad de la cota del terreno natural.
- Las estructuras son depósitos o arquetas que se consideran confinadas conformadas por losas que transmiten las cargas al terreno
- Las edificaciones se prevén con zapatas empotradas
- El material excavado del interior del estanque tendrá utilización parcial para la construcción de la plataforma de urbanización y relleno localizado por lo que será necesario la caracterización del mismo.

3.2.1.2.- Prospecciones y ensayos

Para este tipo de instalaciones menores de 1000 m2 se plantean reconocimientos en profundidad, sin necesario de complementarlos por reconocimientos superficiales. Dado que las instalaciones normalmente ocupan superficies reducidas, se propone un protocolo de investigación de referencia según sigue:

- Caracterización del terreno mediante :
    - Perforación a rotación en rellenos o suelos, con diámetros comerciales hasta Ø < 120 mm con extracción continua de testigo de Ø > 70 mm incluso suministro de agua.
    - Caracterización del sondeo y definición del nivel geotécnico, recogida de testigo en caja de cartón y fotografía
    - Los sondeos tendrán profundidades asociadas a cada estructura cumpliendo como mínimo la máxima profundidad prevista. Que para el caso de las estaciones de bombeo será de unos 5.0m.
- Capacidad portante del terreno:
    - En suelos:
        - Toma de muestra inalterada cada estrato o nivel. (mínimo c/ 5.0m)
        - SPT:
            - Se realizará un SPT y muestra inalterada a niveles cada 5.0mo cada vez que se identifique nivel nuevo. Especialmente se tomará a la cota de cimentación
            - Especial importancia tendrá la ejecución de un SPT a la profundidad de estrado de apoyo de la losa inferior que permita la determinación de la capacidad portante
            - Correlación de SPT con capacidad portante
- Nivel freático: En todos los reconocimientos se medirá el nivel freático, no siendo necesario muestra de agua para su análisis.
- Permeabilidad: Se adoptarán estudios bibliográficos. No es necesario realizar estudios de permeabilidad.
- Parámetros de empuje

- Toma de muestra y corte directo CD, coincidente con el estrato intermedio y/o nivel de -5 y -10m, para determinación de cohesión, ángulo de rozamiento, humedad y densidad.

- Caracterización de suelos y reutilización: Sobre las muestras inalteradas de suelo extraídas de los sondeos, y sólo en aquellos puntos donde está prevista la reutilización se realizarán ensayos de laboratorio, y la clasificación de los mismos según PG3 y ASHHO. Los ensayos se realizarán en los niveles superiores excavables de posterior uso.
  - Identificación (50%) :Granulometría y límites de Atterberg
  - Estado (50 %): Humedad natural y peso específico
  - Composición (70 %): Contenido en materia orgánica y sulfatos solubles. En caso de prever la existencia de yesos u otros materiales susceptibles de afectar a las obras se realizarán las determinaciones oportunas.
- Determinación de módulo de balasto: Correlación y determinación mediante SPT, corte directo , caracterización de suelos y bibliografía.
- Suelos expansivos o colapsables: No se prevé suelos colapsables, no se consideran estudios al encontrarse el recinto excavable por debajo de de la zona activa.

3.2.2.- Colectores

En general, dado que se trata de conducciones y es previsible que la profundidad de las zanjas sea limitada se plantea su reconocimiento mediante calicatas y toma de muestra. Los parámetros de intensidad y frecuencia de los reconocimientos son similares a los planteados en el apartado anterior, pudiendo concretarse para este caso en los siguientes para la solución finalmente a proyectar.

Se distinguen dos tipos de ubicaciones:

a. **Colectores en tramo rural**: Se corresponde a colectores en los puede ser previsible la excavación en zanja taluzada y reutilización de materiales.

Los ensayos a realizar son:

- Caracterización del terreno y excavabilidad:
  - Calicata de 4.0m de profundidad con unan separación media de 500m función de la homogenidad del terreno identificado y/o la existencia de sondeo. Caracterización del suelo, y fotografía. En cada calicata se realizará una muestra en cada nivel identificado
  - Principalmente tendrán por objeto investigar y analizar la utilidad del material para los áridos del hormigón, para posibles filtros en las balsas, así como de utilidad de materiales de relleno en zanjas. Las calicatas normales se realizarán mecánicamente hasta la profundidad de 4 m, salvo que aparezca roca (en este caso la maquinaria a emplear habrá de ser capaz de excavar en rocas de grado IV-V de meteorización) o que las características del suelo o la presencia de agua lo impidan.
  - Las calicatas tendrán las dimensiones necesarias en planta para permitir su inspección y descripción, la realización de fotografías de cada pared de la excavación en color, la obtención de eventuales tomas de muestras en saco o inalteradas o la realización de otros ensayos, fundamentalmente de resistencia a la penetración dinámica
- Capacidad portante del terreno y excavabilidad:
  - Se correlaciona los valores de capacidad portante del terreno con los sondeos realizados próximos.

- En tramos previsibles blandos de ría con paso entibado se ejecutará ensayo de penetración continua DPSH que se correlaciona con la capacidad portante del terreno a fin de determinar la necesidad de mejora del terreno y /o tratamiento del mismo.

- Nivel freático: En todos los reconocimientos se medirá el nivel freático.
- Medida de agresividad de suelos: No se considera necesario ya que todos los hormigones será IV-Qc, por su ambiente húmedo, proximidad a mar y ambiente agresivo sanitario.
- Estabilidad: Toma de muestra y corte directo CD correlacionado con los sondeos próximos, coincidente con el estrato intermedio y/o nivel. Se determinará cohesión, ángulo de rozamiento, humedad y densidad. Correlación con ensayos penetros, CD en sondeos y bibliografía. (En caso de que no pudieran tallarse muestras del material extra ido, los ensayos de corte. se realizarán sobre probetas confeccionadas. al 90% de. la densidad máxima del ensayo próctor normal, para lo que deberá incluirse esta determinación.)
- Caracterización de suelos y reutilización: Sobre las muestras inalteradas de suelo extraídas de los sondeos, y sólo en aquellos puntos donde está prevista la reutilización se realizarán ensayos de laboratorio, y la clasificación de los mismos según PG3 y ASHHO. Los ensayos se realizarán en los niveles superiores excavables de posterior uso.
    - Identificación (50% catas) :Granulometría y límites de Atterberg
    - Estado (50 % catas): Humedad natural y peso específico
    - Composición (50 % catas): Contenido en materia orgánica y sulfatos solubles. En caso de prever la existencia de yesos u otros materiales susceptibles de afectar a las obras se realizarán las determinaciones oportunas.
    - Expansividad: Hinchamiento libre Lambe.
    - Compactación: Próctor modificado.

  Suelos expansivos o colapsables: No se prevé suelos colapsables.

b. **Colectores en tramos urbanos y antropizados**: Se corresponde a colectores que discurrirán por la traza de calles urbanas y/o antropizadas. La ejecución de estos colectores se realizará en espacios confinados en los que es necesario el uso de entibación, y se requerirá la excavación del material y transporte a vertedero autorizado, por ausencia de espacio para acopios y posteriores usos. El relleno provendrá de material procedente de préstamo, siendo grava 20/40 para la base , riñonera y claves y relleno adecuado para cobertura.

De forma general en tramos urbanos no se realizarán catas. Los valores se extrapolan con los sondeos realizados.

3.2.3.- Hincas

Los trabajos de hincas requerirán un estudio de los pozos de ataque y subsidencias, para lo que se contempla:

- Caracterización del terreno en pozo de empuje:
    - Perforación a rotación en rellenos o suelos, con diámetros comerciales hasta Ø < 120 mm con extracción continua de testigo de Ø > 70 mm incluso suministro de agua.
    - Caracterización del sondeo y definición del nivel geotécnico, recogida de testigo en caja de cartón y fotografía
    - Los sondeos tendrán profundidades asociadas a cada estructura cumpliendo como mínimo la máxima profundidad prevista de hinca + 1/3 de la altura.

Donde no sea posible la realización del sondeo se procederá a una penetración dinámica y correlación con sondeos próximos.

- Capacidad portante del terreno:
    - En suelos:
        - Toma de muestra inalterada cada estrato o nivel –5m, –10m, y -15 m
        - SPT:
            - Se realizará un SPT y muestra inalterada a niveles –5m, –10m, y -15 m o cada vez que se identifique nivel nuevo.
            - Especial importancia tendrá la ejecución de un SPT a la profundidad de estrado de apoyo de la losa inferior que permita la determinación de la capacidad portante
            - Correlación de SPT con capacidad portante
- Nivel freático: En todos los reconocimientos se medirá el nivel freático, no siendo necesario muestra de agua para su análisis.
- Permeabilidad: Se adoptará valores bibliográficos equivalentes asociados a la caracterización del suelo y nivel geotécnico, así como los obtenidos en sondeos de estructuras próximas.
- Parámetros de empuje: Toma de muestra y corte directo CD, coincidente con el estrato intermedio y/o nivel de -5 y -10m, para determinación de cohesión, ángulo de rozamiento, humedad y densidad.
- Caracterización de suelos y reutilización: La ubicación de las hincas se encuentran confinadas entre viales, por lo que ante la ausencia de acopios se contemplará el material excavado a vertedero y posterior relleno con suelo procedente de préstamo.
- Excavabilidad de la hinca: En función del tipo de terreno resultante de sondeo realizado se procede

  La determinación de la excavabilidad se realiza mediante el RME:
    - Resistencia a compresión simple de la roca intacta
    - Drilling Rate Index (DRI)
    - Discontinuidades en el frente de excavación:
    - Tiempo de autoestabilidad del frente
    - Afluencia de agua en el frente:

La resistencia a compresión simple y el índice DRI pueden ser determinadas mediante sencillos ensayos correlacionado previamente y SPT y bibliografía publicada para cada nivel geotécnico, la valoración del efecto de las discontinuidades en el frente del túnel se realiza mediante gráficos publicados y correlacionados.

La definición la abrasividad del frente se determinará en función del tipo de terreno atravesado, del grado de meteorización de la roca atravesada y definición del índice cerchar o similar asociado.

- Subsidencias de la hinca: Será necesario:
    - Definición de corte geológico obtenido del sondeo
    - Nivel freático obtenido del sondeo

- Parámetros asociados a cada nivel geotécnico: Módulo de Elasticidad y Módulo de Poisson., que podrán ser determinados mediante bibliografía técnica.

3.3.- PLAN DE ENSAYOS

El detalle del Plan de ensayos se adjunta en el Apéndice 5.1, cuyos trabajos fueron contratados a la empresa Avanzatech.

A la vista de los resultados obtenidos en cada una de las prospecciones y la homogeneidad de los resultados y/o la complicación de obtener los permisos y accesos, se fueron realizando ligeros ajustes que permitiese obtener la información requerida.

El detalle de las prospecciones y ensayos geotécnicos realizados se adjunta en el Apéndice 5.2

4.- CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

4.1.- SISMO

La Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02), tiene por objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que sea aplicable.

Además, atendiendo a la Norma CTE, correspondería a una **obra de importancia normal** (en el apartado 1,2.2-Clasificación de las construcciones del REAL DECRETO 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02), se indica que: "*...Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.....*", constituyen obras de importancia normal).

En esta Norma, los terrenos se clasifican en los siguientes tipos:

- **Terreno tipo I**: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, v_S>750 m/s.
- **Terreno tipo II**: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 750 m/s ≥ v_S > 400 m/s.
- **Terreno tipo III**: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 400 m/s ≥ v_S > 200 m/s.
- **Terreno tipo IV**: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, v_S≤ 200 m/s.

Según el Mapa de Peligrosidad Sísmica de la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 (Parte General y Edificación), el entorno de estudio se encuentra dentro de una zona con aceleración sísmica básica ab inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad. Según el artículo 1.2.3 "Criterios de Aplicación de la Norma", ésta no es de aplicación para el tipo de obras a realizar cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

4.2.- EXPOSICIÓN AMBIENTAL

De acuerdo con la EHE, antes de comenzar el proyecto, se deberá identificar el tipo de ambiente que defina la agresividad a la que va a estar sometido cada elemento estructural.

El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto y que puede llegar a provocar su degradación. El tipo de ambiente viene definido por la combinación de:

- una de las clases generales de exposición frente a la corrosión de las armaduras, de acuerdo con la tabla 8.2.2 de la EHE.

- las clases específicas de exposición relativas a los otros procesos de degradación que procedan para cada caso, de entre las definidas en 8.2.3 de la EHE.

Como referencia de agresividad al hormigón son de aplicación los límites reflejados para suelos en la tabla adjunta (Tabla 8.2.3b "Clasificación de la agresividad química" de la Instrucción Española Hormigón Estructural EHE).

% IÓN SULFATO	**AGRESIVIDAD**
<0,2	Nula
0,2 – 0,3	Débil
0,3 – 1,2	Media
>1,2	Fuerte

Los datos disponibles de calidad de las aguas subterráneas en los sedimentos fluviales del río Guadiana y indican facies bicarbonatadas cálcicas a sulfatadas cálcicas de media a alta salinidad (entre 365 y 2.000 µS/cm), lo que induce a pensar que se trata de aguas no agresivas al hormigón según la normativa EHE.

Asimismo, el ensayo de contenido en sulfato realizado sobre una muestra tomada en el aluvial del río Guadiana, indica que el contenido de sulfatos en el suelo no resulta agresivo al hormigón según la normativa EHE.

En relación a las clases generales de exposición relativas a la corrosión de armaduras:

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				**DESCRIPCIÓN**
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso	
no agresiva		I	ninguno	- interiores de edificios, no sometidos a condensaciones - elementos de hormigón en masa
normal	humedad alta	IIa	corrosión de origen diferente de los cloruros	- interiores sometidos a humedades relativas medias altas (>65%) o a condensaciones - exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm - elementos enterrados o sumergidos
	humedad media	IIb	corrosión de origen diferente de los cloruros	- exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm
marina	aérea	IIIa	corrosión por cloruros	- elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar - elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)
	sumergida	IIIb	corrosión por cloruros	- elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar
	en zonas de mareas	IIIc	corrosión por cloruros	- elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas
con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	corrosión por cloruros	- instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino - superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas

Además de las clases y subclases generales de exposición, los elementos estructurales pueden estar expuestos a otras clases específicas de exposición, relacionadas con procesos de deterioro del hormigón distintos al de la corrosión de las armaduras: agresión química débil (Qa), media (Qb), y fuerte (Qc); heladas sin sales fundentes (H), y con sales fundentes (F); y erosión (E). La clasificación y designación de este tipo de exposiciones se desarrolla con detalle en el punto 8.2.3 de la Instrucción.

En relación a los tipos de hormigones: Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento

Parámetro de dosificación	**Tipo de hormigón**	**CLASE DE EXPOSICIÓN**												
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
máxima relación a/c	masa	0,65	__	__	__	__	__	__	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	armado	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	pretensado	0,60	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,50
mínimo contenido de cemento (Kg/m^3)	masa	200	__	__	__	__	__	__	275	300	325	275	300	275
	armado	250	275	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300
	pretensado	275	300	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300

Parámetro de dosificación	**Tipo de hormigón**	**CLASE DE EXPOSICIÓN**												
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
resistencia mínima (N/mm^2)	masa	20	__	__	__	__	__	__	30	30	35	30	30	30
	armado	25	25	30	30	30	35	30	30	30	35	30	30	30
	pretensado	25	25	30	30	35	35	35	30	35	35	30	30	30

La normativa EHE establece los siguientes criterios:

Ensayo	Bajo (Qa)	Medio (Qb)	Alto (Qc)
Determinación pH	6.5-5.5	5.5-4.5	<4.5
Magnesio (mg/l)	300-1000	1000-3000	>3000
Ión Amonio (mg/l)	15-30	30-60	>60
Contenido en Sulfatos (mg/l)	300-600	600-3000	>3000
CO2 libre (mg/l)	15-40	40-100	>100
Residuo seco (mg/l)	75-150	50-75	<50

A efectos de determinar la agresividad del terreno frente al hormigón se ha tomado una muestra de los suelos identificados para su posterior análisis en el laboratorio, que ha resultado ser agresiva.

Sin embargo, **dada la proximidad de la zona de actuación al mar, se considera conveniente considerar una exposición IIIb y IV para contacto con el agua residual y un ambiente de agresividad media (Qb)** para aquellos elementos estructurales que estén en contacto con las aguas freáticas y niveles de carrera de mar.

Por otro lado al ser agua residual anterior a tratamiento, se asumirá hormigones sulforesistentes SR.

En el caso de las armaduras pasivas o armaduras activas los recubrimientos mínimos deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Cuando se trata de armaduras principales, el recubrimiento deberá ser igual o superior al diámetro de dicha barra (o diámetro equivalente si se trata de un grupo de barras) y a 0,80 veces el tamaño máximo del árido, salvo que la disposición de armaduras respecto a los paramentos dificulte el paso del hormigón, en cuyo caso se tomará 1,25 veces el tamaño máximo del árido, definido según el apartado 28.3 de la EHE-08.

- b) Para cualquier clase de armaduras pasivas (incluso estribos) o armaduras activas pretesas, el recubrimiento no será, en ningún punto, inferior a los valores mínimos recogidos en las tablas 37.2.4.1.a, 37.2.4.1.b y 37.2.4.1.c.
- El recubrimiento de las barras dobladas no será inferior a dos diámetros, medido en dirección perpendicular al plano de la curva.
- e) Cuando se trate de superficies límites de hormigonado que en situación definitiva queden embebidas en la masa del hormigón, el recubrimiento no será menor que el diámetro de la barra o diámetro equivalente cuando se trate de grupo de barras, ni que 0.8 veces el tamaño máximo del árido.

Tabla 37.2.4.1.a Recubrimientos mínimos (mm)
para las clases generales de exposición I y II

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm^2]	Vida útil de proyecto (t_g), (años)	
			50	100
I	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
II a	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
II b	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

Tabla 37.2.4.1.b Recubrimiento mínimo (mm)
para las clases generales de exposición III y IV

Hormigón	Cemento	Vida útil de proyecto (t_g) (años)	Clase general de exposición			
			IIIa	IIIb	IIIc	IV
Armado	CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsílice superior al 6% o de	50	25	30	35	35
		100	30	35	40	40
	Resto de cementos utilizables	50	45	40	*	*
		100	65	*	*	*
Pretensado	CEM II/A-D o bien con adición de humo de sílice superior al 6%	50	30	35	40	40
		100	35	40	45	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 26º	50	65	45	*	*
		100	*	*	*	*

*Estas situaciones obligarían a unos recubrimientos excesivos, desaconsejables desde el punto de vista de la ejecución del elemento. En estos casos, se recomienda comprobar el Estado Límite de Durabilidad según lo indicado en el Anejo nº 9, a partir de las características del hormigón prescrito en el Pliego del prescripciones técnicas del proyecto.

Cuando por exigencias de cualquier tipo (durabilidad, protección frente a incendios o utilización de grupos de barras), el recubrimiento sea superior a 50 mm, deberá considerarse la posible conveniencia de colocar una malla de reparto en medio del espesor del recubrimiento en la zona de tracción, con una cuantía geométrica del 5 por mil del área del recubrimiento para barras o grupos de barras de diámetro (o diámetro equivalente) igual o inferior a 32 mm, y del 10 por mil para diámetros (o diámetros equivalentes) superiores a32 mm.

En piezas hormigonadas contra el terreno, el recubrimiento mínimo será 70 mm, salvo que se haya preparado el terreno y dispuesto un hormigón de limpieza, no rigiendo en este caso lo establecido en el párrafo anterior.

En caso de mecanismos de deterioro distintos de la corrosión de las armaduras, se emplearán los valores de la tabla 37.2.4.1.c

Tabla 37.2.4.1.c Recubrimientos mínimos para las clases específicas de exposición

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm²]	Vida útil de proyecto (t_g), (años)	
			50	100
H	CEM III	$25 \le f_{ck} < 40$	25	50
		$f_{ck} \ge 40$	15	25
	Otros tipos de cemento	$25 \le f_{ck} < 40$	20	35
		$f_{ck} \ge 40$	10	20
F	CEM I I/A-D	$25 \le f_{ck} < 40$	25	50
		$f_{ck} \ge 40$	15	35
	CEM III	$25 \le f_{ck} < 40$	40	75
		$f_{ck} \ge 40$	20	40
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \le f_{ck} < 40$	20	40
		$f_{ck} \ge 40$	10	20
E (1)	Cualquiera	$25 \le f_{ck} < 40$	40	80
		$f_{ck} \ge 40$	20	35
Qa	CEM III, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsílice superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	-	40	55
	Resto de cementos utilizables	-	*	*
Qb, Qc	Cualquiera	-	(2)	(2)

Los valores de recubrimiento mínimo de las tablas 37.2.4.1.a, 37.2.4.1.b y 37.2.4.1.c están asociadas al cumplimiento simultáneo de las especificaciones de dosificación del hormigón contempladas en el punto 3 para cada clase de exposición. En el caso de que se dispongan datos experimentales sobre la agresividad del ambiente en estructuras similares situadas en zonas próximas y con el mismo grado de exposición, o bien en el caso de que se decida adoptar en el anteproyecto unas características del hormigón más exigentes que las indicadas en el articulado, el Autor del anteproyecto podrá comprobar el cumplimiento del Estado Límite de durabilidad.

Por lo tanto a la vista de la proximidad al mar y la presencia de aguas sanitarias, se opta por el uso de hormigones HA-30/B20/IV-Qb-SR, por lo que no se considera necesario realizar estudios de caracterización de agresividad de suelo.

4.3.- MATERIALES Y NIVELES

4.3.1.- Caracterización de suelos

De forma general nos encontramos las siguientes caracterizaciones de suelos agrupándolos en tres grandes niveles:

- Nivel-1: Tierra vegetal de espesores comprendidos entre 0.2 y 0.3 cm.
- Nivel-1: Rellenos antrópicos. Este nivel aparece en varias zonas de la traza, fundamentalmente relacionados con caminos, rellenos de parcelas, …

Los parámetros geotécnicos estimados para esta unidad se resumen a continuación

PARAMETROS GEOTECNICOS RELLENO ANTROPICO	EMPUJES
Densidad aparente (t/m3)	1,70 - 1,80
Cohesión efectiva (c¡¦) (kg/cm2)	0,00-0,025
Angulo de rozamiento efectivo (o)	26 - 27
Coeficiente de permeabilidad, Kz (m/s)	10-3 - 10-5

- Nivel-2: Cuaternario: Se trata, fundamentalmente, de gravas y arenas, heterométricas y poligénicas, con un bajo alto contenido en finos. Generalmente se suelen corresponder con la clasificación de "rasa". Se clasifican según la norma U.S.C.S. como CL/CM, se corresponde con el 80% de la conducción. Los índices de plasticidad (Ip), oscilan de (0,0 a 8,1).

  En base a las normas expuestas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), deberían clasificarse como Suelo Tolerable y solo una como Suelo Seleccionado, aunque todas ellas cumplen las características físicas y granulométrica para poderlas clasificar como Suelos Seleccionados.

  Los parámetros estimados son los siguientes:

PARAMETROS GEOTECNICOS RELLENO ANTROPICO	EMPUJES
Densidad aparente (t/m3)	1,75 - 1,95
cohesión efectiva (c¡¦) (kg/cm2)	0,15-0,18
Angulo de rozamiento efectivo (o)	26- 27-31
Coeficiente de permeabilidad, Kz (m/s)	10-6 - 10-7

- Nivel-3: Cambro-Ordivícica: Normalmente corresponde a rocas que van desde niveles IV a II, que suelen corresponder a lo largo de la traza a pizarras y areniscas.

  - Sustrato de naturaleza pizarrosa completamente meteorizado (suelo de alteración)

Este nivel constituye el terreno natural de la zona. De manera muy general, la serie detrítica está compuesta por pizarras que se presentan superficialmente como limos arenosos o puntualmente arcillas arenosas, con poca plasticidad, definiendo un suelo completamente meteorizado (grado V-IV), de color marrón, cuya potencia varía entre los 20-50 cm.

A continuación se facilitan los parámetros geotécnicos estimativos:

• Densidad aparente (gr/cm3):..... 1,70 – 2,10

• Cohesión a corto plazo (Kg/cm2): 0,90-1,50

• Cohesión a largo plazo (Kg/cm2): 0,3-0,6

• Ángulo de rozamiento a largo plazo: 25º-31º

• Módulo de elasticidad (Kg/cm2): 270

• Coeficiente de Poisson:.....0,3

• Coeficiente de balasto K30(kg/cm3).....3 – 9

  - Sustrato de naturaleza pizarrosa moderadamente meteorizado (grado III)

A partir de la identificación realizada, se ha observado que la roca se talla con dificultad con una navaja, mientras que al golpear con la punta del martillo se producen pequeñas marcas. Por tanto según las tablas del ISRM una aproximación al rango de resistencia a compresión simple de la roca estaría entre 5,0 y 25,0 MPa.

A continuación se dan los parámetros geotécnicos estimativos para este sustrato:

• Densidad aparente (gr/cm3):.....2,60 – 2,70

• Cohesión (Kg/cm2):..... 2 - 3

• Ángulo de rozamiento:.....35º - 44º

• Módulo de elasticidad (Kg/cm2): 5000

• Coeficiente de balasto K30 (Kg/cm3): 30 – 500

A continuación se adjuntan ensayos de caracterización de suelos:

Referencia Cliente		Tipo de muestra	Referencia	Humedad Natural %	Hinchamiento libre (%)	Densidad Aparente g/cm3	Peso especifico de un suelo g/cm3	Densidad		L. Atterberg			Gran. Tamiz														
Muestra	Cotas							Dens. Humeda gr/cm3	Dens. seca gr/cm3	Limite liquido	Limite plastico	Indice plasticidad	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,16	0,08
CA-PT-DP-01	1,8									.....	.....	NO PLASTICO	100,0	100,0	91,0	91,0	91,0	84,0	67,0	63,0		46,0	35,0	27,0	20,0		14,8
CA-PO-SE-01	2									26,9	23,3	3,6							100,0	99,0		95,0	94,0	91,0	79,0		57,7
CA-SE-RA-01	1,2									34,3	26,1	8,1					100,0	98,0	86,0	77,0		56,0	38,0	30,0	20,0		15,1
CA-RA-XU-01	1,5									.....	.....	NO PLASTICO	100,0	100,0	100,0	100,0	86,0	83,0	72,0	66,0		60,0	57,0	52,0	47,0		38,0

Referencia Cliente		Tipo de muestra	Referencia	Humedad Natural %	Hinchamiento libre (%)	Densidad Aparente g/cm3	Peso especifico de un suelo g/cm3	Densidad		L. Atterberg			Gran. Tamiz														
Muestra sondeo	Cotas							Dens. Humeda gr/cm3	Dens. seca gr/cm3	Limite liquido	Limite plastico	Indice plasticidad	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,16	0,08
S-RA-XU-01	4,4-5	MI																									
S-RA-XU-02	3-3,6	MI								.....	.....	NO PLASTICO							100,0	100,0		95,0	91,0	88,0	77,0		22,4
S-PT-DP-04	3,5-4,1	MI								.....	.....	NO PLASTICO							100,0	93,0	89,0	79,0	71,0	67,0	65,0		22,4
S-PT-DP-03	5,3-5,9	MI-1								.....	.....	NO PLASTICO								100,0		100,0	100,0	100,0	100,0		87,0
S-PO-SE-01																											
S-SE-RA-01	4,35-4,45	MI								34,3	29,3	4,9							100,0	99,0		97,0	94,0	86,0	76,0		69,9

4.3.2.- REUTILIZACIÓN DE MATERIALES

a) Clasificación de los materiales según el PG-3/02

Desde el punto de vista de sus características intrínsecas los materiales se clasificarán en los tipos siguientes:

<u>Suelos Seleccionados</u>

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al 0.2%, según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al 0.2%, según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a 100 mm.
- Cernido por el tamiz 0.40 UNE inferior o igual al 15% o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
- Cernido por el tamiz 2 UNE, inferior al 80%.
- Cernido por el tamiz 0.40 UNE, inferior al 75%.
- Cernido por el tamiz 0.08 UNE inferior al 25%.
- Límite líquido menor de 30. según UNE 103103.

- Índice de plasticidad menor de 10. según UNE 103103 y UNE 103104.

Suelos Adecuados

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados cumplan las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al 1%, según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al 0.2%, según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a 100 mm.
- Cernido por el tamiz 2 UNE, inferior al 80%.
- Cernido por el tamiz 0.080 UNE inferior al 35%.
- Límite líquido menor de 40. según UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a 30. el índice de plasticidad será superior a 4 según UNE 103103 y UNE 103104.

Suelos Tolerables

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados ni adecuados, cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al 2%, según UNE 103204.
- Contenido en yeso inferior al 5%, según NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al 1%, según NLT 114.
- Límite líquido menor de 65. según UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a 40. el índice de plasticidad será superior al 73% del valor que resulta de restar 20 al límite líquido.
- Asiento en ensayo de colapso inferior al 1%, según NLT 254. para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500. y presión de ensayo de 0.2 MPa.
- Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al 3%, para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.

Suelos Marginales

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados, ni adecuados, ni tolerables, por el incumplimiento de alguna de las condiciones indicadas para éstos, cumplan las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al 5%, según UNE 103204.
- Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al 5%, para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.
- Si el límite líquido es superior a 90. el índice de plasticidad será inferior al 73% del valor que resulta de restar 20 al límite líquido.

Suelos Inadecuados

Se considerarán suelos inadecuados:

- Los que no se puedan incluir en las categorías anteriores.
- Las turbas y otros suelos que contengan materiales perecederos u orgánicos tales como tocones, ramas, etc.

- Los que puedan resultar insalubres para las actividades que sobre los mismos se desarrollen.

b) Requerimientos de materiales de relleno

Las exigencias para rellenos de zanjas, se deben cumplir, especialmente en tubos flexibles, ya que es preciso garantizar sus buenas condiciones mecánicas. Caso que nos compete en el presente anteproyecto.

No debe confundirse la denominación de relleno seleccionado u ordinario para zanjas, con las especificadas en el PG3, cuyos requisitos son muy diferentes. Se deberá seguir las recomendaciones del CEDEX para tuberías a presión y el de MOPU 1989.

A continuación se adjuntan las recomendaciones para rellenos en conducciones (CEDEX 2002):

Tipo de relleno	LL	Granulometría # Nº 1 ½
Seleccionado en riñoneras	<=50	100% # Nº 1 ½ (max 3 cm)
Ordinario en rellenos de cobertura	--	100% # Nº 1 ½ (máx 15 cm)
Inadecuado	--	>15 cm

Para el caso de la cama de arena, se deberá cumplir que no es plástico, situación que nos encontramos puntualmente, debiendo cumplir un tamaño máximo de 2.5 cm.

c) Reutilización de los suelos excavados

A la vista de las prospecciones y ensayos realizados, se pueden clasificar:

- Rellenos antrópicos como inadecuados, para uso como relleno de cobertura de tubos.
- Suelos de nivel-2 (aluvial): Presentan rangos granulométricos variados, con porcentajes que pasan por el tamiz 0,08 mm, que oscila de 14,8 - 87,0%, sin bien el valor medio ponderado se sitúa en el 28%. Del estudio de los rangos granulométricos, se considera que la mayor parte de los suelos pueden reutilizarse como rellenos y son susceptibles de ser compactados.
- La rasa o suelo aluvial y coluvial se encuentra clasificado como suelo adecuado e incluso seleccionado para ser usado en el relleno de riñoneras o cobertura, si bien requiere el cribado del material en gran parte de la traza afectada.
- Suelos del nivel-3: El material procedente de excavación de roca genéricamente se podrá utilizar como relleno de cobertura sólo si se procede a un proceso de machaqueo y cribado.

4.3.3.- Excavabilidad

De forma general se distinguen dos tipos de colectores, los que se realizan como impulsión y los que realizan como gravedad. Los primeros tienen excavaciones medias que se encuentran entre 1.5 y 2.5m, mientras que los segundos están obligados por la pendiente, alcanzándose profundidades de hasta 6.0m, como es el caso del colector de vertido de la EDAR.

El relleno antrópico y limos se podrá excavar con facilidad con medios mecánicos convencionales.

El sustrato rocoso de pizarras, con niveles de alteración (grados IV-V), son ripables con medios mecánicos convencionales, retroexcavadora y/o pala mixta, y/o zanjadoras.

TIPO DE ROCA	I	II	III	IV	V
Descripción	**Roca muy buena**	**Roca buena**	**Roca media**	**Roca mala**	**Roca muy mala**
Velocidad sísmica	• •2.150 m/s	2.150 - 1.850 m/s	1.850 - 1.500 m/s	1.500 - 1.200 m/s	1.200 - 450 m/s
Valoración	26	24	20	12	5
Dureza	Extra dura	Muy dura	Dura	Blanda	Muy blanda
Valoración	10	5	2	1	0
Alteración	Sana	Ligeramente sana	Alterada	Muy alterada	Alteración completa
Valoración	9	7	5	3	1
Espaciado juntas	• •3.000 mm	3.000 - 1.000 mm	1.000 - 300 mm	300 - 50	• •50 mm
Valoración	30	25	20	10	5
Continuidad juntas	Discontinuas	Poco continuas	Continuas sin relleno	Continuas algo relleno	Continuas con relleno
Valoración	5	5	3	0	0
Relleno juntas	Cerradas	Algo separadas	Separadas • •1 mm	Relleno • •5 mm	Relleno • •5 mm
Valoración	5	5	4	3	1
Dirección y buzamiento	Muy desfavorable	Desfavorable	Poco desfavorable	Favorable	Muy favorable
Valoración	15	13	10	5	3
VALORACIÓN TOTAL	**100 - 90**	90 - 70 *	**70 - 50**	**50 - 25**	• •25
Ripabilidad	Voladura	Difícil / voladura	Muy difícil de ripar	Difícil de ripar	Fácil de ripar
Maquinaria	--	DD9G / D9G	D9 / D8	D8 / D7	D7
Potencia (kW)	--	575 / 290	290 / 200	200 / 135	135

*(* la puntuación superior a 75 se considera no ripable sin prevoladura)*

Tabla III.- Clasificación de ripabilidad según Weaver.

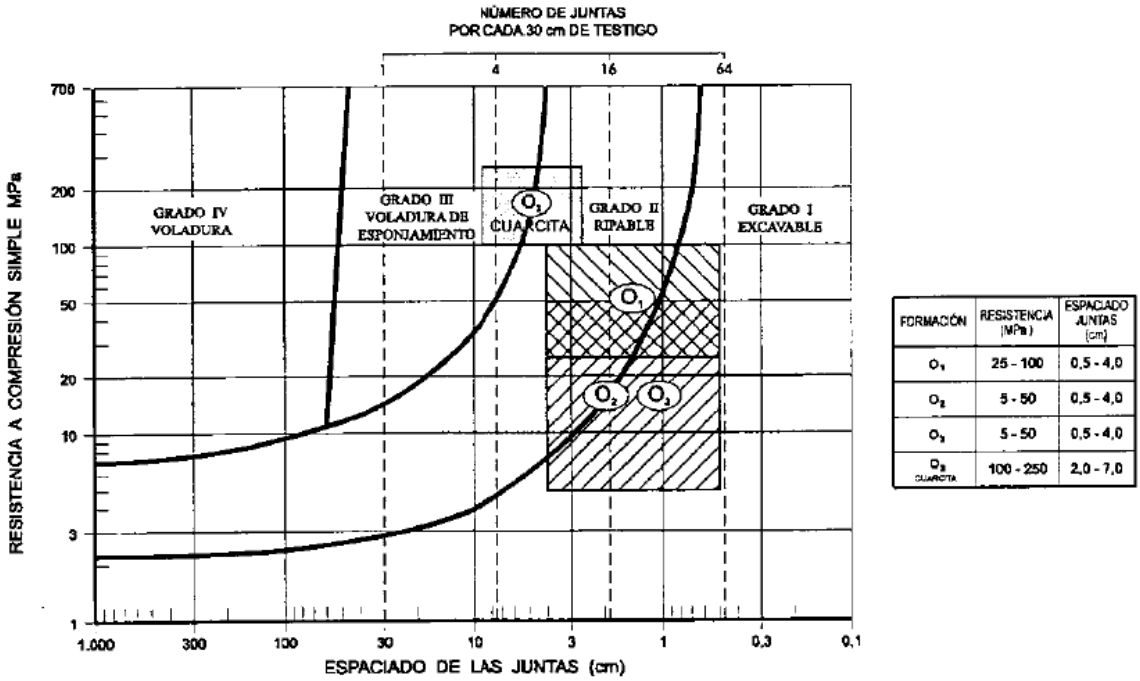


DIAGRAMA DE EXCAVABILIDAD DE LA ROCA
(SEGÚN FRANKLIN et al 1971)

La excavación del sustrato rocoso de pizarras y areniscas, (grados de alteración IV-III), deberá efectuarse previa disgregación con martillo. Para la excavación de las cuarcitas, deberá evaluarse en función del volumen de excavación la utilización de martillo y/o combinarlo con otras técnicas como la voladura.

En el proceso de excavación deberá preverse el porcentaje (%) de esponjamiento que viene dado por la relación.

Coeficiente de paso

El peso volumétrico de un material al ser excavado varia al de su puesta en obra, puesto que al excavar un material es frecuente que aumente su volumen (coeficiente de esponjamiento), para reducirse una vez otra vez cuando es compactado. Es precisamente al coeficiente que relaciona la variación de volumen de un determinado material en estado natural con el volumen obtenido mediante una determinada energía de compactación, al que denominamos como coeficiente de paso.

En los materiales que se van a excavar y reutilizar en los rellenos compactados, el coeficiente de paso o de variación volumétrica C_{VU}, se determina mediante la expresión:

$$C_{VU} = \frac{V_{FINAL}}{V_{INICIAL}} = \frac{\frac{Peso\ seco}{D_{SECA}\ final}}{\frac{Peso\ seco}{D_{SECA}\ inicial}} = \frac{D_{SECA}\ inicial}{D_{SECA}\ final}$$

La densidad seca inicial es la que tiene el terreno en su estado natural y la densidad seca final se obtiene a partir de los valores de densidad máxima obtenidos en el ensayo Proctor de referencia aplicando el grado de compactación de puesta en obra, por lo que la expresión anterior quedaría de la siguiente forma:

$$C_{VU}=100 \times \frac{\gamma_{dm} / \gamma_{dmax}}{G_C}$$

Donde:

γ_{dm}: Valor medio de las densidades secas en estado natural.

γ_{dmax}: Valor medio de las densidades máximas correspondientes al ensayo Proctor modificado.

G_C: Grado de compactación conseguido en la puesta en obra del material, expresado en tanto por ciento respecto del máximo obtenido en el ensayo de apisonado normal. Normalmente se emplea un 95%.

A partir de las unidades litológicas atravesadas por la traza se han distinguido para los cálculos dos tipos de materiales, los depósitos mareo-aluviales y el sustrato de pizarra muy meteorizada.

Si bien no se han realizado ensayos específicos , a continuación se detallan los valores obtenidos para las diferentes densidades en los ensayos de laboratorio de trabajos próximos:

- Para la densidad seca y la densidad del Proctor modificado del suelo aluvial se han obtenido los valores: γ_{dm} = 1.90 t/m^3 y γ_{dmax} = 1.94 t/m^3. El valor obtenido para el coeficiente de paso en este caso sería de C_{VU} = 1.03.
- Para la densidad seca y la densidad del Proctor modificado del suelo de pizarra altamente meteorizada se han obtenido los valores: γ_{dm} = 1.85 t/m^3 y γ_{dmax} = 1.96 t/m^3. El valor obtenido para el coeficiente de paso en este caso sería de C_{VU} = 0.99.
- Por último, comentar que después de la consulta de publicaciones técnicas y proyectos que atraviesan materiales de características similares a los detectados, se determina que para el cálculo del movimiento de tierras es recomendable adoptar los siguientes coeficientes de esponjamiento y de paso, para los materiales procedentes de excavación de los desmontes:

	Coeficiente de esponjamiento	Coeficiente de paso para la formación de rellenos
Suelos procedentes de la excavación	1.25	0.98

4.3.4.- Nivel freático

De todos los reconocimientos realizados (sondeos y calicatas), solo se ha detectado la presencia de agua en el sondeo S-RA-XU-01, a -3,10 metros de profundidad.

En el resto de reconocimientos no se ha detectado, al menos hasta las profundidades reconocidas la presencia de agua.

4.3.5.- Taludes

A pesar de que en la mayor parte de los ensayos de Límites de Atterberg, clasifican los suelos como no plásticos, las excavaciones realizadas (catas), indican que los taludes de excavación se mantienen verticalizados, al menos a corto plazo.

La verticalización de los ataluzados es efecto de la compacidad de los suelos, en algunos casos y de la trabazón, que se da entre las partículas en otros, por efecto de la disolución de carbonatos, etc.

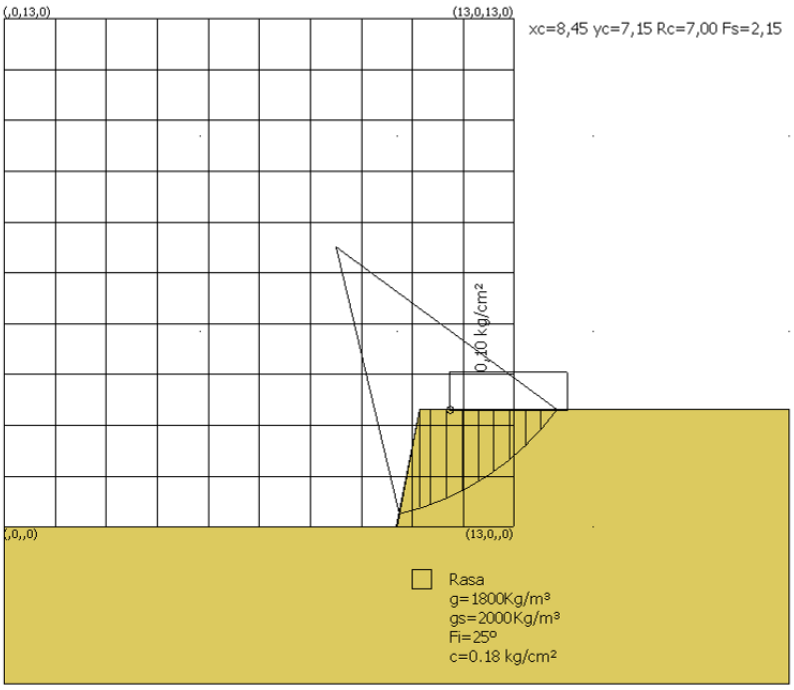
La estabilidad de zanja ha de garantizar un coeficiente de seguridad superior a 1.3 para situaciones temporales (1.1 para situaciones extraordinarias según la CTE) y 1.5 para situaciones permanentes.

Los estudios de cortes directos realizados muestran de forma casi general cohesiones de 0.15-0.18 Kg/cm2 y ángulos de rozamiento entre 25 y 31º.

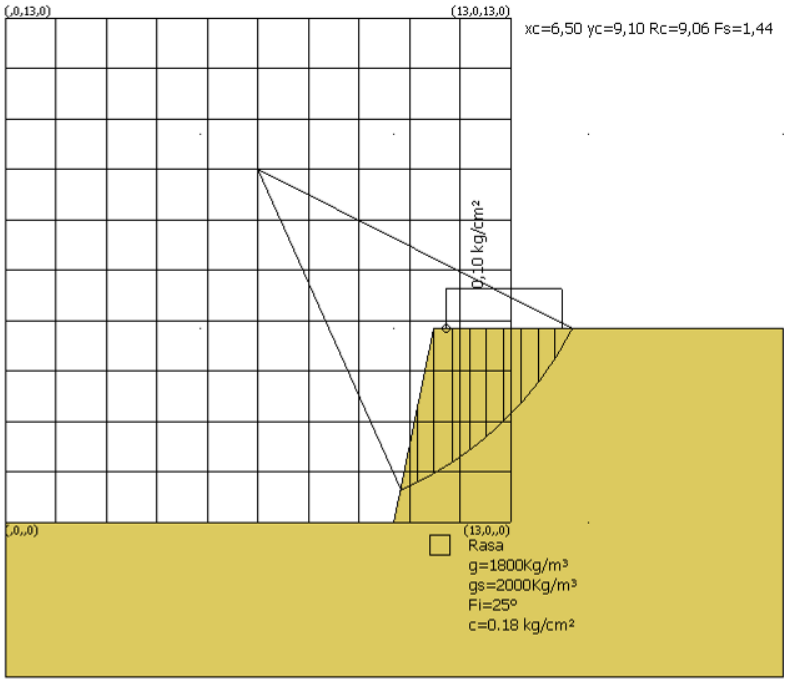
De forma casi generalizada a lo largo de la traza nos encontramos una potencia de 2.0-2.5m de "rasa" sobre roca con grado IV o III.

A continuación se adjuntan resultados obtenidos mediante la modelización del programa BISHOP en el que se ha considerado una carga lateral de 1tn/m2 que representa el tránsito de maquinaria y/o el acopio de material.

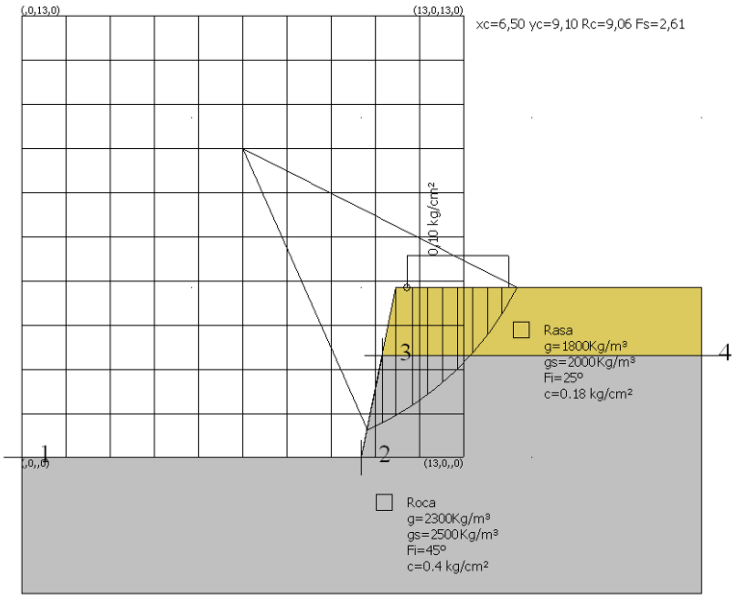
Se puede observar que para una altura de 3.0m sin presencia freática en suelo tipo "rasa", se obtiene un coeficiente de 2.1, muy superior del límite exigido de 1.3.



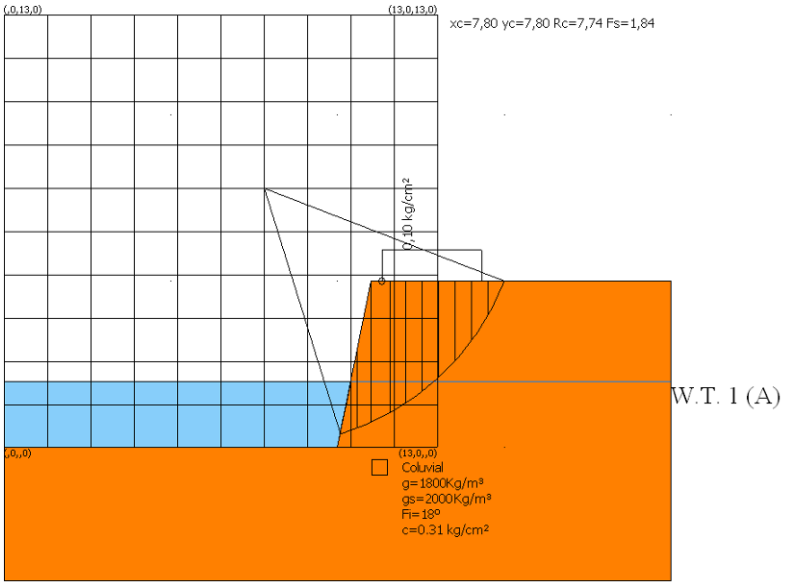
Para el caso de 5.0m de altura se obtiene un coeficiente de seguridad de 1.5



Para el caso de rasa con una profundidad de 2.0m sobre roca con una altura tota de excavación de 5.0m y sin presencia freática. Los resultados obtenidos muestran coeficientes de seguridad de 2.6.



Para el caso particular de la excavación en la estación de bombeo de Xungueiras, considerando una profundidad de 5.5m, con coluvial y posible presencia freática a 3.0m de profundidad . El cálculo presenta coeficientes de seguridad de 1.8, si bien a efectos presupuestario se considera un talud 2H/3V.



En consecuencia, como criterio general se opta por establecer para el anteproyecto taludes subverticales (1H/5V) en todas las conducciones y terrenos previstos. Como puntualmente nos encontramos alturas de excavación de hasta 5.0m, más por razones de seguridad laboral y de ejecución de obra que por la propia estabilidad de taludes, se opta por disponer de berma intermedia de 1.0m de ancho a una altura de 3.0m. .

Todas las excavaciones que se realicen en zonas pavimentadas y cuyo tránsito de tráfico es próximo, se ha previsto la ejecución de entibación.

En cruces de arroyos y terreno aluvial se dispondrá de talud 1H/1V. Para el caso de la estación de bombeo de Xungueiras será de 2H/3V.

4.3.6.- Tensión admisible:

S1 - Rellenos indiferenciados y suelos.

Se establece en función de los ensayos de laboratorio un ángulo de rozamiento interno medio ponderado de 25º grados.

Se estima una tensión admisible (qadm) = 2,0 Kp/cm2.

No existen riesgos de asientos diferenciales

S2 - Sustrato rocoso:

Para el sustrato rocoso (alterado o no), los ensayos standard de penetración (S.P.T.), dan valores de 50 rechazo, para el parámetro (N30) del S.P.T. Lo mismo ocurre, con el parámetro (N20) del ensayo (D.P.S.H.).

Los ensayos de compresión uniaxial (compresión simple), corroboran estos resultados, por lo cual se pueden establecer las siguientes tensiones admisibles de cálculo.

a) Sustrato rocoso fracturado a alterado grados (IV-V). Tensión admisible (qadm) = 3,5 Kp/cm2.

b) Sustrato rocoso de pizarras y areniscas con grados de fracturación pequeña a media, grados (I-III). Tensión admisible (qadm) = 5,0 Kp/cm2.

c) Sustrato rocoso de cuarcitas sanas. Tensión admisible (qadm) ≤ 10,0 Kp/cm2.

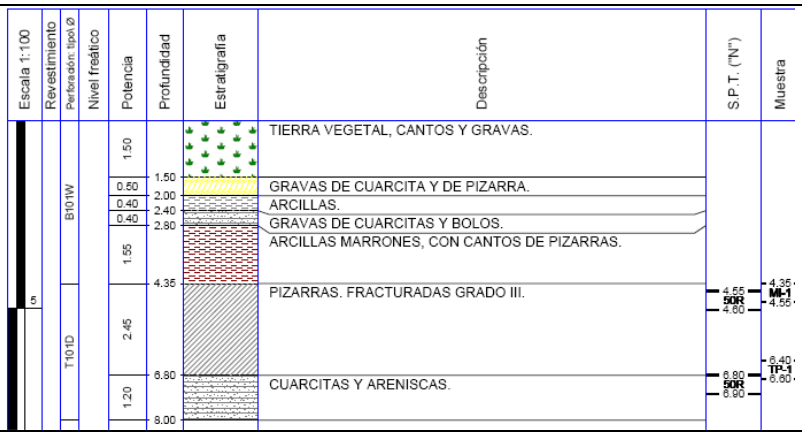
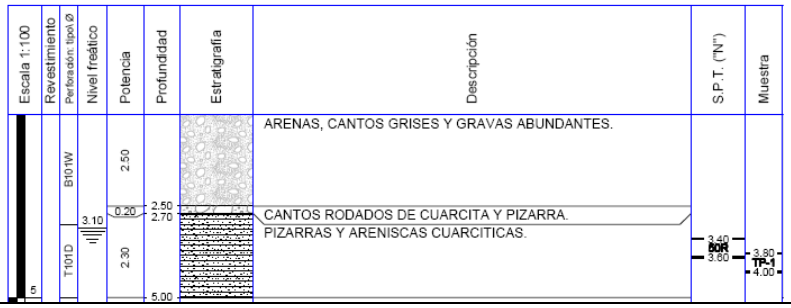
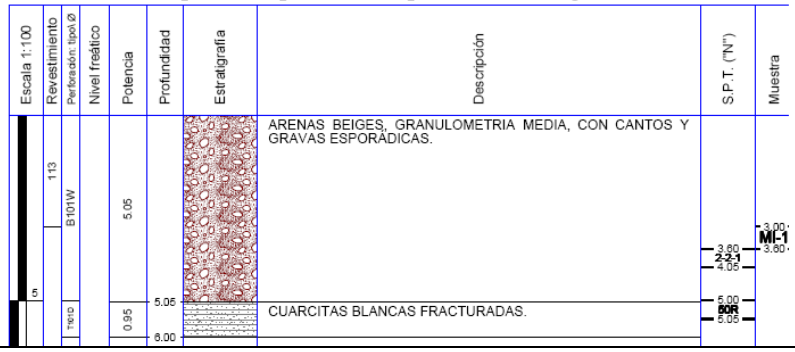
4.4.- CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS

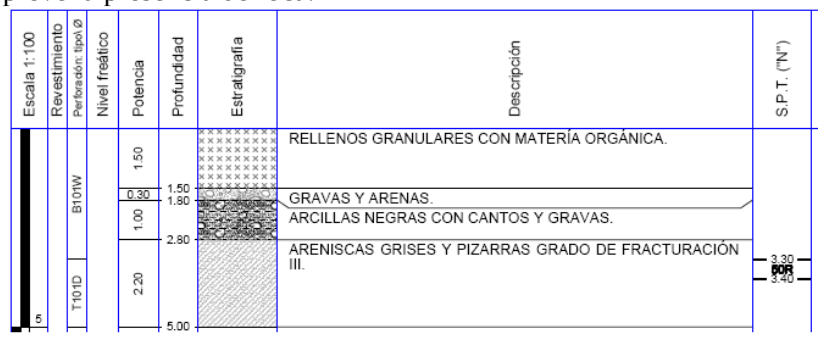
4.4.1.- Estaciones de bombeo

De forma general no existen riesgos geotécnicos en las estaciones de bombeo, apoyando casi todas ellas en sustrato rocoso con alta capacidad portante. Adicionalmente las arquetas y estaciones de bombeo son estructuras confinadas con un comportamiento estructural de monobloque. Por otro lado, se ha de considerar los rellenos localizados para evitar las transiciones de los terrenos atravesados.

A continuación se adjuntan comentarios:

Denominación	Estación de bombeo	Caracterización geotécnica
S-SE-RA-01 (sondeo) Junto a EDAR Serantes	Tanque de tormentas Serantes. (profundidad de cimentación 3-6.0m)	Rellenos antrópicos y rasa (Arenas limosas y gravas) hasta 4.35m. Roca de transición (pizarras y areniscas) entre 4.35-6.80m, cuarcitas y areniscas a partir de 6.80m No hay presencia freática detectada Se ubica donde está la actual EDAR que deberá ser demolida, por lo que se ha de considerar transiciones con rellenos y mejora de cimentación en dichos rellenos. Se prevé la mejora mediante rellenos con zahorra artificial. Capacidad portante esperada en cimentación >2.0 kg/ cm2

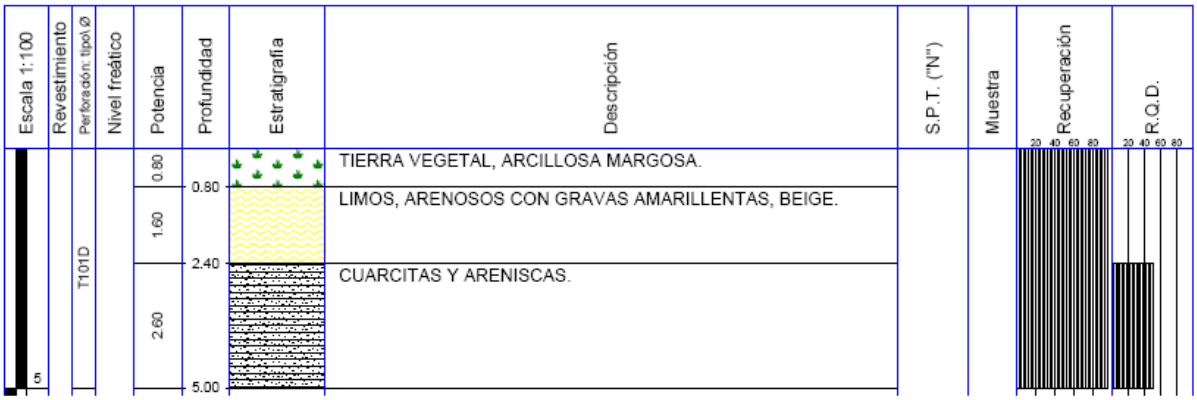
Denominación	Estación de bombeo	Caracterización geotécnica
		
S-RA-XU-01 (Sondeo) Junto a EDAR Rapalcuarto	EB-Rapalcuarto (Tipo-2) (profundidad de cimentación 4.0m)	Rellenos antrópicos y rasa (Arenas limosas y gravas) hasta 2.7m. Roca (pizarras y areniscas) a partir de 2.7m. Nivel freático a partir de 3.10m de profundidad Se ubica donde está la actual EDAR que deberá ser demolida, por lo que se ha de considerar transiciones con rellenos y mejora de cimentación en dichos rellenos. Se prevé la mejora mediante rellenos con zahorra artificial. Capacidad portante esperada en cimentación >2.0 kg/ cm2 
S-RA-XU-02 (Sondeo)	EB-Xungueiras (Tipo-2) (Prof. máx. 5.5m)	Coluvial (arenas y gravas) hasta 5.0m con presencia freática dependiendo del nivel del río Xungueiras. A partir de 5.0m cuarcitas fracturadas. Capacidad portante esperada >2.0 kg/ cm2. 
PD-PT-DP-01 (penetro), Junto a Pretratamiento	EB-Pretratamiento (Tipo-3), ubicada en la calle. Prof. Máx. del terreno 4.8 m	Aluvial conformado por rellenos granulares y gravas con base de arcillas en fondo hasta los 2.80m. A partir de los 2.80m aparecen areniscas y pizarras con grado de fracturación III No se indica nivel freático. Capacidad portante esperada >2.0 kg/ cm2.
S-PT-DP-01	EB-Mántaras	Rellenos antrópicos en las proximidades del pretratamiento existente

Denominación	Estación de bombeo	Caracterización geotécnica
(sondeo)	(Tipo-2) (profundidad de cimentación máxima del terreno 4.8 m)	hasta profundidad estimada de 2.8m. A partir de esta profundidad se prevé la presencia de roca. 
CA-LR-IZ-01.	EB-Roda MI (tipo-1: Prof. Max:3.5m)	Alcanzó una profundidad de 0,70 metros. Presenta un primer nivel de 20 centímetros de tierra vegetal, con cantos y materia orgánica. Bajo la tierra vegetal se sitúa el sustrato rocoso constituido por pizarras y niveles de arenisca, fracturado y alterado (grados III.IV). No hay presencia de agua. Capacidad portante en cimiento >2.0 kg/cm2
Calicata CA-LR-PR-01.	EB Roda MDcha(tipo-1: Prof. Max:3.5m)	Calicata que ha reconocido una profundidad total de 1,10 metros. Presenta un primer nivel de 0,30 metros de tierra vegetal con materia orgánica y un segundo nivel o sustrato rocoso formado y alterado (grado III-IV) a partir de 1.0m sobre terreno natural. Excavabilidad medianamente dificultosa, taludes verticalizados y sin presencia de agua. Capacidad portante esperada en cimiento >2.0 kg/ cm2
--	EB-Porcía (tipo-1: Prof. Max:3.5m)	Valor estimado: primer nivel de 0,30 metros de tierra vegetal con materia orgánica y un segundo nivel o sustrato rocoso formado y alterado (grado III-IV). Excavabilidad medianamente dificultosa, taludes verticalizados y sin presencia de agua. Capacidad portante esperada en cimiento >2.0 kg/ cm2
--	EB Campos(tipo-1: Prof. Max:3.5m)	Valor estimado: primer nivel de 0,30 metros de tierra vegetal con materia orgánica y un segundo nivel o sustrato rocoso formado y alterado (grado III-IV). Excavabilidad medianamente dificultosa, taludes verticalizados y sin presencia de agua. Capacidad portante esperada en cimiento >2.0 kg/ cm2

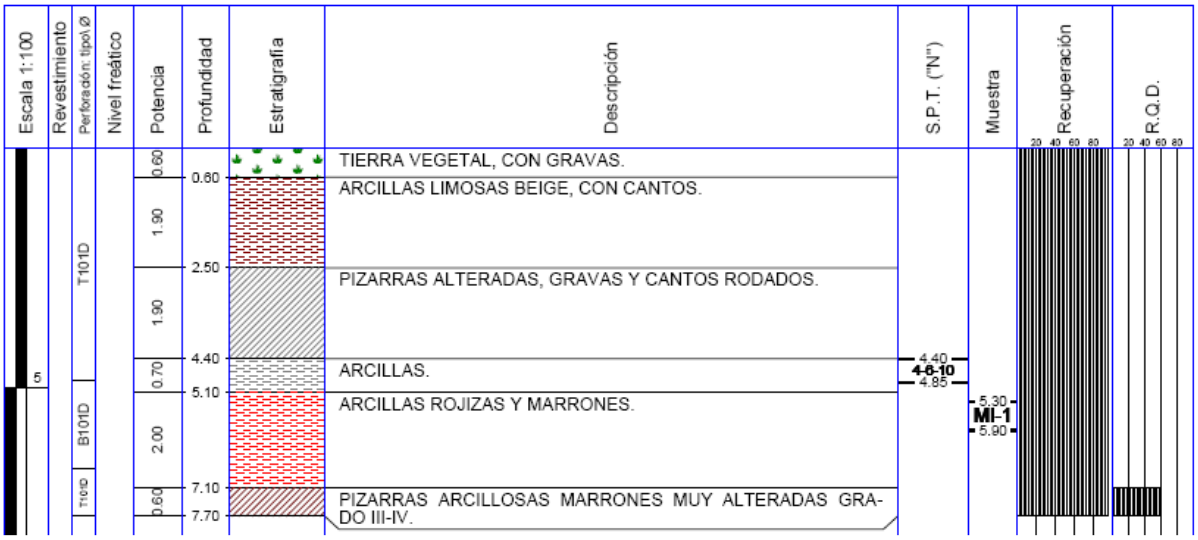
4.4.2.- EDAR

La EDAR se encuentran ubicadas en terreno clasificado geológicamente como cuaternario (arcillas limosas y rasa) sobre pizarras, cuarcitas y areniscas. Para la caracterización de los suelos se procedió a la visita de campo y ejecución de dos sondeos y un penetro, además de la caracterización de suelos correspondiente.

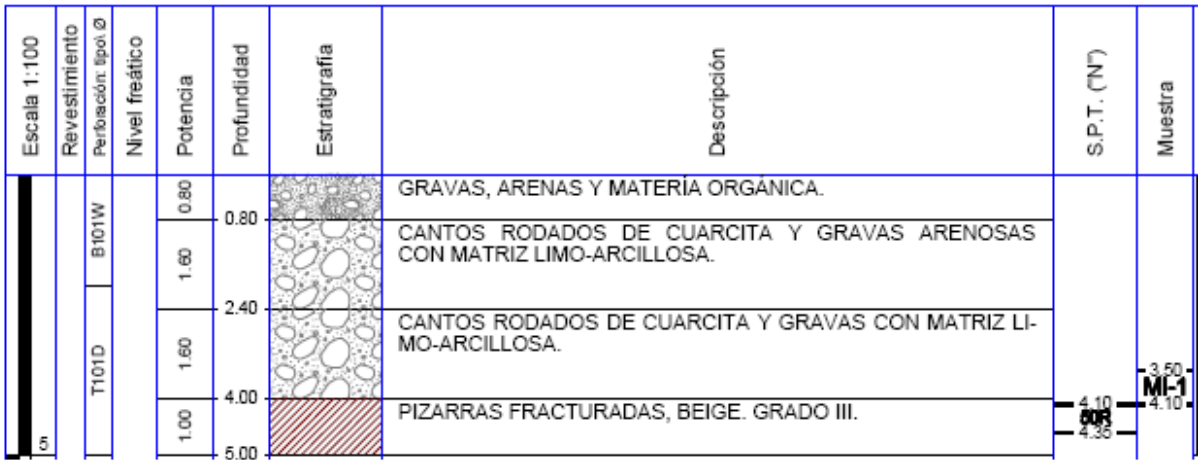
S-PT-DP-02



S-PT-DP-03



SPT-DP-04



Por otro lado el penetro dinámico realizado mostró rechazo a los 2.2m de profundidad.

La plataforma prevista de cimentación de las estructuras oscila entre 2.0m a un máximo de 6.0m de profundidad sobre la cota de plataforma establecida en la 34.0 (aproximadamente +-1.0m de la cota del terreno natural).

El resultado de las prospecciones realizada muestra una divergencia de resultados:

- El sondeo S-PT-DP-01 (Parte media y baja de parcela: próximo a biofiltros y edificio de control), se observan cuarcitas y areniscas donde se ha realizado rechazo en el penetro y SPT>50 a una profundidad de 2.4m.
- El sondeo S-PT-DP-02 (parte alta de la parcela: próximo a depósito de regulación y pretratamiento) la presencia de arcillas blandas entre estratos de pizarras alteradas, alcanzándose las pizarras a profundidades superiores a 8.0m.

Esta circunstancia, junto con el posible riesgo de cimentación de las losas, zapatas de estructuras y arquetas en terrenos de tránsito, duros de alta capacidad portante y lajas blandas de menor capacidad portante hace recomendable adoptar como criterio de diseño para la cimentación la mejora global del terreno en todos los apoyos, debiéndose discretizar posteriormente en obras y tras la redacción del proyecto constructivo de detalle. La mejora consistirá en la sobreexcavación y posterior relleno de una base cimentada de 1.0m de espesor de zahorra artificial compactada al 95% del próctor normal, consiguiéndose garantizar siempre una capacidad portante superior a 1.5 kg/ cm2.

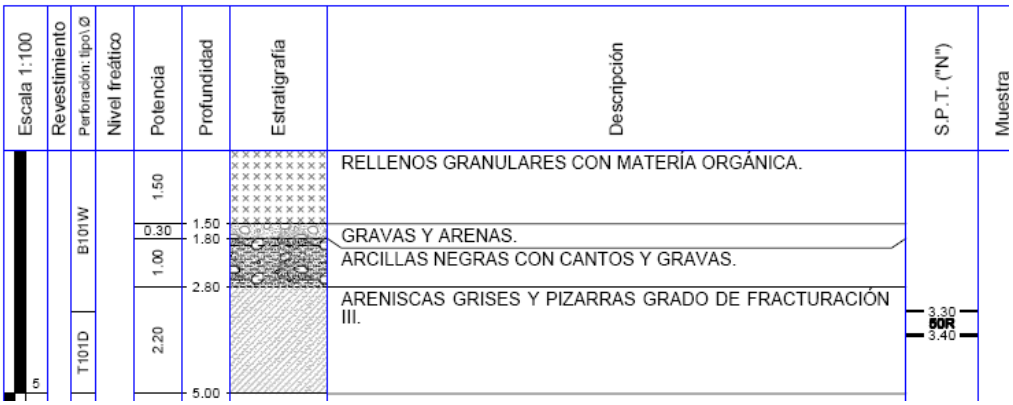
Por otro lado se ha de indicar que durante la ejecución de las prospecciones no se localizó presencia freática.

4.4.3.- Colectores

4.4.3.1.- Polígono Serantes- ET Serantes

El colector Polígono de Serantes corresponde a un colector de gravedad de diámetro 400 mm PVC que discurre por terreno rural en una longitud de 1320m. El colector cruza la carretera N-634 mediante hinca, lo cual condiciona la profundidad del colector en el tramo inicial.

El Sondeo S-PO-SE-01 muestra la presencia de rellenos , gravas y arcillas negras hasta una profundidad de 2.80m, a partir de la cual aparecen la roca conformada por areniscas grises y pizarras de grado III.



A lo largo del colector se realizó la cata CA-PO-SE-01 (PK0+260), que confirmó la presencia de tierra vegetal y suelos arcillosos con una profundidad de 0.5m y suelo arenoso limoso con cantos y gravas

El trazado presenta desmontes de hasta 5.0m, con una altura promedio de casi 3.80m. Es por ello que si se estima presencia de zonas rocosas alteradas a profundidades de 2.8 se puede considerar que el 25% del terreno excavado en roca.

4.4.3.2.- Impulsión Serantes-Rapalcuarto

El colector de impulsión de Serantes Rapalcuarto consiste en una conducción de diámetro 125 mm PE-100/PN6 con una longitud de 1.555m y una profundidad media de 2.0m. De forma general el trazado se ha diseñado con un recubrimiento mínimo de 1.0m sobre tubería , y con una cobertura mínima en arroyos de 2.0m, para poder cubrir así los riesgos topográficos en zonas de alta vegetación.

El sondeo S-SE-RA-01 ubicado en la EDAR de Serantes muestra rellenos antrópicos y rasa (Arenas limosas y gravas) hasta 4.35m. Roca de transición (pizarras y areniscas) entre 4.35-6.80m, cuarcitas y areniscas a partir de 6.80m.

A lo largo del colector se realizó la cata CA- SE-RA-01 (PK0+750), que confirmó la presencia de tierra vegetal y suelos arcillosos con una profundidad de 0.5m y suelo de alteración de roca hasta los 1.80m.

Por lo tanto se considera la posible presencia de roca dura a partir de los 1.80m, lo que supone una presencia de roca del 25% del volumen excavado del tramo.

Es importante indicar la necesidad de cribar y machacar el material para su utilización como rellenos seleccionado.

4.4.3.3.- Impulsión Rapalcuarto-Xungueiras

El colector de impulsión de Rapalcuarto consiste en una conducción de diámetro 125 mm PE-100/PN6 con una longitud de 1.114m y una profundidad media de 2.2m. De forma general el trazado se ha diseñado con un recubrimiento mínimo de 1.0m sobre tubería , y con una cobertura mínima en arroyos de 2.0m, para poder cubrir así los riesgos topográficos en zonas de alta vegetación.

Puntualmente existe una excavación de hasta 4.2m, justo en las zonas de cruce y ante la necesidad de prolongar la pendiente para crear un punto bajo para el vaciado y desagüe del colector.

El sondeo S-RA-Xu-01 ubicado en la EDAR de Rapalcuarto muestra rellenos antrópicos y rasa (Arenas limosas y gravas) hasta 2.7m. Roca (pizarras y areniscas) a partir de 2.7m. Existe nivel freático a partir de 3.10m de profundidad.

A lo largo del colector se realizó la cata CA-RA-XU-01 (PK0+670), que confirmó la presencia de tierra vegetal con una profundidad de 0.5m y suelo de alteración de roca hasta los 1.80m, donde se aprecian residuos meteorizados de roca con tamaño centimétrico.

Por lo tanto se considera la posible presencia de roca dura a partir de los 1.80m, lo que supone una presencia de roca del 25% del volumen excavado del tramo.

A partir del PK 1.114, se ejecutará el cruce del río Xungueiras mediante hinca teledirigida.

Para el reconocimiento del subsuelo, en esta zona, se han efectuado (2) sondeos geotécnicos: S-RA-XU- 03 y S-RA-XU-04. Este tramo corresponde al sondeo (03), el subsuelo está constituido por roca cuarcítica, de alta a muy alta resistencia, y muy abrasiva.

La hinca termina en el sondeo ubicado en la estación de bombeo de Xungueiras, que confirma la presencia de coluvial hasta profundidades superiores a 5.5m. (S-RA-Xu-02)

Las cuarcitas presentes se encuentran algo fracturadas y poco alteradas. Los valores de (RMR) son elevados >70%.

La zona reconocida por el sondeo (04) está constituida por un relleno granular, con gravas, arenas y escombro hasta la profundidad reconocida de 5,45 metros.

4.4.3.4.- Colector Xungueiras-Pretratamiento

Se prevé un colector en gravedad de diámetro 400 mm PVC SN8, que discurrirá paralelo al existente y recogerá las aguas fecales y pluviales del trazado. Dicho colector tendrá una profundidad media de 2.55m en una longitud de 1.850m.

El colector discurre por rellenos antropizados de las calles, donde si bien no se ha realizado prospecciones por temor a dañar las instalaciones existentes, se estima que la profundidad de los rellenos será de 1.5m, y el resto corresponderá a roca meteorizada o roca sana de grado III.

Es por ello que se prevé una excavación en roca del 40%, además de la demolición del pavimento existente.

4.4.3.5.- Colector de alivio y vertido de la EDAR

Se prevé un colector de alivio de diámetro DN 500 PVC SN8. El trazado del colector está condicionado por la pendiente y el paso bajo los arroyos, para los cuales se ha dejado una cobertura mínima de 1.5m.

A lo largo de la traza se realizaron varios sondeos, entre los que destacan el sondeo S-PT-DP-04, que muestra gravas y arenas con limos hasta profundidad de 4.0m a partir del cual aparece la presencia de roca de grado III. El sondeo S-PT-DP-01 muestra limos arenosos con gravas hasta 2.2m de profundidad a partir de donde se presenta la roca.

Por otro lado la cata CA-PT-PD-01 muestra tierra vegetal con grava de 0.5m de espesor y suelo de alteración conformado por rasa arcillosa de hasta 2.5m de profundidad, con presencia de trozos de rocas meteorizadas a medida que se baja de profundidad.

A la vista de los resultados obtenidos, y para una profundidad media de 5.2m del colector, se estima que la roca oscilará entre valores de 2.5m y 4.0m de profundidad. Lo que se puede estimar un 50% del volumen excavado en roca (adoptando valores máximos de 2.5m).

4.4.3.6.- Impulsiones del pretratamiento

Las impulsiones del pretratamiento discurren por el mismo trazado que el colector de alivio y vertido de la EDAR, si bien la profundidad media es de 2.50m. Puntualmente se ha de prever la presencia de roca, si bien la mayoría del trazado será excavado en suelo de transición.

Se estima un 25% de roca.

4.4.3.7.- Impulsión de Mántaras.

El colector de impulsión de Mántaras se diseña de diámetro DN 315mm PE-100/PN6 y DN110 PE-100/PN6, cuyo trazado y zanja converge con el de la impulsión del pretratamiento. Es por ello que es extrapolable los resultados obtenidos en las catas y sondeos anteriormente citados.

Adicionalmente se realzó el sondeo S-PTDP01 que muestra la presencia de gravas arenosas y arcillosas hasta 2.8m de profundidad, a partir de la cual aparece roca conformado por areniscas grises y pizarras, con un grado de fracturación III. En este nivel (sustrato rocoso) los ensayos standard de penetración dan valores de rechazo R=50.

Al discurrir el colector a una profundidad media de 2.5m, se estima que la roca estará sobre los 2.2 y 2.80m, por lo que se ha considerado un 25% del volumen en roca.

4.4.3.8.- Colector principal de la Roda

El colector principal de la Roda se diseña en gravedad de diámetro DN 400 PVC-SN8, y cuya pendiente está condicionada por los cruces del FFCC y la autovía. La profundidad media estimada del colector es de 4.2m.

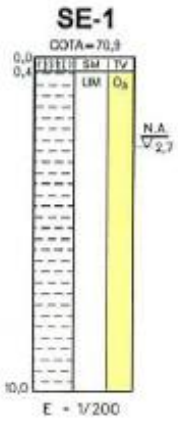
Para la caracterización del suelo a excavar se realzaron 3 catas, una en cada estación de bombeo y otra a lo largo de la traza.

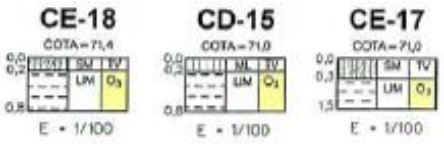
- Calicata CA-LR-PR-01.: Se profundizó hasta los 2,80 metros. El subsuelo, está constituido por un primer nivel de tierra vegetal, con humus, y bajo el un potente nivel de arcillas-margosas de alteración del sustrato rocoso Se mantienen los taludes verticalizados, al menos a corto y medio plazo, cantos esporádicos de pizarras y areniscas embebidas en una matriz arcillosa. La excavabilidad, fácil hasta la profundidad reconocida. Sin presencia de agua.

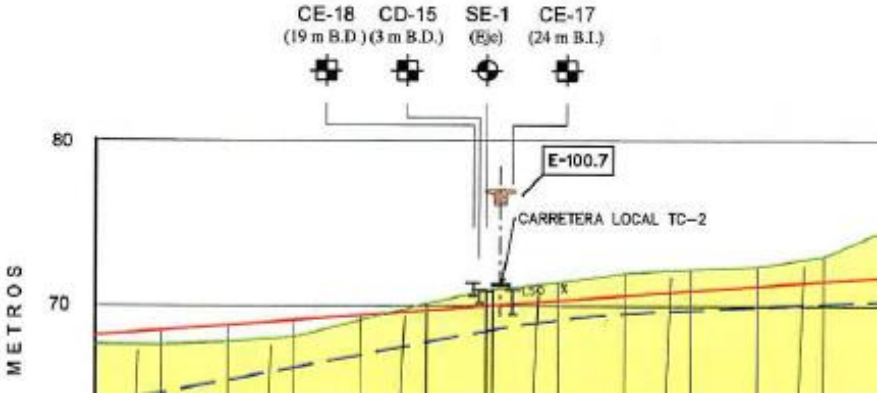
- Calicata CA-LR-PR-02. Se reconoció una profundidad de 1,20 metros, del subsuelo de los cuales los 0,30 centímetros superiores corresponden al nivel de tierra vegetal, con humus y gravas. A partir de 0,30 centímetros, se encuentra el sustrato rocoso fracturado y alterado (grado IV-V), con zonas o sub-niveles alterados a (grado VI), (arcillas). Excavabilidad fácil, taludes verticalizados. Sin presencia de agua.

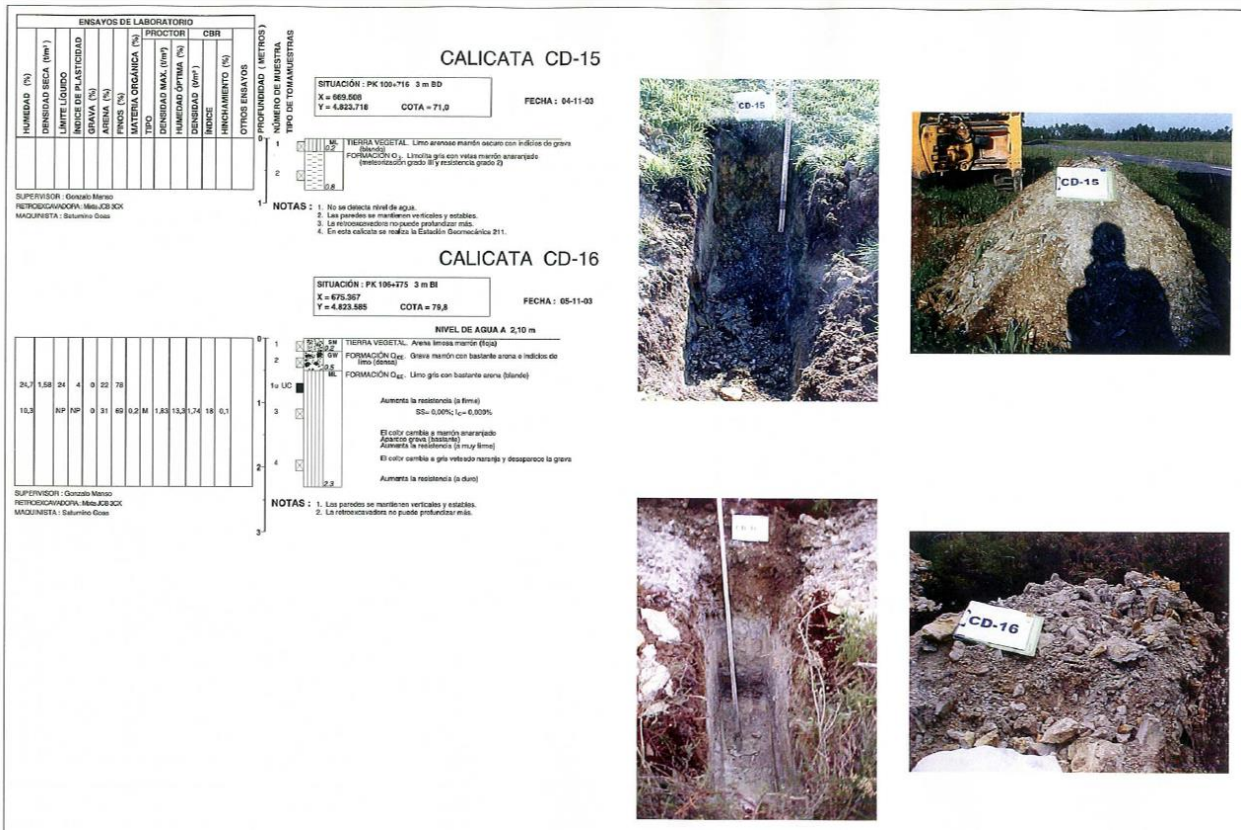
- Calicata CA-LR-PR-03. Calicata de 2,90 metros de profundidad. Presenta un primer nivel de tierra vegetal, con gravas, arenas y materia orgánica, bolos de 0,50 centímetros. De 0,50 a 1,50 metros, un segundo nivel de alteración de carácter arcilloso, con clastos de pizarra esporádicos. A partir de 1,50 metros de profundidad, el sustrato rocoso fracturado y alterado (grado IV-V). Presenta una excavabilidad fácil, taludes verticalizados. Ausencia de aguas.

Adicionalmente se utilizó numerosa información geotécnica del proyecto de la N-634 Navia-Tapia de Casariego, así como las prospecciones y ensayos de la estructura de paso, junto a la que se ha de realizar la hinca.


SE-1
COTA = 70,9
SM
TV
LIM
O_3
N.A.
▽ 2,7
10,0
E = 1/200


CE-18
COTA = 71,4
CD-15
COTA = 71,0
CE-17
COTA = 71,0
SM
TV
LIM
O_3
E = 1/100

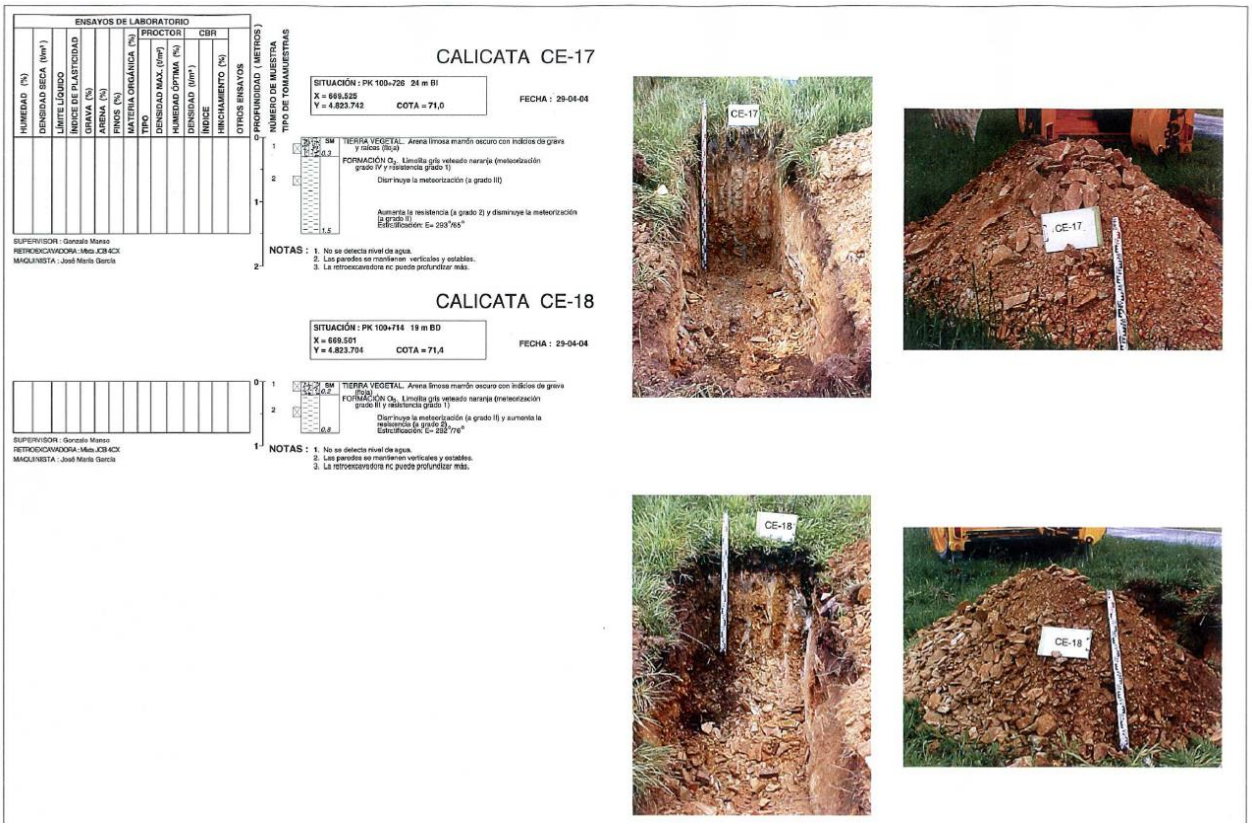

CE-18
(19 m B.D.)
CD-15
(3 m B.D.)
SE-1
(Eje)
CE-17
(24 m B.I.)
80
70
METROS
E-100.7
CARRETERA LOCAL TC-2


ENSAYOS DE LABORATORIO
HUMEDAD (%)
DENSIDAD SECA (t/m³)
LÍMITE LÍQUIDO
ÍNDICE DE PLASTICIDAD
GRAVA (%)
ARENA (%)
FINOS (%)
MATERIA ORGÁNICA (%)
PROCTOR
TIPO
DENSIDAD MAX. (t/m³)
HUMEDAD ÓPTIMA (%)
CBR
DENSIDAD (t/m³)
INDICE
HINCHAMIENTO (%)
OTROS ENSAYOS
PROFUNDIDAD (METROS)
NÚMERO DE MUESTRA
TIPO DE TOMA MUESTRAS
CALICATA CD-15
SITUACIÓN : PK 100+716 3 m BD
X = 669.568
Y = 4.823.716
COTA = 71,0
FECHA : 04-11-03
TIERRA VEGETAL. Limo arenoso marrón oscuro con indicios de grava (blando)
FORMACIÓN O_3. Limolita gris con vetas marrón anaranjado (meteorización grado III y resistencia grado 2)
SUPERVISOR : Gonzalo Merso
RETROEXCAVADORA : Meta JCB 3CX
MAQUINISTA : Saturnino Goas
NOTAS : 1. No se detecta nivel de agua.
2. Las paredes se mantienen verticales y estables.
3. La retroexcavadora no puede profundizar más.
4. En esta calicata se realiza la Estación Geomecánica 211.
CALICATA CD-16
SITUACIÓN : PK 105+775 3 m BI
X = 675.367
Y = 4.823.585
COTA = 79,8
FECHA : 05-11-03
NIVEL DE AGUA A 2,10 m
TIERRA VEGETAL. Arena limosa marrón (floja)
FORMACIÓN Q_{EC}. Grava marrón con bastante arena e indicios de limo (densa)
FORMACIÓN Q_{AC}. Limo gris con bastante arena (blanda)
Aumenta la resistencia (a firme)
SS= 0,00% ; I_C= 0,939%
El color cambia a marrón anaranjado
Aparece grava (bastante)
Aumenta la resistencia (a muy firme)
El color cambia a gris veteado naranja y desaparece la grava
Aumenta la resistencia (a duro)
SUPERVISOR : Gonzalo Merso
RETROEXCAVADORA : Meta JCB 3CX
MAQUINISTA : Saturnino Goas
NOTAS : 1. Las paredes se mantienen verticales y estables.
2. La retroexcavadora no puede profundizar más.

CD-15

CD-15

CD-16

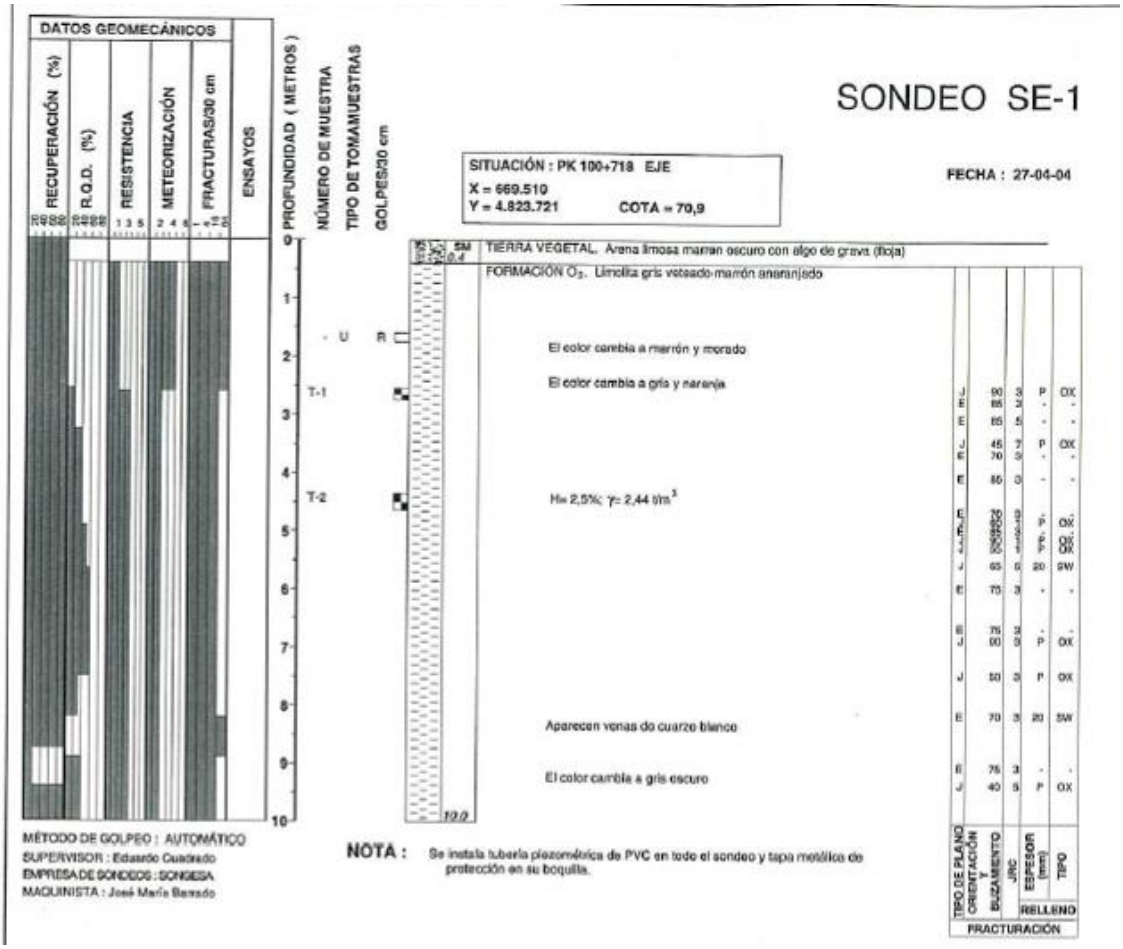

ENSAYOS DE LABORATORIO
HUMEDAD (%)
DENSIDAD SECA (t/m³)
LÍMITE LÍQUIDO
ÍNDICE DE PLASTICIDAD
GRAVA (%)
ARENA (%)
FINOS (%)
MATERIA ORGÁNICA (%)
PROCTOR
TIPO
DENSIDAD MAX. (t/m³)
HUMEDAD ÓPTIMA (%)
CBR
DENSIDAD (t/m³)
ÍNDICE
HINCHAMIENTO (%)
OTROS ENSAYOS
PROFUNDIDAD (METROS)
NÚMERO DE MUESTRA
TIPO DE TOMA MUESTRAS
CALICATA CE-17
SITUACIÓN : PK 100+726 24 m BI
X = 669.525
Y = 4.823.742
COTA = 71,0
FECHA : 29-04-04
SM
TIERRA VEGETAL. Arena limosa marrón oscuro con indicios de grava y raíces (Rcal)
FORMACIÓN O3. Limolita gris veteado naranja (meteorización grado IV y resistencia grado 1)
Disminuye la meteorización (a grado III)
Aumenta la resistencia (a grado 2) y disminuye la meteorización (a grado II).
Estratificación: E= 293°/es°
SUPERVISOR : Gonzalo Manso
RETROEXCAVADORA : Mec.JCB 4CX
MAQUINISTA : José María García
NOTAS : 1. No se detecta nivel de agua.
2. Las paredes se mantienen verticales y estables.
3. La retroexcavadora nc puede profundizar más.
CALICATA CE-18
SITUACIÓN : PK 100+714 19 m BD
X = 669.501
Y = 4.823.704
COTA = 71,4
FECHA : 29-04-04
SM
TIERRA VEGETAL. Arena limosa marrón oscuro con indicios de grava y raíces
FORMACIÓN O3. Limolita gris veteado naranja (meteorización grado III y resistencia grado 1)
Disminuye la meteorización (a grado II) y aumenta la resistencia (a grado 2).
Estratificación: E= 282°/nº
SUPERVISOR : Gonzalo Manso
RETROEXCAVADORA : Mec.JCB 4CX
MAQUINISTA : José María García
NOTAS : 1. No se detecta nivel de agua.
2. Las paredes se mantienen verticales y estables.
3. La retroexcavadora nc puede profundizar más.

CE-17

CE-17

CE-18

CE-18


SONDEO SE-1
DATOS GEOMECÁNICOS
RECUPERACIÓN (%)
R.Q.D. (%)
RESISTENCIA
METEORIZACIÓN
FRACTURAS/30 cm
ENSAYOS
PROFUNDIDAD (METROS)
NÚMERO DE MUESTRA
TIPO DE TOMAMUESTRAS
GOLPES/30 cm
SITUACIÓN : PK 100+718 EJE
X = 669.510
Y = 4.823.721
COTA = 70,9
FECHA : 27-04-04
TIERRA VEGETAL. Arena limosa marron oscuro con algo de grava (floja)
FORMACIÓN O3. Limolita gris veteado-marrón anaranjado
El color cambia a marrón y morado
El color cambia a gris y naranja
Hn 2,5%; γ= 2,44 t/m3
Aparecen venas de cuarzo blanco
El color cambia a gris oscuro
T-1
T-2
MÉTODO DE GOLPEO : AUTOMÁTICO
SUPERVISOR : Eduardo Cuadrado
EMPRESA DE SONDEOS : SONGESA
MAQUINISTA : José María Barrado
NOTA : Se instala tubería piezométrica de PVC en todo el sondeo y tapa metálica de protección en su boquilla.
TIPO DE PLANO
ORIENTACIÓN Y BUZAMIENTO
JRC
ESPESOR (mm)
TIPO
RELLENO
FRACTURACIÓN

SE-1

A la vista de los resultados obtenidos se puede estimar la presencia de roca entre 1,2 y 3,.0m de profundidad, por lo que se estima que el volumen de roca excavado será del 60%.

4.4.3.9.- Colectores e impulsión de la Roda izquierda

Se diseña un colector de impulsión de 90mm PE-100/PN6 en una longitud de 390m y un colector de gravedad de DN 400 mm PVC SN8 en una longitud de 614m, que discurre a una profundidad media de 2.5m.

La cata realizada identificó la presencia de roca a una profundidad de 0.70m, por lo que se estima un 80% de la excavación en roca.

4.4.3.10.- Colector de la Roda derecha

Se diseña un colector de impulsión de 90mm PE-100/PN6 en una longitud de 405m y un colector de gravedad de DN 400 mm PVC SN8 en una longitud de 177m, que discurre a una profundidad media de 2.5m,

La prospección realizada tiene una profundidad de 1.10m con un primer nivel de 0,30 metros de tierra vegetal con materia orgánica y un segundo nivel o sustrato rocoso formado y alterado (grado III-IV). Excavabilidad medianamente dificultosa, taludes verticalizados y sin presencia de agua.

A la vista de los resultados obtenidos se estima un 80% de la excavación en roca.

4.4.3.11.- Colector Viacoba

Se diseña un colector de gravedad de diámetro 400m de PVC SN8 que discurre paralelo al cauce del arroyo recogiendo las aguas sanitarias de las viviendas existentes en una longitud de 1.880m. La profundidad media del colector es de 3.50m.

Mediante esta calicata, se han reconocido 1,90 metros de profundidad. El subsuelo presenta un primer nivel de 0,90 centímetros de tierra vegetal, con cantos y gravas y un segundo nivel de (sustrato rocoso), de pizarras, en niveles muy alterados (grados V-VI), a arcillas y clastos de pizarra y arenisca. Excavabilidad normal, con taludes verticalizados. Sin presencia de agua.

A la vista de los resultados obtenidos se estima un 45% de la excavación en roca de grado III, que se estima se encuentra por debajo de los 1.90m.

4.4.3.12.- Colector Porcía y Campos

Se prevé un colector en gravedad de diámetro 400 mm PVC SN8, que discurrirá a lo largo de las vías pavimentadas existentes y se encargue de recoger las futuras acometidas hasta los bombeos correspondientes. Desde los bombeos parte una impulsión de DN 90 mm alojada en la misma zanja del colector de gravedad con objeto de minimizar los espacios disponibles.

El colector discurre por rellenos antropizados de las calles, donde si bien no se ha realizado prospecciones por temor a dañar las instalaciones existentes, se estima que la profundidad de los rellenos será de 1.5m, y el resto corresponderá a roca meteorizada grado IV y roca sana de grado III.

Es por ello que se prevé una excavación en roca del 50%. Además se considera la demolición del pavimento existente.

4.5.- CONCLUSIONES

La definición geotécnica, identificación de suelos y definición de excavaciones, taludes y medidas a seguir en la ejecución que se vierten de este anteproyecto son conclusiones a nivel de anteproyecto con la información obtenida de la investigación geotécnica.

El autor del Anejo

D. Bernardo Martín Molina

Licenciado en Geológicas

V.Bº. El autor del Estudio

Rafael Fdez-Ordóñez Cervera.

I.C.C.P.

5.- APÉNDICES

5.1.- APÉNDICE-5.1. PLAN DE ENSAYOS

PLAN DE PROSPECCIONES Y ENSAYOS : TAPIA CASARIEGO

Ubicación	EB Pológono Serantes	EB-Seantes y estanque de tormentas	EB -Ralcuarto	Hinca Teledirigida: impulsión-Rapalcuarto	Hinca Teledirigida: impulsión-Rapalcuarto	EB-Xungueiras	EB Pretratamiento	EB-Mántaras	EDAR	EDAR	EDAR	EDAR	Polígono - Serantes	Ramal Serantes-Rapalcuarto	Rapalcuarto-Xungueiras	Rmal pretratamiento - EDAR	Ramal VI	Ramal VI	La Roda Izquierda	La Roda eje principal	La Roda eje principal	La Roda eje principal	La Roda eje principal
Tipo	sondeo	sondeo	sondeo	sondeo	sondeo	sondeo	Penetro dinámico superpesado	sondeo	sondeo	sondeo	sondeo	Penetro dinámico superpesado	calicata	calicata	calicata	calicata	calicata	calicata	calicata	calicata	calicata	calicata	calicata
Denominación prospección	S-PO-SE-01	S-SE-RA-01	S-RA-XU-01	S-RA-XU-03	S-RA-XU-04	S-RA-XU-02	PD-PT-DP-01	pd-PT-DP-01	S-PT-DP-02	S-PT-DP-03	S-PT-DP-04	PD-PT-DP-02	C-PO-SE-01	C-SE-RA-01	C-RA-XU-01	C-PT-PD-01	C-VI-VI-01	C-VI-VI-01	C-LR-IZ-01	C-LR-PR-01	C-LR-PR-03	C-LR-DE-01	C-LR-DE-02
Tipo de estructura	Posible estación bombeo e hinca	Estación bombeo Serantes	Estación bombeo Rapalcuarto	Hinca	Hinca	Estación de bombeo y caracterización de la salidad de la hinca dirigida	Rellenos laterales de la edificación existente pretratamiento	Estación bombeo	Biológico y edificación	Pretratamiento	Conducción acceso	Biológico y edificación	Traza PK 0+280	Traza 0+750 aprox	Traza	Traza	Traza	Traza	Traza	Traza	Traza	Traza	Traza
Profundidad prospección	5,00	8,15	5,00	5,00	5,45	6,00	12,00	6,00	5,00	7,70	5,00	12,00	2,50	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Profundidad estimada de cimentación s/ T. Natural	3,5-4,0	6,00	3,5-4,0	5,00	5,00	4,00		4,50	3,00	3,00	3,00		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Objeto	a)Sondeo corto de caracterización de suelos y cimiento. b) Elaborar la columna estratigráfica con medida de nivel freático y fotografías de las cajas del sondeo, SPT c/ 5 m o estrato	a)Sondeo de caracterización de suelos y cimiento. b) Elaborar la columna estratigráfica con nivel freático y fotografías de las cajas del sondeo, SPT c/ 5 m o estrato, para determinar capacidad portante del terreno c) Determinar caracterización de suelos para reutilización, excavabilidad y corte directo para definición de taludes	a)Sondeo corto de caracterización de suelos y cimiento. b) Elaborar la columna estratigráfica con medida de nivel freático y fotografías de las cajas del sondeo, SPT c/ 5 m o estrato	Sondeo de caracterización para determinar índice de abrasividad Cerchar. No es necesario SPT, sólo caracterizar columna	Sondeo de caracterización para determinar índice de abrasividad Cerchar. No es necesario SPT, sólo caracterizar columna	a)Sondeo corto de caracterización de suelos y cimiento. b) Elaborar la columna estratigráfica con medida de nivel freático y fotografías de las cajas del sondeo, SPT c/ 5 m o estrato	Caracterización de capacidad portante de terreno de apoyo de colector. Correlación de resultados con cata y sondeos	a)Sondeo corto de caracterización de suelos y cimiento. b) Elaborar la columna estratigráfica con medida de nivel freático y fotografías de las cajas del sondeo, SPT c/ 5 m o estrato	a)Sondeo de caracterización de suelos y cimiento. b) Elaborar la columna estratigráfica con nivel freático y fotografías de las cajas del sondeo, SPT c/ 5 m o estrato, para determinar capacidad portante del terreno c) Determinar caracterización de suelos para reutilización, excavabilidad y corte directo para definición de taludes	a)Sondeo corto de caracterización de suelos y cimiento. b) Elaborar la columna estratigráfica con medida de nivel freático y fotografías de las cajas del sondeo, SPT c/ 5 m o estrato	a)Sondeo corto de caracterización de suelos y cimiento. b) Elaborar la columna estratigráfica con medida de nivel freático y fotografías de las cajas del sondeo, SPT c/ 5 m o estrato	Caracterización de capacidad portante de terreno de apoyo de colector. Correlación de resultados con cata y sondeos	Calicata de caracterización de suelos, nivel freático y excavabilidad. Profundidad mínima 2,5m	Calicata de caracterización de suelos, nivel freático y excavabilidad. Profundidad mínima 2,5m	Calicata de caracterización de suelos, nivel freático y excavabilidad. Profundidad mínima 2,5m	Calicata de caracterización de suelos, nivel freático y excavabilidad. Profundidad mínima 2,5m	Calicata de caracterización de suelos, nivel freático y excavabilidad. Profundidad mínima 2,5m	Calicata de caracterización de suelos, nivel freático y excavabilidad. Profundidad mínima 2,5m	Calicata de caracterización de suelos, nivel freático y excavabilidad. Profundidad mínima 2,5m	Calicata de caracterización de suelos, nivel freático y excavabilidad. Profundidad mínima 2,5m	Calicata de caracterización de suelos, nivel freático y excavabilidad. Profundidad mínima 2,5m	Calicata de caracterización de suelos, nivel freático y excavabilidad. Profundidad mínima 2,5m
Caracterización	1-Caracterización: Nievel-1: Rellenos (1,0m) +Nivel-2: Arcillas rojizas (0,8m)+Nivel-3: Pizzarras alteradas (3,2m)	1-Caracterización: Nivel-1: 1,5m TV +Nivel-2: 3,0m de gravas con arcillas y cantos de pizarras +Nivel-3: Pizarras fracturadas y cuarcitas	1-Caracterización: Nivel-2: Arenas y gravas 2,5m +0,2: Nivel-3: 2,30m Pizarras+areniscas. 2- Nivel freático: Se aprecia nivel freático en la capa de gravas hasta el contacto con pizarras	1-Caracterización: Nivel-1; 0,6m de TV +Nivel-3: Cuarcittas fracturadas y poco alteradas 2-No se aprecia NF	1-Caracterización: Nivel-1: 0,6m de TV +Nivel-3: Cuarcittas fracturadas y poco alteradas 2-No se aprecia NF	Caracterización: Nivel-2: Arenas+gravas esporádicas; Nivel-3: Cuarcitas fracturadas Nivel freático: Presencia	Rechazo a	1-Caracterización: Nivel-1: Rellenos y T.Vegetal; Nivel-2: Agravas y arcillas en 1,30m, Nivel-3: Areniscas y pizarras alteradas	1-Caracterización: Nivel-1: 0,8m TV + Nivel-2: 1,6m limos arenosos con gravas amarillas.+ nivel-3: Cuarcitas y areniscas 2- Nivle freático: No se aprecia	1-Caracterización: Nivel-1: 0,68m TV + Nivel-2: 1,9m+Nivel-2A: limos arenosos con gravas amarillas.+ nivel-2B: Pizarras alteradas+gravas+ nivel 2C: Arcillas 2,7m +Nivel 3: Cuarcitas y areniscas alteradas (0,6m) 2- Nivle freático: No se aprecia	1-Caracterización: Nivel-1: Materia orgánica y Gravas +Nivel-2: Gravas arenosas y limo arcillosas+ Nivel-3: Pizarras fracturadas 2- Nivel freático: No se ha detectado		1-Caractaerización: Nivel-1: 0,5m TV +Nivel-2: Arenas con cantos (3,0m) 2- No hay presencia freática	1-Caracterización: Nivel-1: 0,5m de TV+Nivel-2: 1,0m de suelo alterado pizarrras y areniscas (grandes piedras) +Nivel 3: Roca 2- No hay nivel freático	1-Caracterización: Nivel-1: 0,5m de TV+Nivel-2: 1,0m de Rasa con suelo alterado rocoso (proporciones de roca alterada)+ Nivel-3: Pizarras y areniscas 2- No hay NF	1-Caracterización: Nivel-1: 0,5m de TV+Nivel-2: 1,6 m de Rasa (arcillas arenosas) con presencia de suelo alterado rocoso (proporciones de roca alterada)+ Nivel-3: a partir de los 2,5m de profundiad se estima suelo alterado , pizarras y areniscas 2- No hay NF	1-Caracterización: Nivel-3: a partir de los 0,5m de profundiad se estima suelo alterado , pizarras y areniscas (roca) 2- No hay NF	1-Caracterización: Nivel-1: 0,9m de TV +Nivel-3: 1,0m de profundiad de suelo alterado arcillas margosas con pizarras (roca) (cata al lado del arroyo) 2- No hay NF	1-Caracterización: Nivel-1: 0,2m de TV +Nivel-3: 0,5m de profundiad de suelo alterado rocoso con pizarras (roca) 2- No hay NF	1-Caracterización: Nivel-1: 0,3m de TV +Nivel-2: 2,2m de profundiad de arcillas margosas - rasa + Nivel-3: suelo alterado rocoso con pizarras (roca) 2- No hay NF	1-Caracterización: Nivel-1: 0,5m de TV +Nivel-2: 1,5 m de profundiad de arcillas margosas - rasa + Nivel-3: suelo alterado rocoso con pizarras (roca) 2- No hay NF	1-Caracterización: Nivel-1: 0,3m de TV + Nivel-3: Suelo alterado rocoso con pizarras excavable hasta 1,0m (roca) 2- No hay NF	1-Caracterización: Nivel-1: 0,3m de TV + Nivel-3: Suelo alterado rocoso con pizarras excavable hasta 1,0m (roca) 2- No hay NF

CAPÍTULO I: RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

Número	Concepto	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición											Medición total
1	Ud. Abono fijo por transporte de cada equipo de sondeo al área de trabajo, incluyendo el primer emplazamiento	1,00																						1,00
2	Ud. Traslado de equipo de sondeo entre puntos a reconocer, incluyendo el emplazamiento		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00													9,00
3	Ml. Perforación a rotación vertical en rellenos, suelos o roca de resistencia baja o muy baja, con diámetros comerciales hasta Ø < 120 mm con extracción continua de testigo de Ø > 70 mm incluso suministro de agua, (según resistencia compresión, tabla IV.9, J. Salas, 1.975, Manual Taludes), incluyendo testificación e interpretación "in situ", reportaje fotográfico a cargo de técnico experto, ASTM D6286-98	1,80	1,50	2,70	0,60	0,00				0,80	5,20	0,80													13,40
4	Ml. Perforación a rotación vertical en gravas o bolos, (con pasa tamiz 20 UNE inferior al 30 % y con pasa tamiz 0,080 UNE inferior al 10 %), con diámetros comerciales hasta Ø < 120 mm con extracción continua de testigo de Ø > 70 mm incluso suministro de agua,, incluyendo testificación "in situ" a cargo de técnico experto, , incluyendo testificación e interpretación "in situ", reportaje fotográfico a cargo de técnico experto, ASTM D6286-98		3,00	0,00	0,00	5,45	5,00		5,00	1,60	1,90	3,20													25,15
5	Ml. Perforación a rotación vertical en rocas de resistencia media , con diámetros comerciales Ø < 120 mm, (perforación con widia), con extracción continua de testigo de Ø > 70 mm incluso suministro de agua,, incluyendo testificación "in situ" a cargo de técnico experto, , incluyendo testificación e interpretación "in situ", reportaje fotográfico a cargo de técnico experto, ASTM D6286-98	3,20	2,45	2,30	0,00		1,00		1,00	0,00	0,60	1,00													11,55
6	Ml. Perforación a rotación vertical en rocas de resistencia alta o muy alta, con diámetros comerciales Ø < 120 mm, (perforación con corona de diamante), con extracción continua de testigo incluso suministro de agua (según resistencia compresión, tabla IV.9, J. Salas, 1.975, Manual Taludes), incluyendo testificación "in situ" a cargo de técnico experto, ASTM D6286-98		1,20		4,40					2,60															8,20
7	Ud. Embocadura metálica de cierre de sondeo, de 1 m de longitud, con tapa roscada y resalte para llave inglesa, tomada con mortero e identificada con la denominación del punto, totalmente terminada	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00													10,00
8	Ml. Tubo ranurado de PVC, de diámetro útil no inferior a 60 mm, colocado en el interior de sondeo, incluso p.p. de lectura de nivel freático	5,00	8,15	5,00			6,00		6,00	5,00	7,70	5,00													47,85
9	Ud. Toma de muestra inalterada con tomamuestras de tipo abierto, ASTM D6169-98,ASTM D3550-01	0,00	2,00	1,00			1,00		2,00		1,00	1,00													8,00
10	Ud. Testigo parafinado, ASTM D6640-01																								0,00
11	Ud. Ensayo de penetración estandar (SPT), UNE 103800: 1992	0,00	2,00	1,00		1,00	2,00		2,00	1,00	2,00	1,00													12,00
12	Ud. Toma de muestras de las aguas, en sondeo, destinadas al análisis químico, UNE 41122:1995																								0,00
13	Ud. Caja portatestigos de PVC, incluido transporte a almacén designado y fotografía en color; ISO 2772-1:1973, ISO 2772- 2:1974																								0,00
14	Ud. Caja portatestigos de cartón parafinado, incluido transporte a almacén designado y fotografía en color, ISO 2772-1:1973, ISO 2772- 2:1974	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00		2,00	2,00	3,00	2,00													22,00
15	Ud. Abono fijo por transporte de penetrómetro dinámico superpesado al área de trabajo																								0,00
16	Ud. Traslado de penetrómetro dinámico superpesado entre puntos a reconocer							1,00					1,00												2,00
17	Ud Penetración dinámica superpesada hasta 12 m de profundidad, UNE 103801: 1994							1,00					1,00												2,00
18	Ud. Calicata manual o mecánica hasta 4,0m de profundidad, incluidas toma de muestras, fotografías en color y reposición, incluyendo testificación "in situ" a cargo de técnico experto													1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00

SUMA CAPÍTULO I

CAPITULO II.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Suelos

Número	Concepto	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición total
23	Ud. Toma de muestras superficiales o en calicata, de suelo de tipo inalterado, UNE 7371: 1975, ASTM D5451- 93(2001) bajo dirección "in situ" de técnico experto													1,00	1,00	1,00	1,00								4,00
23	Ud. Preparación de muestras para ensayosde suelos, UNE 103100: 1995, Apertura y descripción		1,00				1,00				1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00								8,00
25	Ud. Análisis granulométrico de suelos por tamizado, UNE 103101: 1995		1,00				1,00				1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00								8,00
26	Ud. Determinación de los límites líquido y plástico de un suelo (límites de Atterberg), UNE 103103:1994 y UNE 103104: 1993		1,00				1,00				1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00								8,00
33	Ud. Ensayo de corte directo en suelos, sin consolidar y sin drenar, UNE 103401: 1998 (incluirá la preparación de las probetas a ensayar, determinación de densidad y humedad)		1,00	1,00			1,00				1,00														4,00
	Total																								

Ensayos de Rocas

Número	Concepto	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición total
45	Ud. Compresión simple de probetas de roca (incluyendo tallado sobre testigo), UNE 22950-1: 1990	1,00																							1,00
51	Ud. Determinación del Índice de Dureza Cerchar.				1,00	1,00																			2,00
52	Ud. Determinación del Índice de abrasividad Cerchar				1,00	1,00																			2,00
	Total																								

5.2.- APÉNDICE-5.2. PROSPECCIONES Y ENSAYOS FASE-1 (SIN INCLUIR LA RODA Y VIACOBA)

ANEJO Nº5 GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

A.- GEOLOGÍA

B.- GEOTÉCNIA

INDICE

A.- GEOLOGÍA

1.- INTRODUCCIÓN Y LOCALIZACIÓN.

2.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

3.- ENCUADRE GEOLÓGICO.

- 3.1.- LITOESTRATIGRAFÍA.
- 3.2.- RECUBRIMIENTO CUATERNARIO.
- 3.3.- TECTÓNICA.

4.- HISTORIA GEOLÓGICA.

5.- HIDROGEOLOGÍA.

6.- PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO.

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. ESCALA ORIGINAL 1:50.000 (IGME.)

CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DE ASTURIAS.MAPA LITOLÓGICO. ESCALA ORIGINAL 1:25.000 (INDUROT).

A.- GEOLOGÍA

1.- INTRODUCCIÓN Y LOCALIZACIÓN

El presente anejo se realiza con el objetivo de exponer una visión general de la geología del concejo de Tapia de Casariego para el Informe de Sostenibilidad Ambiental de dicha zona.

El Concejo de Tapia de Casariego está situado en la costa occidental asturiana, en el noroeste de la Península Ibérica. Limita al norte con el Mar Cantábrico, al este con el concejo de El Franco, y al Sur y al Oeste con el de Castropol. Tiene una superficie de 65,99 Km², con una población de 4.455 habitantes, siendo su clima suave con precipitaciones débiles poco frecuentes.

Ilustración 1.- Concejo de Tapia de Casariego y sus municipios vecinos.

El Concejo de Tapia se articula en cuatro parroquias:

- Campos y Salave
- La Roda
- Serantes
- Tapia de Casariego

Siendo la de Tapia la que mayor número de personas tiene, representando más de la mitad del total. Por último, en cuanto a su población se refiere, hay que comentar el efecto turístico que se produce en todo el concejo, llegando a aumentar de manera considerable su población en un gran tanto por ciento durante las épocas estivales.

2.- REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.

Este tipo de análisis geológico, elaborado en gabinete, permitió conocer el contexto geológico en el que se enmarca Tapia de Casariego, para lo cual fueron consultadas diferentes publicaciones de referencia, entre las que se encuentran:

- Mapa Geológico de España (MAGNA) a escala 1:50.000, Hoja 10 (Ribadeo). IGME (1976).

- Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja 2 (Avilés). IGME (1991).

- Mapa Geotécnico de España: Escala 1:200.00 Hoja 2 (Avilés). IGME

- Cartografía temática Ambienta de Asturias. Mapa litológico Escala 1:25.000. Tapia de Casariego (10 – IV) INDUROT (1995)

- Bastida, F. y Pulgar, J.A.- La estructura del Manto de Mondoñedo entre Burela y Tapia de Casariego (Costa Cantábrica, NW de España). Trabajos de Geología 10. (1978).

- Marcos, A. Y Pérez-Estaún, A. - La estratigrafía de la Serie de los Cabos en la zona de Vegadeo (Zona Asturoccidental-Leonesa, Nw de España). Trabajos de Geología 11. (1981).

- Zamarreño, I.- Estratigrafía del Paleozoico en el Macizo Ibérico. En: Libro Jubilar. J.M. Rios. Geología de España. Tomo I. IGME (1983).

- Julivert, M.- La estructura de la Zona Asturoccidental-leonesa. En: Libro Jubilar. J.M. Rios. Geología de España. Tomo I. IGME (1983).

- Aramburu, C. y Bastida, F. (editores). - Geología de Asturias TREA S.L. (1995).

- INDUROT KRK Editores Principado de Asturias (editores).- Riesgos Naturales en Asturias. (2003).

- Terente, L. M., Dámaso B. Moreiras Blanco y Marcos Pascual, C. – Morfología de las alteraciones y los contenidos de Oro del yacimiento aurífero de Salave. (2000).

También se ha analizado la información suministrada por diversos informes Geológico-Geotécnicos en el entorno y que se sitúan sobre materiales semejantes y en el mismo contexto geológico.

En este caso es de destacar la información suministrada, respecto a las características del substrato rocoso de la zona, por el “Anejo Geología y Geotecnia del Proyecto de la Senda costera de Tapia de Casariego” realizado

por Tecnia, Asimismo el "Anejo B-3 Autovía A-8. Tramo Otur- Límite Provincia de Lugo" del Ministerio de Fomento.

3.- ENCUADRE GEOLÓGICO

El Concejo de Tapia de Casariego, se sitúa en la parte noroccidental de Asturias, muy próxima a la Ría de Ribadeo. Su contexto geológico general viene definido por su pertenencia a la denominada Zona Asturoccidental-Leonesa (ZAOL), una de las grandes zonas geológicas en las que dividieran, inicialmente LOTZE (1945) y posteriormente JULIVERT (1972), el Macizo Ibérico.

La ZAOL constituye, dentro de la rama N del Macizo Herciniano Ibérico, una región de transición entre las zonas externas de la cordillera (Zona Cantábrica), en las que no se ha desarrollado ni esquistosidad, ni metamorfismo, ni magmatismo apreciables, y las zonas internas (Galicia media y occidental), en las que los procesos de deformación, metamorfismo y magmatismo han sido muy importantes.

La ZAOL presenta una estratigrafía caracterizada por poseer un gran espesor de los materiales pertenecientes al Paleozoico Inferior (Cámbrico y Ordovícico, principalmente), cuya naturaleza es esencialmente siliciclástica. Desde el punto de vista estructural es notable la existencia de abundantes pliegues, que llegan a ser acostados y de gran amplitud más al oeste de la zona de estudio. En cuanto al metamorfismo, presenta un carácter generalizado, aunque con un grado de desarrollo bajo en esta área.

Esta Zona se encuentra dividida en tres grandes dominios o unidades (Marcos, 1973), que de Este a Oeste son:

- Dominio del Navia y Alto Sil.
- Dominio del Manto de Mondoñedo.

- Dominio del Caurel - Truchas.

De acuerdo con la subdivisión en dominios que se ha realizado para la Zona Asturoccidental-leonesa, la zona de estudio ocupa la mitad norte del Dominio del Navia y Alto Sil y la parte nororiental del Dominio del Manto de Mondoñedo (Marcos 1973) (Ilustración 2).

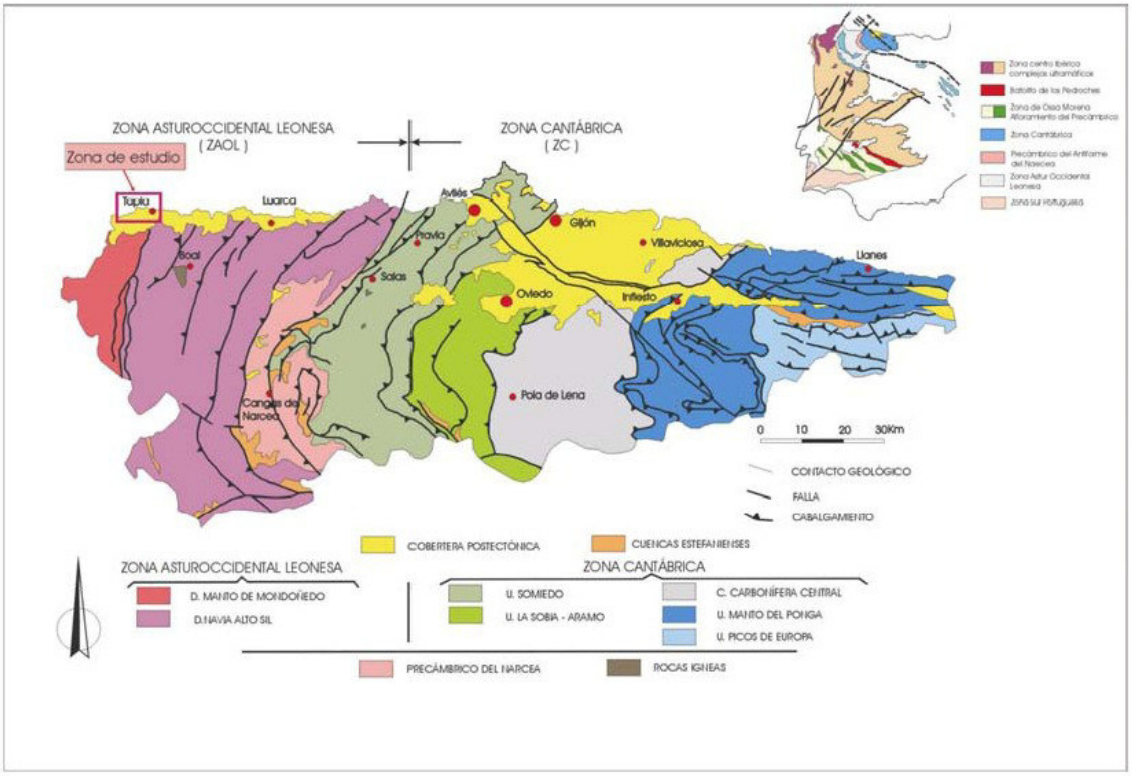


Ilustración 2.- Zonación geológica de Asturias. (Tomado de Aramburu y Bastida, 1995).

La Unidad del Navia y Alto Sil y la Unidad del Manto de Mondoñedo se encuentran separadas por el Cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo, que aparece cerca de la costa en las inmediaciones de Tapia de Casariego y prosigue hacia el sur atravesando la región de Los Oscos.

La Unidad del Manto de Mondoñedo está constituida por el apilamiento de grandes pliegues acostados con una vergencia general hacia el Este, que se encuentran cortados por cabalgamientos y replegados por ondulaciones

suaves. Este tipo de relaciones geométricas entre las diferentes estructuras de la zona se repite a escalas menores, hasta la microscópica, indicando una evolución de la estructura en la que pueden distinguirse tres episodios o fases principales de deformación (Marcos, 1973). Esto se traduce, además de en una compleja estructura, en la presencia de esquistosidad y metamorfismo.

La Unidad del Navia y Alto Sil se encuentra delimitada por dos accidentes tectónicos: por el Este cabalga sobre la Zona Cantábrica y por el oeste y suroeste es cabalgado por unidades correspondientes al Dominio del Manto de Mondoñedo. Constituye claramente un surco en el que se alcanzan los máximos espesores del Paleozoico inferior, el cual se representa casi completo. Hacia su parte externa los materiales paleozoicos se apoyan discordantemente sobre un substrato Precámbrico de naturaleza pelítica.

En cuanto al metamorfismo regional, el área de Tapia presenta un metamorfismo de bajo grado en facies de los esquistos verdes, encontrándose dentro del ámbito correspondiente a la Isograda de la clorita. No obstante, en el entorno de la playa de Represas se deja sentir un metamorfismo de contacto asociado a la cercana intrusión ígnea de Salave relacionada con el cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo.

3.1.- LITOESTRATIGRAFÍA

En el ámbito de este informe se reconocen la presencia de materiales de edad Cambro-Ordivícica, pertenecientes a las denominadas Serie de Los Cabos y a la Formación Agüeira, así como de materiales cuaternarios que conforman el recubrimiento superficial (Ilustración 3).

En cuanto a las rocas ígneas se observa la presencia de una granodiorita que se sitúa al Este del concejo, en la zona de Salave y la playa de represas.

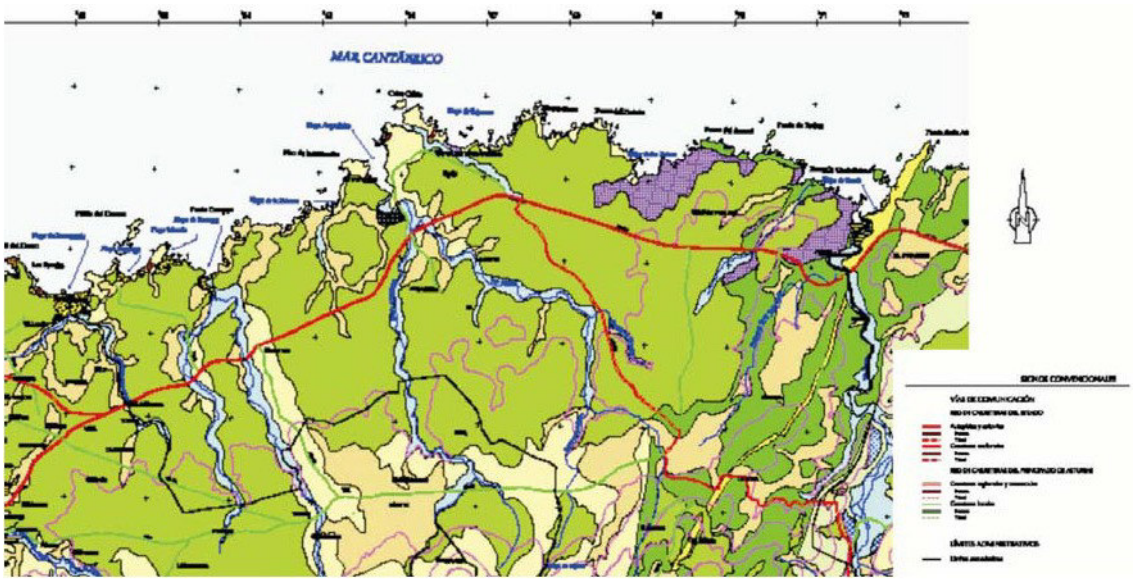


Ilustración 3.- Mapa Litológico. (Tomado de la Cartografía temática ambiental del Principado de Asturias).

3.1.1.- Serie de Los Cabos

Se sitúa por encima de las Caliza del Cámbrico inferior (Caliza de Vegadeo) y está constituida por una serie detrítica de varios miles de metros de espesor cuya edad está comprendida entre el Cámbrico Medio y el Ordovícico Inferior. Tal y como fue definida inicialmente la Serie de los Cabos, abarca desde la parte superior de los niveles de margas y pizarras arcillosas, ricas en Trilobites, que se superponen a la Caliza de Vegadeo, hasta las Pizarras de Luarca suprayacentes; actualmente ese gran conjunto litológico se ha dividido en una sucesión de rocas formada por una alternancia de areniscas, limolitas que constituye la actual Serie de los Cabos, y las pizarras negras denominadas como Formación Agüeira.

La Serie los Cabos presenta características diferentes en el Dominio de del Manto de Mondoñedo y en el del Navia y Alto Sil. En el Dominio del Manto de Mondoñedo, la Serie los Cabos exhibe, en términos generales, una litología más predominantemente pelítica que en el Dominio del Navia y Alto Sil.

Este conjunto litológico se encuentra a su vez dividido en varios miembros, que de más antiguo a más moderno toman las siguientes denominaciones:

• Pizarras con Trilobites. Presenta un contacto gradual con la Formación Vegadeo sobre la cual se sitúa, y está constituida por pizarras verdes y en ocasiones margas del mismo color; existiendo por otra parte delgados niveles de areniscas. En este miembro se han citado abundantes yacimientos fosilíferos de Trilobites y su espesor es de unos 200 metros si bien en algunos lugares podría ser mayor. La presencia de estos fósiles ha servido para datarla como Cámbrico medio.

• Capas de Bres. Posee un espesor de unos 800 metros constituido por areniscas blancas de grano fino que presentan unas características muy similares en todo el miembro.

• Capas de Taramundi. Se encuentra dividido en dos partes.

o Parte inferior de 100 metros de espesor constituido por alternancia de pizarras y areniscas. Las pizarras son más abundantes que las areniscas, y éstas se presentan en bancos delgados de 20 cm de espesor máximo.

o Parte superior de 1200 metros de espesor aproximado formado por pizarras grises azuladas con escasas laminaciones de areniscas. La naturaleza pizarrosa de esta parte superior es mayor que la parte inferior. Cerca del techo aparece una roca volcánica interestratificada y discontinua de naturaleza diafásica.

• Capas inferiores del Eo. Espesor de 200 metros formado por cuarcitas, areniscas y pizarras alternantes.

• Capas superiores del Eo. Constituyen el nivel culminante de la Serie de los Cabos y se trata de cuarcitas blancas de unos 50 metros de espesor. Este nivel es fácilmente observable y constituye un buen nivel de referencia.

El entorno de Tapia se encuentra sobre el miembro de Capas de Bres. Este miembro está constituido por areniscas y cuarcitas entre las que se intercalan algunas siltitas y pizarras. Las areniscas y cuarcitas son claras en corte fresco, con tonos grises o verdosos, de grano fino y espesores de estratos que oscilan entre los 10 y 40cm. Los estratos de estas areniscas suelen presentar una geometría tabular. En cuanto a las pizarras, estas son oscuras, grises o verdes, y suelen estar limitadas a espesores muy pequeños.

• Características sedimentológicas

Desde el punto de vista sedimentológico, la Serie de los Cabos se caracteriza por el desarrollo de sedimentos marinos poco profundos, depositados en medios de llanuras mareales a plataformas abiertas. La procedencia de los aportes terrígenos, al menos para las Capas de Bres, es del Este.

Las características sedimentológicas más importantes de los diferentes miembros de la Serie de los Cabos son:

• Las Pizarras con Trilobites poseen un alto porcentaje de barro (superior al 70%).

• Las Capas de Bres poseen un porcentaje de arena por lo general superior al 70%, no existiendo variaciones notables en composición con la salvedad de una intercalación pizarrosa. La geometría de las capas es claramente tabular y presentan estructuras inorgánicas, de la que la más frecuente es la laminación paralela, que aparece siempre, también se

observan de forma esporádica estratificaciones tabulares de bajo ángulo y menos frecuentemente laminaciones tipo “wavy”. La granoclasificación es prácticamente inexistente y se pueden llegar a observar lineaciones primarias de corriente y a veces ripples. La bioturbación es bajísima, no llegando al 10%.

• En las Capas de Taramundi el porcentaje de barro y limo sobre arena es superior al 80%.

• En las capas inferiores del Eo el porcentaje de arena sobre limo arcilla es muy elevado (mayor del 70%). La geometría de las capas suele ser tabular aunque puede llegar a ser irregular. Aparecen numerosas estratificaciones cruzadas tabulares y “through” de bajo ángulo. Los ripples son relativamente frecuentes y existen laminaciones paralelas y “wave”. La granoclasificación es escasa y la bioturbación llega hasta un 20%.

• Las cuarcitas de las capas superiores del Eo presentan una geometría tabular así como estratificación cruzada y laminación paralela. Contienen abundantes pistas fósiles, especialmente Cruziana.

3.1.2.- Formación Agüeira

Desde el punto de vista litológico se encuentra constituida por una alternancia de areniscas, limolitas y pizarras negras, presentándose localmente algún nivel de cuarcitas.

Las capas de arenisca muestran siempre una estratificación regular y su espesor es por lo general delgado, llegando raramente a sobrepasar los 50 cm. Dada su composición, estas areniscas pueden ser consideradas como grauwackas; están constituidas por granos detríticos cementados por una matriz arcillosa que en ocasiones representa más del 50% del total de la

muestra. Esta matriz es un agregado microcristalino compuesto por moscovita, clorita y cuarzo, y su composición original se encuentra alterada por el metamorfismo regional, el tamaño de grano es muy fino, ya que raramente superan la fracción correspondiente a la arena muy fina.

La relación arenisca o limolita/pizarra varía mucho de unas localidades a otras y cuando es muy baja, la diferenciación cartográfica de la formación puede legar a ofrecer dificultades.

Dado el contraste que representa en relación con el resto de las formaciones del Paleozoico inferior en la Zona Asturoccidental-leonesa, la característica más destacable de esta formación es su marcada carácter turbidítico.

3.1.3.- Complejo intrusivo de Porcía-Salave-Represas

Las rocas Plutónicas del Municipio de Tapia de Casariego comprenden los pequeños Plutones o Stocks de Salave y Porcía y el apuntamiento menor de Represas. Éstos afloran a lo largo de la franja costera, entre el río Porcía y Tapia de Casariego, muy próximos entre si y alineados en dirección Este-Oeste.

En torno a estas intrusiones se desarrolla una importante aureola de metamorfismo de contacto que no alcanza gran extensión en la parte de Porcía, pero que se prolonga notablemente hacia Tapia de Casariego.

Tanto la aureola como el conjunto de afloramientos plutónicos cortan las estructuras Variscas, de las cuales la más importante es el cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo, que aparece enmascarado por el Plutón de Salave en la zona costera.

Las intrusiones de Tapia representan las manifestaciones más internas del magmatismo Calcoalcalino tardivarisco, y están formadas por rocas de tipo gabroico y por variedades más ácidas, principalmente granodioritas.

• **Plutón de Salave**

Ocupa una superficie aproximada de 5 km2 y esta compuesto por granodioritas de grano medio formadas esencialmente por plagioclasa, cuarzo y feldespato potásico y biotita como mineral ferromagnesiano principal, y anfíbol subordinado.

En estas granodioritas se pueden observar frecuentes enclaves microgranudos de hábito redondeado y de color oscuro casi negro, y que en relación con la roca huésped estos enclaves son de tamaño de grano mas fino y de composición más básica, siendo comparables a las rocas granodioriticas que constituyen la parte norte del Plutón y el Stock de Porcía.

Este plutón intruye a favor de la intersección de dos juegos de fracturas, de dirección este-oeste y noroeste- suroeste. Las fracturas permanecieron activas antes, durante y después de la intrusión y enfriamiento del cuerpo ígneo, y los rejuegos posteriores de dichas fracturas facilitaron la circulación de fluidos hidrotermales. Estos fluidos hidrotermales dieron lugar a distintos tipos de alteración de la granodiorita, algunos de los cuales van sistemáticamente asociados a la mineralización metálica. El grado de alteración decrece al alejarse de las zonas ricas en minerales metálicos.

En el borde Este, tanto la intrusión de Salave como su areola de metamorfismo de contacto se encuentran afectadas por una importante alteración hidrotermal, con el que se asocia una rica mineralización en pirita, arsenopirita, molibdenita, estibina, esfarelita, así como oro diseminado, siendo el oro el principal elemento de interés económico, del cual se han estimado unas reservas de unos 50 t de oro metal.

Las principales alteraciones de la roca ígnea que se encuentran en Salave son:

• Alteración Potásica, con microclinización y biotización.

• Alteración Propílica

• Alteración Sericítico-Clorítica

• Albitización

• Alteración compleja durante la que se forman carbonatos, clorita y cuarzo, que es la que lleva asociada, preferentemente, la mineralización de sulfuros metálicos

Salave constituye un yacimiento importante, conocido a escala mundial, y explotado ya por los romanos.

La mineralización está geométricamente desarrollada en una sucesión vertical de cuerpos lenticulares e irregulares, con dimensiones de hasta 300 metros de largo por 80 metros de espesor, y con buzamientos de 40 a 500 hacia el Oeste-Noroeste, concordante con la dirección e inclinaciones de las estructuras locales.

Es importante destacar la relación entre el Oro y el máximo grado de alteración alcanzado por la granodiorita, que posee contenidos en ese metal superiores a 1 ppm.

En Salave existe una secuencia de repetición de cuerpos mineralizados a diferentes profundidades y se reconocen 3 niveles principales y otros menores situados entre ellos.

En la relación del Oro con el máximo grado de alteración se puede destacar:

• El Oro está íntimamente relacionado al mayor grado de alteración (Sericitación – Albitización).

• Se ha encontrado que su aparición no depende del espesor de esta alteración.

• Los fluidos hidrotermales debieron aprovechar el sistema de fracturas y la presencia del Cabalgamiento de Mondoñedo para dar lugar a la mineralización.

• La morfología irregular de los cuerpos alterados es consecuencia de la utilización de estas fracturas como vía de fluidos.

• Posteriormente movimientos a lo largo de las fracturas dan lugar a la situación actual, es decir, la presencia de cuerpos mineralizados de roca alterada y situados entre roca sin alterar y rocas con diferente grado de alteración.

• No hay relación entre la alteración clorítica y los contenidos en Oro.

Los cuerpos mineralizados son más ricos en Oro a medida que se avanza en profundidad, independientemente del espesor de éstos.

• Plutón de Porcía

El Stock de Porcía posee una superficie no superior a 1 km2, se encuentra limitado por el río Porcía y por la costa, se caracteriza por una gran diversidad petrográfica, con una transición continua entre los diferentes tipos.

La roca más representativa es un leucogabro de grano medio a fino, formado esencialmente por plagioclasa y minerales ferromagnesianos, como piroxenos, biotita o anfíbol, y como accesorios cuarzo y feldespato potásico. Tanto la textura como las proporciones relativas de los ferromagnesianos y de las plagioclasas varían notablemente, por lo que el conjunto se denomina gabro-dioritas, porque presentan características mixtas entre ambos tipos petrográficos.

• Granodiorita y brecha intrusiva de la playa de Represas

La playa de Represas se encuentra localizada al este de la población de Tapia de Casariego, en ella aflora la intrusión menor y más occidental del grupo de Porcía-Salave- Represas, y la brecha intrusiva desarrollada en su zona de contacto con los materiales arenosos y pelíticos de la Serie de los Cabos.

Esta intrusión está formada por una granodiorita porfídica, caracterizada por pequeños fenocristales de plagioclasa, y cuarzo idiomórfico, que destacan en una matriz afanítica de color gris oscuro.

En parte, dicha granodiorita presenta una alteración hidrotermal que se manifiesta principalmente en las plagioclasa y en el feldespato potásico, que aparecen sustituidos parcialmente por sericita, así como por la cloritización de la biotita.

El contacto de la granodiorita con los materiales peliticos de la Serie de los Cabos se caracteriza por el desarrollo de una brecha intrusiva, formada por fragmentos subangulosos y subredondeados de rocas sedimentarias o metasedimentarias del encajante, y en menor medida, por fragmentos ígneos derivados del borde de la intrusión, englobados por una matriz de naturaleza ígnea. Estos fragmentos pueden aparecer alterados, transformados térmicamente, o distorsionados debido al transporte sufrido dentro del sistema magmático de la intrusión.

En esta zona es difícil distinguir los materiales sedimentarios estefanienses de las brechas asociadas al emplazamiento de la granodiorita y que sitúan el contacto entre la Serie de los Cabos y la granodiorita; la ausencia de fósiles contribuye a dificultar la caracterización de estos materiales, sin embargo se puede observar que los materiales estefanienses de origen sedimentario se encuentran reducidos a un pequeño afloramiento de conglomerados situado en la zona entre mareas, en la proximidad de un pequeño islote que existe enfrente de la playa. Estos conglomerados están afectados por la intrusión, desarrollando metamorfismo de contacto.

3.2.- RECUBRIMIENTO CUATERNARIO

Está constituido por las llamadas Formaciones Superficiales, las cuales pueden ser de origen natural o de origen antrópico. Dentro de ellas podemos distinguir:

3.2.1.- Depósitos fluviales

Se trata de depósitos asociados a los cauces fluviales actuales constituidos por gravas y bolos heterométricos formados por cuarcitas, areniscas y pizarras, dependiendo del área madre, englobados en una matriz limo-arcillosa.

Los ríos y arroyos presentan en la región estudiada unos depósitos superficiales con potencia media próxima al metro, a excepción del Río Porcía que presenta una potencia de 8 metros.

3.2.2.- Depósitos litorales

Se trata de depósitos actuales de playas, relleno de rías y estuarios. Son depósitos variables que pueden ser de naturaleza arenosa, arenosa-limosa o limosa con alto contenido en agua, en algunas ocasiones, y de origen mixto

(continental -marino) o marino con abundantes rastros de conchas y arenas bien gradadas de cuarzo. El contenido en cantos es variable.

3.2.3.- Terrazas fluviales

Están Formadas por acumulaciones de cantos redondeados y heterométricos (desde 2-3 cm hasta 25 cm) de Cuarcita, englobados en una matriz arenosa a arenosa limosa.

3.2.4.- Depósitos de Rasa

La Rasa se produce por erosión marina en una zona en la que fenómenos litológicos y tectónicos -materiales de fácil alterabilidad y presencia de numerosas fracturas con materiales milionitizados- han facilitado los procesos abrasivos del Mar Cantábrico.

La rasa se podría definir como una superficie de erosión con depósitos de arenas y cantos con claros indicios de abrasión marina. El espesor de los depósitos suele ser menor de 1-2 m.

El segmento costero se labra sobre un acantilado, cuyas alturas oscilan entre los 12 y 40 m de desnivel en relación con su límite interno de plataforma de abrasión. Son varios los niveles de rasa, que se solapan irregular y poco marcadamente: 12 m, 20 m y 40 m entre los más importantes. Los depósitos superficiales, ligados a estas antiguas superficies de abrasión marinas, son extraordinariamente frecuentes, llegando en muchos casos a aflorar en el propio acantilado. Son sedimentos groseros, en la mayor parte de los casos, constituidos por cantos, gravas con terrazas fluviales, playeros de cantos, coladas de solifluxión, depósitos de ladera y dunas eólicas arenosas colgadas.

3.2.5.- Depósitos eluviales

Conocido como cuaternario eluvial o eluviones, resulta de la alteración "in situ" del substrato rocoso y por tanto su composición variará en función de la naturaleza del mismo.

Los originados a partir de las pizarras y limolitas de la Formación Agüeira son arcillosos y pueden englobar, como relictos, pequeños cantos planos de pizarras o limolitas, normalmente tienen escaso desarrollo en profundidad.

Los que se desarrollan sobre los paquetes de areniscas de la Formación Agüeira y de la Serie de los Cabos son de naturaleza limosa, limoso-arcillosa o limoso-arenosa, presentan como relictos cantos de areniscas o cuarcitas, manteniéndose en ocasiones perfectamente conservados los diques de cuarzo que en ocasiones se intruyen en estas formaciones, estos últimos tienen un mayor desarrollo y pueden superar con cierta frecuencia los 2-3 m de espesor.

3.2.6.- Derrubios de ladera

Son poco frecuentes porque los fenómenos de ladera no son importantes en la zona de estudio ya que no hay suelos de espesores considerables.

Se trata de depósitos de aspecto similar a los coluviones pero más inestables y caóticos. Su naturaleza dependerá de la zona de donde provengan.

3.2.7.- Depósitos coluvionares y coluvio-aluvial

Se localizan sobre laderas con fuertes pendientes.

Son depósitos derivados de los procesos de meteorización del substrato rocoso y posterior transporte y acumulación, debido a la dinámica gravitacional.

Son poco abundantes en la zona estudiada, con espesores que oscilan entre 1 y 5 m.

Se trata de depósitos formados por cantos angulosos y heterométricos de composición variable, dependiendo de la naturaleza de la roca madre, así, pueden estar constituidos por cantos de cuarcitas, areniscas y/o pizarras, en matriz arcillo-arenosa.

3.2.8.- Rellenos antrópicos

Los únicos rellenos antrópicos que se observan en el mapa 1:25.000 (10-IV) de la Cartografía Temática de Tapia realizado por el INDUROT se encuentran en la playa de Anguileiro, dichos depósitos se localizan tras los meandros de desembocadura de dicho río.

Estos depósitos se encuentran relacionados con la gran urbanización que posee la playa, que hace que sea la playa urbana por excelencia del Concejo de Tapia.

3.3.- TECTÓNICA

3.3.1.- Generalidades

Como ya se ha comentado anteriormente, el Municipio de Tapia se enmarca dentro de la Zona Asturoccidental-Leonesa (Lotze, 1945; Julivert, 1962), y dentro de esta en el borde oriental de la Unidad del Manto de Mondoñedo y el borde occidental de la Unidad del Navia y Alto Sil.

Cabe destacar el cabalgamiento basal de la Unidad del Manto de Mondoñedo, se trata de una fractura mayor del orógeno que separa ésta Unidad de la Unidad del Navia y Alto Sil.

Las características estructurales de estas dos Unidades difieren entre sí considerablemente. La Unidad del Manto de Mondoñedo está constituida por un importante apilamiento de pliegues acostados e isoclinales de gran tamaño, deformados a su vez por un gran sinforme suave, en la parte oriental y un antiforme algo más agudo en la occidental. Por el contrario, la Unidad del Navia y Alto Sil presenta pliegues de tamaño menor y más abiertos, no produciéndose apilamiento de pliegues del tipo del que se forman en la Unidad del Manto de Mondoñedo y disminuyendo en gran parte el carácter acostado de estos.

El conjunto de estructuras de esta zona permite deducir que la deformación es el resultado de tres fases principales.

3.3.2.- Fases de deformación.

La primera fase da lugar a pliegues apretados o isoclinales vergentes hacia el este y que llevan siempre asociada una foliación tectónica primaria (S1), que adquiere un carácter generalizado en la zona. Los pliegues existentes se desarrollan, en la parte inferior de la Serie de los Cabos y principalmente en las Capas de Bres y poseen diversos ordenes de tamaño, estos pliegues son en general asimétricos, cilíndricos y de morfología tipo “Chevron” o similar con dirección general NNE-SSW.

La segunda fase de la deformación dio lugar a cabalgamientos vergentes también hacia el este, la relación temporal de estas estructuras respecto a las anteriores queda puesta de manifiesto por los datos cartográficos y, sobre todo, por la superposición de las estructuras menores.

La foliación asociada a esta deformación es un clivaje de crenulación (S2). Se trata exclusivamente de pliegues menores muy numerosos que llevan asociada una esquistosidad de crenulación, no observándose ningún pliegue a escala cartográfica. Por lo tanto esta segunda fase da lugar a cabalgamientos y

a estructuras menores, con morfologías tipo “Kink” o “Chevron”, acompañados por la citada esquistosidad de crenulación.

En general los cabalgamientos cortan a los pliegues de la primera fase y están deformados, junto con ellos, por las estructuras de la tercera fase.

La tercera fase da lugar a pliegues suaves de gran longitud de onda y de planos axiales subverticales o fuertemente inclinados hacia el sureste. Estos pliegues muestran una notable asimetría, de forma que los flancos cortos se disponen subhorizontales o suavemente inclinados al sureste mientras que los flancos largos adquieren posiciones fuertemente inclinadas, estos pliegues deforman a las estructuras anteriores y son los responsables de su disposición actual, llevan asociado un clivaje de crenulación (S3), el cual se desarrolla de forma más local que la S1.

Acompañando a estos pliegues mayores se desarrollan a veces estructuras menores, principalmente pliegues acompañados por una esquistosidad de crenulación.

Debido a las deformaciones anteriores, los efectos producidos por esta tercera fase son difíciles de detectar.

Posteriormente existen una serie de deformaciones menores que producen pocas modificaciones en la estructura general, siendo las causantes de los cabeceos de los pliegues de primera fase.

3.3.3.- Tectónica Regional

La estructura de esta zona se caracteriza por la existencia de una serie de grandes pliegues de Fase 1 que de oeste a este son: El anticlinal del Eo, el sinclinal de Serantes, el anticlinal de Tapia y el sinclinal de Mántaras. Estos pliegues vergen siempre hacia el SE, pero sus superficiales axiales poseen una fuerte inclinación hacia el NW (Ilustración 4).

Los pliegues menores formados en relación con estas grandes estructuras son numerosos y tienden a localizarse próximos a la zona de charnela de los pliegues mayores, lo cual es especialmente espectacular en el anticlinal de Tapia (Bastida, F. y Pulgar, J. A. (1978)).

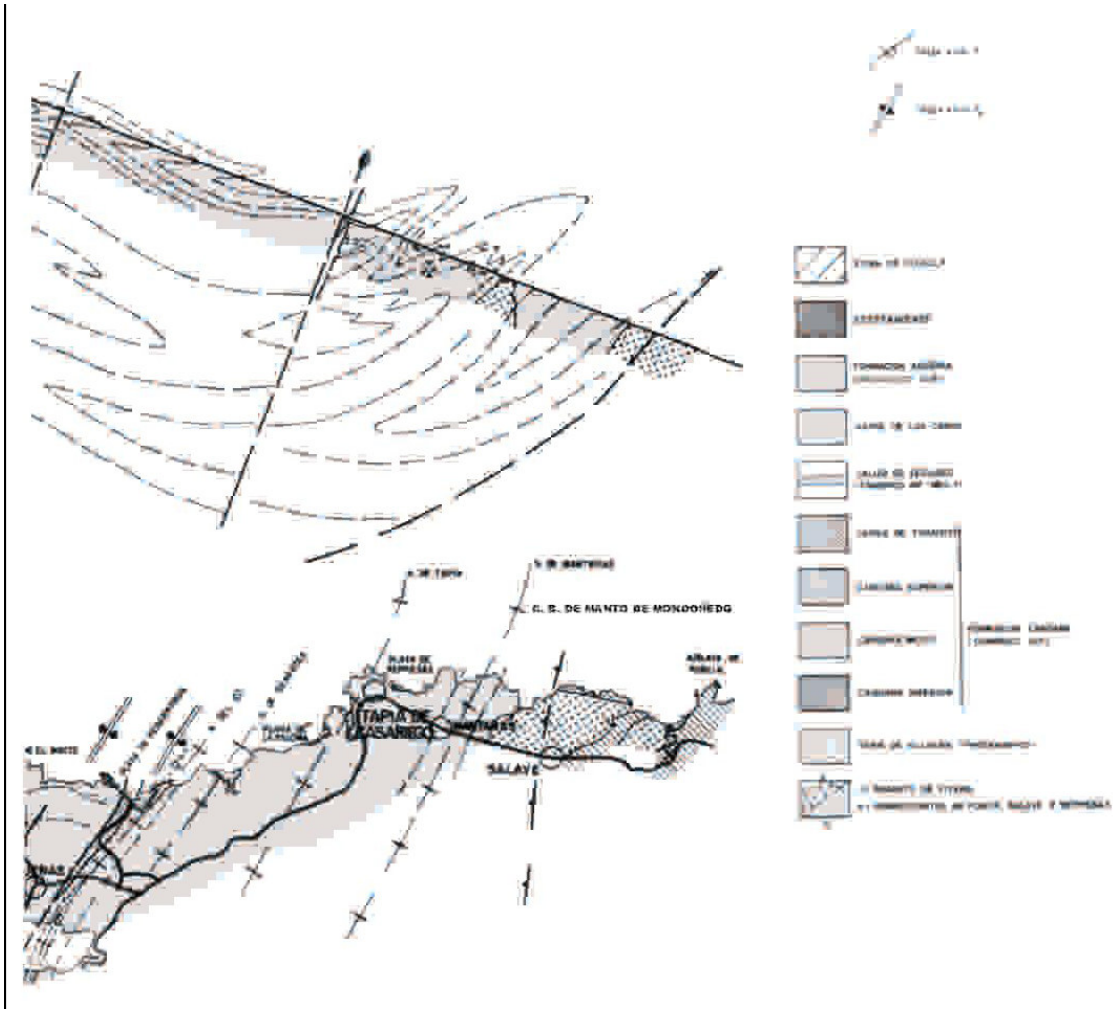


Ilustración 4.- Corte Geológico de la Zona de Estudio (Bastida, F. y Pulgar, J. A. (1978)).

Estas estructuras generadas durante la primera fase de deformación se encuentran cortadas al oeste por un importe cabalgamiento que superpone los materiales Cámbricos de la Serie de los Cabos sobre los del Ordovícico Superior (Formación Agüeira). Este cabalgamiento no es visible en la costa debido a la intrusión posterior de la granodiorita de Salave, pero fue definido en el interior como Cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo, y se le atribuye a una segunda fase de deformación (Marcos, 1973).

Este cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo se corresponde con una importante fractura, originada como ya se ha dicho durante la segunda fase de deformación. El plano de fractura presenta una dirección NNE – SSE, vergente al Este, con un trazado que se continúa al Sur por el cabalgamiento de Ponferrada, mientras que al Norte, en las proximidades de la costa, la superficie de cabalgamiento es interrumpida por la intrusión de Salave.

Las estructuras de fase 3 no se manifiestan dentro de este sector, si bien todo él forma parte del flanco oriental de un gran sinforme.

La Tectónica de ésta zona se encuentra marcada por uno de los grandes pliegues que conforman la Unidad del Manto de Mondoñedo: el Anticlinal de Tapia. Es este un gran pliegue asociado a la primera fase de deformación (F1) vergente hacia el SE, con su superficie axial inclinada hacia el NO. Este pliegue, junto con el sinclinal de Mántaras (algo más al Este), vieron modificada durante la segunda fase de deformación (F2) su morfología inicial de pliegues tumbados con el emplazamiento de los cabalgamientos, en especial el basal del manto de Mondoñedo, que dieron lugar a su verticalización y apretamiento.

Además de este gran pliegue, existen otros menores con dimensiones y características variadas. Se encuentran así, además de los kilométricos, otros con amplitud de flancos de centenares de metros, y otros con longitudes de flancos que oscilan entre los 4 y 12 metros, siendo estos últimos los más visibles por su escala, soliendo situarse en las charnelas de otros de mayor amplitud.

Asociada a las diferentes fases de deformación se desarrolla una esquistosidad, que en las cuarcitas y areniscas competentes aparece como esquistosidad de fractura.

Por último, existe una deformación tardía a la que se encuentran asociada las fallas y las diaclasas.

3.3.4.- Neotectónica y Riesgo sísmico

La actividad tectónica actual puede considerarse mínima, salvo pequeñas repercusiones marginales asociadas a fenomenología reciente como es el caso de los recientes fenómenos sísmicos (en concreto los del 22 de Mayo de 1997 que alcanzaron una magnitud de 5,1 en la escala de Richter; 5,3 según el USGS) que han tenido cierta notoriedad, y cuya naturaleza es actualmente objeto de estudio.

Así mismo, también recientemente, se ha propuesto un incremento del riesgo sísmico en toda él área cantábrica en relación con la Falla de Ventaniella, incremento que en la actualidad todavía es difícil de evaluar (Lobato, 1990).

En cualquier caso, y aún teniendo en cuenta las posibles modificaciones que se puedan realizar, el riesgo sísmico del área, según lo dicho y si la ubicación o las características de las obras proyectadas lo exigiesen, se deberán considerar las acciones sísmicas en los cálculos del proyecto, de acuerdo con lo dispuesto en la normativa vigente al respecto.

En este sentido, el RD 997/2002, aprueba la vigente Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSR-02), en la que se establece que no es de obligatoriedad la aplicación de la citada Norma en aquellas construcciones donde el valor de la aceleración sísmica, ac, obtenido del mapa de peligrosidad sísmica (Ilustración 5), sea inferior a 0,04 g.

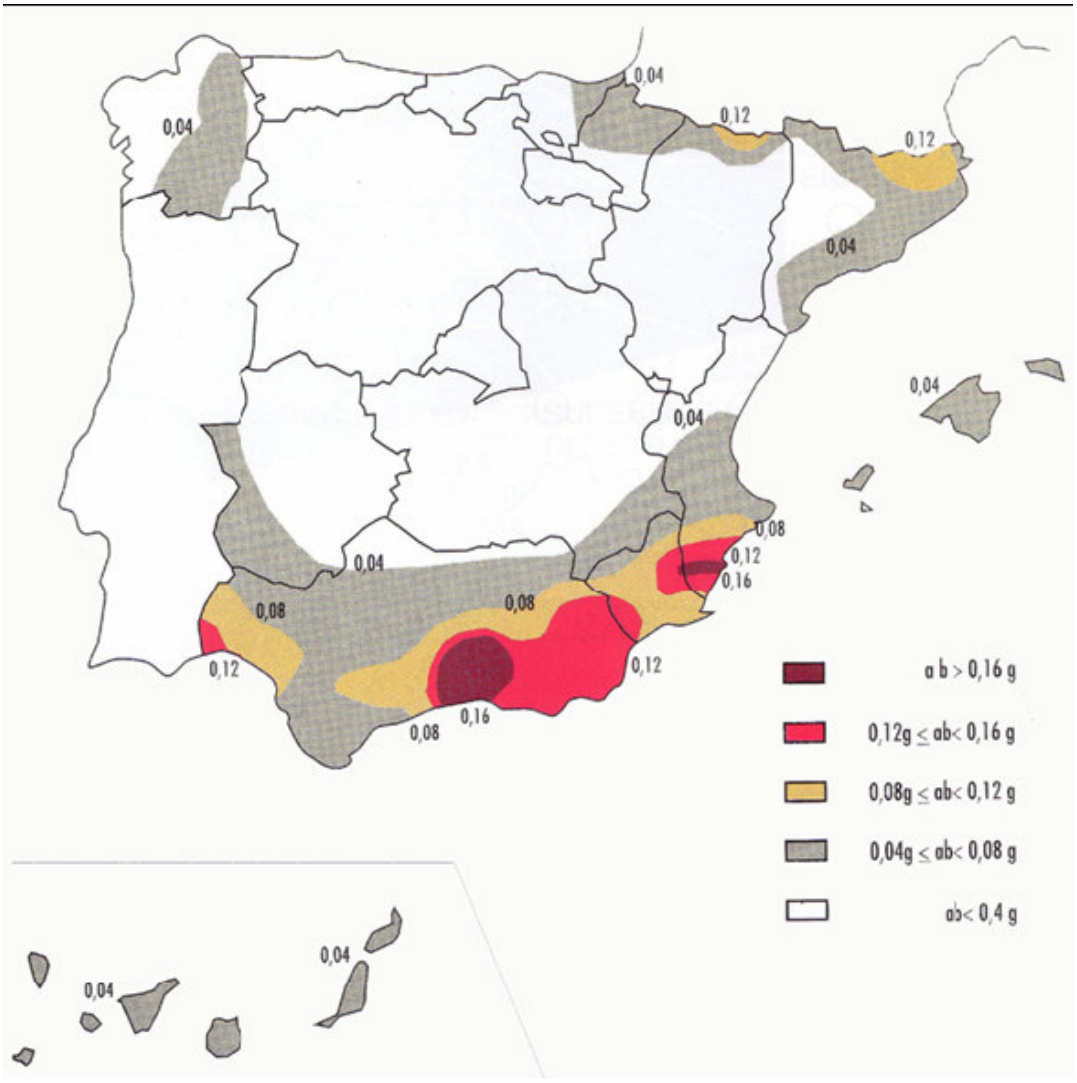


Ilustración 5.- Mapa de peligrosidad sísmica.

El Concejo de Tapia de Casariego presenta, según el citado mapa, un valor de la aceleración sísmica expresada en relación con el valor de la aceleración de la gravedad inferior a 0,04, por lo que, si bien el riesgo sísmico no es nulo, no se deberá tener en cuenta el mismo.

4.- HISTORIA GEOLÓGICA

Desde finales del Precámbrico al Devónico superior, desde 570 a 345 millones de años, la Cuenca Cantábrica Asturiana corresponde a una extensa plataforma epicontinental estable de gradiente débil y dominada por el oleaje,

sobre la que existen localmente depresiones o surcos más profundos, tal es el caso de la Zona Asturoccidental Leonesa que funcionó como un surco subsidente al menos durante el Ordovícico superior.

En general y para este largo período de tiempo, las sucesiones sedimentarias se acumulan sobre la mencionada plataforma en forma de una cuña sedimentaria que se adelgaza progresivamente hacia el E, sucediéndose depósitos carbonatados originados dentro de la misma cuenca, con otros siliciclásticos procedentes del exterior de la misma y derivados de una zona emergida situada al E. Desde este área madre, que correspondería a una zona ubicada actualmente al E de Asturias, la dispersión de sedimentos es centrífuga.

En el Devónico superior la parte más profunda de la cuenca se sitúa hacia la zona externa del actual "arco astúrico".

Durante el Terciario superior y cuaternario, tuvieron lugar distintos procesos morfogenéticos que originaron las "rasas" o plataformas de abrasión marina, instalación de la red fluvial, modelados glaciar, periglaciar, kárstico, etc., que con su acción conjunta y continua, modelan definitivamente el actual paisaje de la zona cantábrica asturiana.

5.- HIDROGEOLOGÍA

En las unidades Hidrogeológicas definidas por el IGME la región estudiada pertenece a la Unidad Paleozoica de tipo Fisural (Ilustración 6).

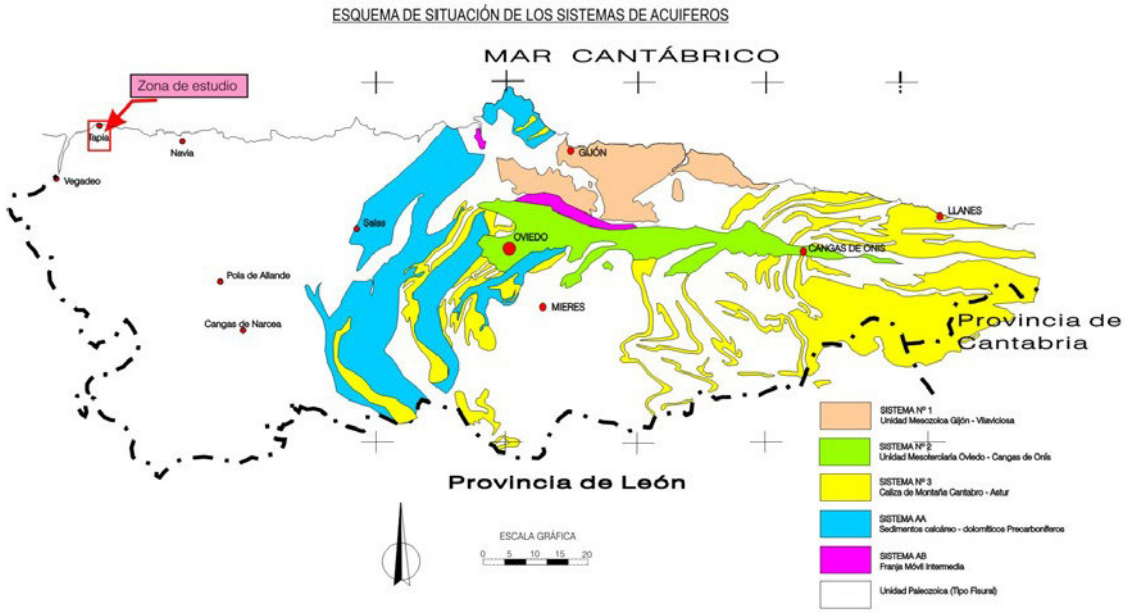


Ilustración 6.- Mapa de Unidades Hidrogeológicas de Asturias.

Está unidad no tiene definidos acuíferos, debido a que el sustrato rocoso está compuesto por materiales impermeables o de muy baja permeabilidad; no obstante existen pequeños acuíferos relacionados con procesos de fisuración por fracturación de las rocas. La fracturación más importante en nuestra zona de estudio, es el Cabalgamiento Basal del manto de Mondoñedo, con lo cual en su entorno es muy probable la existencia de acuíferos locales de ese tipo.

Por otra parte, también existen acuíferos relacionados con formaciones superficiales, tanto depósitos de rasa, como aluviales y coluviales.

6.- PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

En Tapia de Casariego se localizan dos Puntos de Interés Geológico, uno de ellos en la propia localidad de Tapia y el otro en la desembocadura del río Porcía, límite entre los concejos de Tapia de Casariego y El Franco, además se menciona la propuesta de un nuevo Punto de Interés Geológico en Campos de Salave.

6.1.1.- Rasas de Tapia

Dentro de la región estudiada, es considerado como Punto de Interés Geológico el área denominada “Rasas de Tapia” por su interés geomorfológico y tectónico alto, interés petrológico y minero medio e interés estratigráfico bajo.

Dentro de la denominación de “Rasas de Tapia” ((0 - H.3 – 156) IGME) se incluyen las playas, la costa acantilada y las estructuras menores del Cámbrico-Ordovícico.

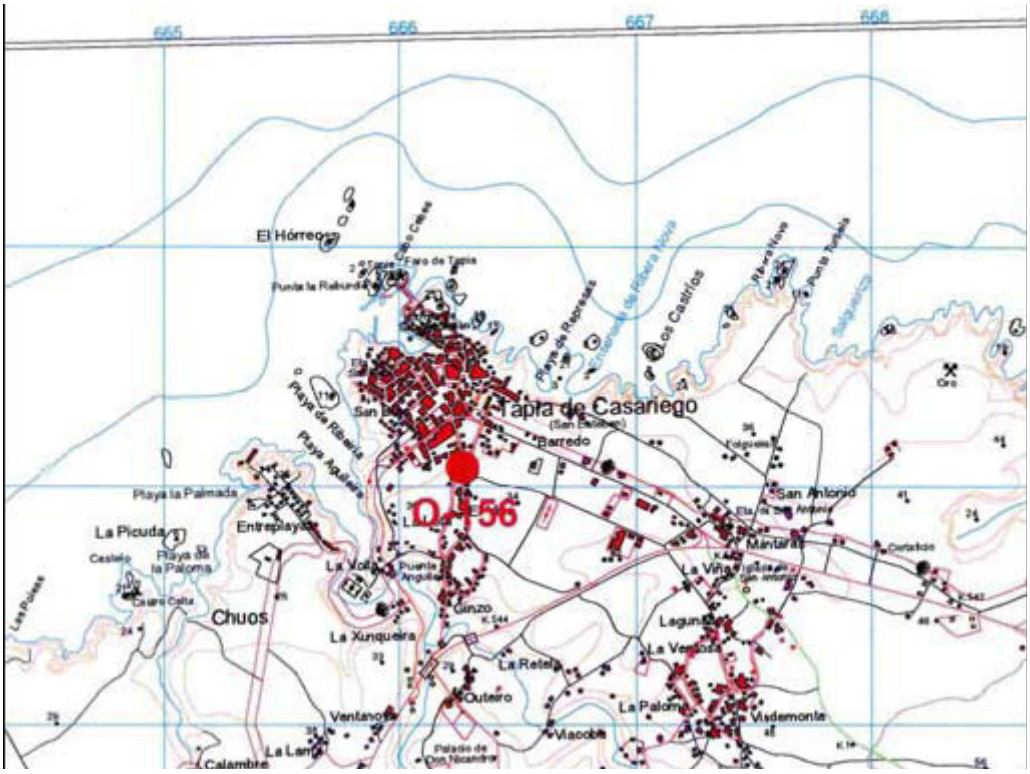


Ilustración 7.- PIG Rasas de Tapia.

En Tapia la anchura de la rasa es de 5 km, con una pendiente hacia el mar del 1,8%, decreciendo también hacia el Oeste la altura de los acantilados, pero con un gradiente mucho menor.

Una de las playas incluidas es la de Represas. Se trata de una playa formada por arenas y cantos de composición silícea y color tostado. Se la considera como una playa estable y genéticamente como encajada.

También se encuentra incluida dentro de esta denominación una serie de playas sólo visibles prácticamente en bajamar y que reciben los nombre locales de Playa Pequeña y Playa Mediana.

Por ultimo la playa de "La Grande o Anguileiro", en la que desemboca el río del mismo nombre y la playa de la Paloma. Ambas son playas de suave pendiente y de arena fina silicio-calcáreas de color tostado, también consideradas estables y genéticamente encajadas.

6.1.2.- Desembocadura del río Porcía

Se considera también como punto de Interés Geológico la "Desembocadura del río Porcía" (0 – H3 – 153) IGME), por su interés geomorfológico alto, tectónico y petrológico medio, y estratigráfico y minero bajo.

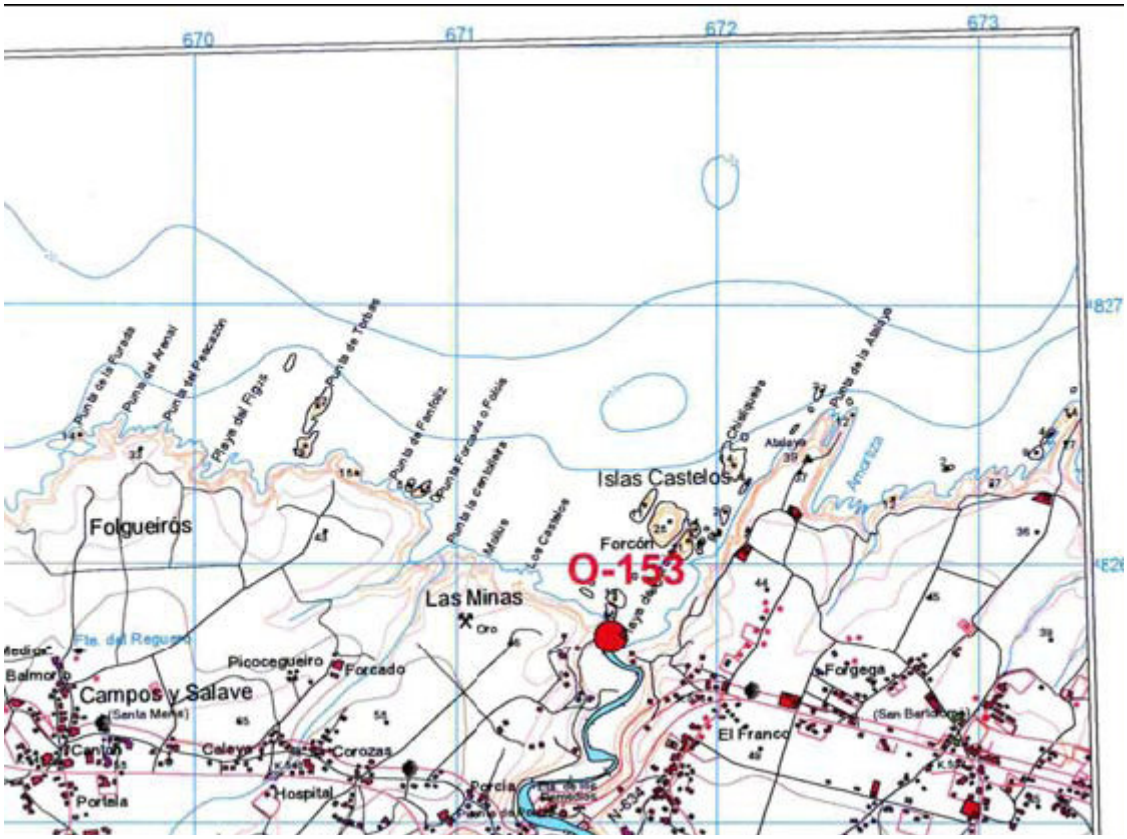


Ilustración 8.- PIG Río Porcía.

El río Porcía posee un cauce de corto recorrido, aproximadamente 20 km, nace en Fuentesagrada y se le considera como una pequeña corriente de carácter estrictamente fluvial.

Su valle fluvial se encuentra en un pasillo pizarroso enmarcado por un frente y dorso cuarcíticos. Se trata de un paraje de gran belleza, formado por un amplio meandro en la parte oriental para transcurrir paralelamente por detrás de la berma de cantos de la playa y desembocar por la parte occidental de la playa.

La playa está formada por arena muy gruesa y cantos rodados cuarcíticos de color oscuro. Es una playa estable y se encuentra en el fondo de la ensenada de Porcía, limitada por la punta de la Atalaya y la punta de la Centolleira. En su interior destacan los islotes de Boy y los de los Castelos.

Al oeste de la desembocadura existen las antiguas explotaciones de hierro de Porcía. Se trata de un yacimiento sedimentario estratiforme de hierro, oligisto oolítico, interestratificado en las cuarcitas de la Formación Agüeira.

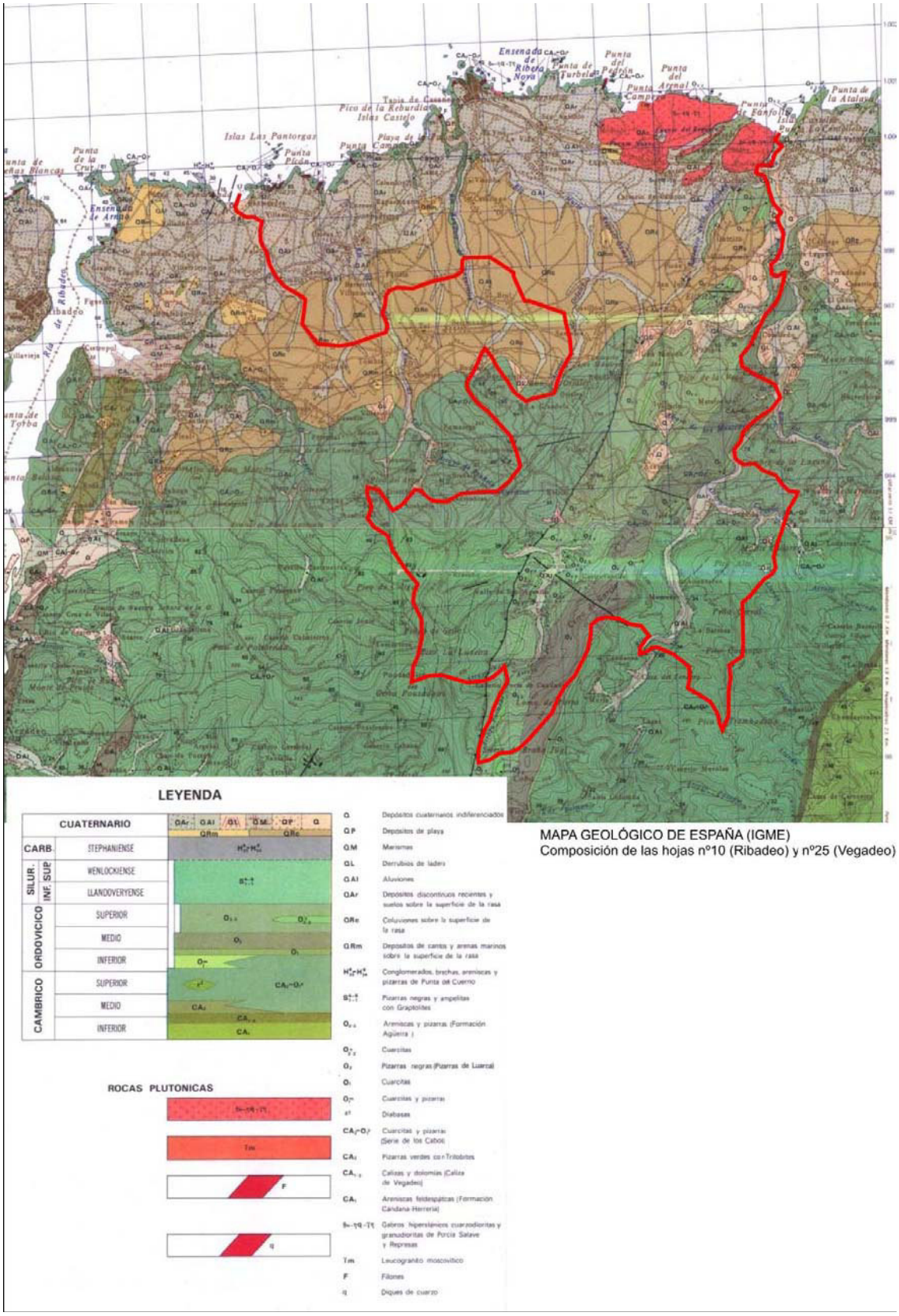
La evolución del borde costero de esta zona se caracteriza, como el resto de puntos de la franja costera del concejo de Tapia, por la presencia de una superficie de enrasamiento marino (Rasa) y el posterior encajamiento de valles y formación de rías, en cuyos bordes aparecen depósitos situados a alturas inferiores a las de la propia Rasa.

La Rasa en esta zona presenta una inclinación hacia el mar igual que la de Tapia (1,8%), siendo en Porcía la altura del acantilado de 100 m, disminuyendo progresivamente hacia el Oeste, hasta los 70 – 80 metros en la playa de Anguileiro.

En la orilla derecha de la bahía del río Porcía existen depósitos formando dos niveles, a 13-14 m y a 6 m sobre el nivel del mar; por analogía con los depósitos de la Asturias oriental, corresponderían respectivamente a las interglaciares de Mindel – Riss y Riss –Würm.

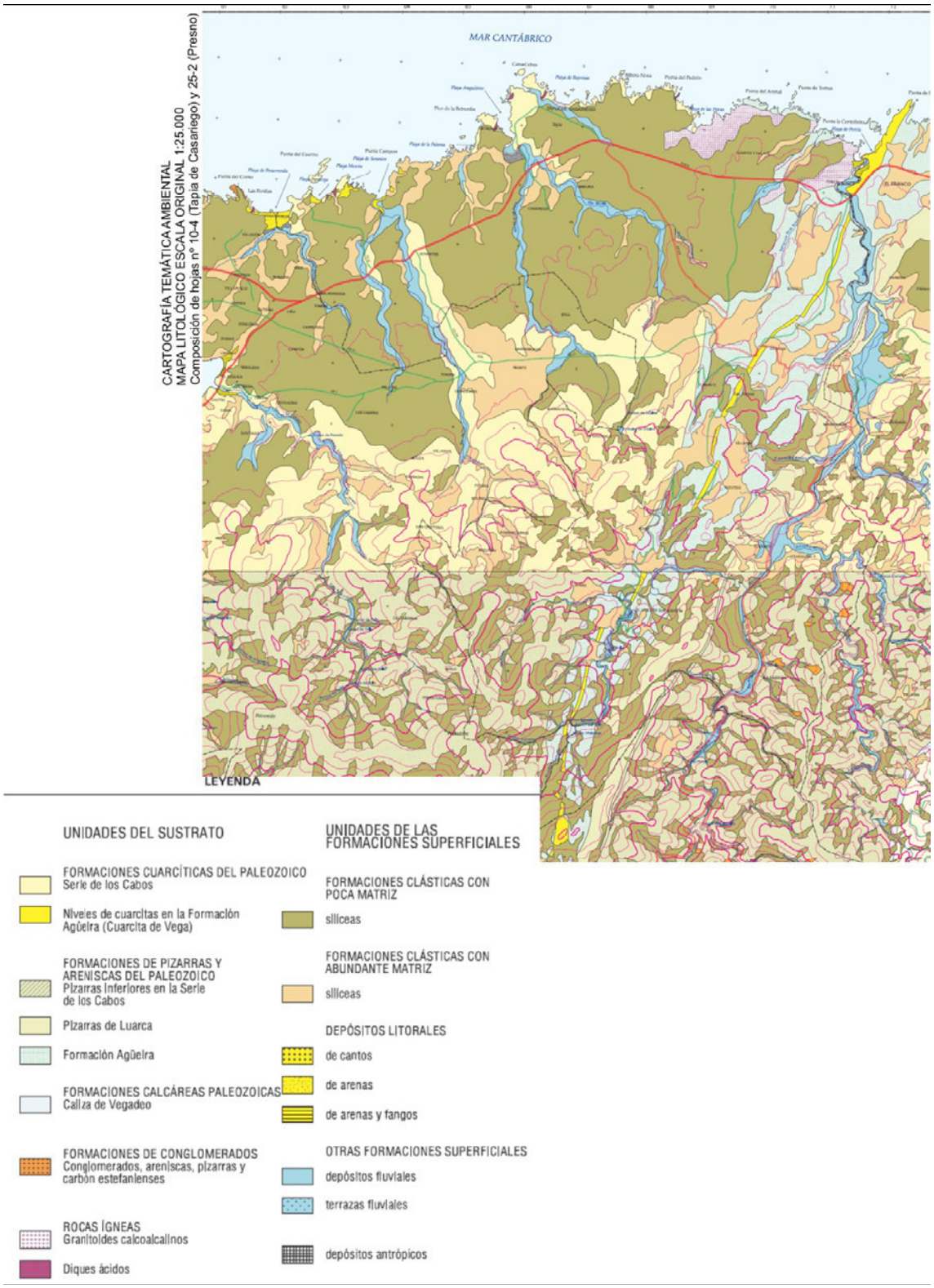
El pequeño stock de Porcía corresponde a rocas de tipo gabro-dioritas y presentan variados ejemplos de enclaves (xenolitos) derivados de rocas igneas, sedimentarias o metamórficas englobadas por el magma al ascender y/o emplazarse. El efecto térmico provocado por la intrusión y metamorfismo de contacto, se puede ver en las pizarras encajantes al aparecer en ellas granates, quiastolitas, etc. Finalmente, destaca el aspecto externo de este tipo de rocas, que presentan la meteorización característica de rocas graníticas con morfología aborregada y disyunción en bolas.

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. ESCALA ORIGINAL 1:50.000 (IGME.)



MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (IGME)
Composición de las hojas nº10 (Ribadeo) y nº25 (Vegadeo)

CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DE ASTURIAS.MAPA LITOLÓGICO. ESCALA ORIGINAL 1:25.000 (INDUROT).



B.- GEOTÉCNIA

INDICE

B.- GEOTÉCNIA

1.- SONDEOS DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO CON EXTRACCIÓN DE TESTIGO CONTINUO.

2.- ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA (D.P.S.H.).

3.- CALICATAS MECÁNICAS.

4.-.CUADRO RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO.

5.- DESCRIPCIÓN PERFILES GEOLOGÍCO-GEOTECNICO.

6.- UNIDADES DE OBRA.

6.1.- NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO EN E.D.A.R. EXISTENTE. RAPALCUARTO.

SONDEO S-RA-XU-01

6.2.- HINCA BAJO CARRETERA LOCAL Y RÍO ANGILEIRO

SONDEOS S-RA-XU-03 Y S-RA-XU-04

6.3.- BOMBEO EXISTENTE. XUNGUEIRA.

SONDEO S-RA-XU-02.

6.4.- NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO, POLÍGONO. NUEVO COLECTOR DE IMPULSIÓN.

SONDEO S-PO-SE-01.

6.5.- NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO EN E.D.A.R. EXISTENTE SERANTES.

SONDEO S-SE-RA-01

6.6.- NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO MANTARAS

SONDEO PD-PT-DP-01.

6.7.- NUEVA DEPURADORA ALTERNATIVA 5.

SONDEOS S-PT-DP-03, S-PT-DP-02 Y S-PT-DP-04.

PENETROMETRO PD-PT-DP-02.

6.8.- EVALUCIÓN GEOTÉCNICA DEL TRAZADO.

CALICATAS CA-PO-SE-01, CA-SE-RA-01, CA-RA-XU-01 Y CA-PT-PD-01

7.- CONCLUSIONES.

7.1.- CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.

7.2.- REUTILIZACIÓN DE MATERIALES.

7.3.- EXCAVABILIDAD.

7.4.- ATALUZADOS.

7.5.- TENSIÓN ADMISIBLE (q_{adm}).

7.6.- COEFICIENTE DE BALASTO (K_{30}).

7.7.- NIVEL FREÁTICO.

7.8.- AFECCIÓN SÍSMICA.

PLANOS

PLANO Nº1.- PLANTA DE SITUACIÓN DE SONDEOS GEOTÉCNICOS, CALICATAS MECÁNICAS Y ENSAYO DE PENETRACIÓN CONTINUA (D.P.S.H.) Y PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS.

PLANO Nº2.- PERFILES GEÓGICO-GEOTÉCNICOS.

ANEJOS

a) COLUMNAS LITOLÓGICAS.

b) FOTOGRAFÍAS DE LOS TESTIGOS.

c) CALICATAS MECÁNICAS.

d) ENSAYO DE PENETRACIÓN DINAMICA CONTINUA (D.P.S.H.)

e) ENSAYOS DE LABORATORIO.

1.- SONDEOS DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO CON EXTRACCIÓN DE TESTIGO CONTINUO

Se han afectado 10 sondeos geotécnicos con extracción de testigo continuo, con distintos objetivos; según las distintas unidades de obra a ejecutar.

En los sondeos, se han perforado los suelos y realizado ensayos standard de penetración (SPT), a fin de determinar los grados de compacidad, y el sustrato rocoso, constituidos en la mayor parte de los casos por rocas cuarcíticas, pizarras y areniscas.

Se han obtenido parámetros del macizo rocoso R.Q.D. (Rock, Qualiti, Designation), y grado de alteración según la clasificación I.S.R.M. (Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas).

2.- ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA (D.P.S.H.)

Se ha realizado (1) un ensayo de penetración dinámica continua (D.P.S.H.), según normativa.

El ensayo se ha realizado con una máquina Rolatec, con el siguiente equipo de ensayo:

El ensayo de penetración dinámica, ha sido realizado siguiendo la norma UNE-103801 de mayo de 1993, en la que se especifican las dimensiones y las masas de los materiales a utilizar. Estas características se exponen a continuación:

CONO DE PENETRACIÓN

Dimensiones:

-Área de sección: 20 cm^2

-Diámetro: 50,5 mm.

-Longitud de la parte cónica (L1): 25 mm.

-Longitud de la parte cilíndrica (L2): 50 mm.

-Longitud de la parte troncocónica (L3): 50 mm.

VARILLAJE (Varilla de acero macizo)

-Diámetro (D): 34 mm.

-Masa (máxima): 8 Kg/m.

-Deflexión (máxima) (d): 0,2%

-Excentricidad en las conexiones (máxima) (E): 0,2 mm.

DISPOSITIVO DE GOLPEO

-Maza (masa): 63,5 Kg +- 0,5 Kg

-Altura de caída: 750 mm.

-Cabeza de impacto (d): 100 mm.

-Masa total dispositivo de golpeo: <115 Kg

Mediante el ensayo se obtiene, un registro cada 20 centímetros, de profundidad, del parámetro N_{20}, hasta obtener rechazo.

El parámetro N_{20}, se evalúa según la formulación de la Holandres, obteniéndose la resistencia a la penetración (Rd). Así mismo, existen diversas correlaciones con el parámetro N_{30} del (S.P.T.), Standard Penetration Test, en función de las distintas litologías.

3.- CALICATAS MECÁNICAS

Se han efectuado (4) calicatas mecánicas **(Las calicatas realizadas se han hecho en los puntos indicados en los planos nº4, nº5 y nº6 enviados por INGIOPSA),** con pala mixta, a fin de determinar, en diversos puntos del trazado de los colectores, parámetros de obra, es decir excavabilidad, presencia de agua en el subsuelo y estabilidad de taludes (a corto plazo), lo cual da idea del grado de compacidad y si existen o no una cierta proporción de arcillas.

Las calicatas evalúan la dificultad y volúmenes de excavación así como la existencia a cota de apoyo de las futuras canalizaciones, terrenos de desigual deformabilidad que puedan inducir a deformaciones y fisuración de las mismas.

4.- CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

RESUMEN RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO REALIZADOS EN LA CAMPAÑA GEOTECNICA PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS)

Referencia Cliente								Densidad		L. Atterberg			Gran. Tamiz													Resistencia a la tracción. Brasileño (Mpa)	Resist. a la carga puntual	C. Simple roca	C. Simple suelo		Edómetro	Proctor modificado	Permeabilidad suelos	Densidad y porosidad en rocas	Contenido en agua en rocas	Permeabilidad rocas	Resistividad eléctrica de un suelo Ohmios-m	Agresividad terreno			Abras. Cerchar		DUREZA CERCHAR DIN (MEDIO)	Agresividad del agua (según EHE 08)							Corte Directo		
Muestra sondeo	Cotas	Tipo de muestra	Referencia	Humedad Natural %	Hinchamiento libre (%)	Densidad Aparente g/cm3	Peso específico de un suelo g/cm3	Dens. Humeda gr/cm3	Dens. seca gr/cm3	Límite líquido	Límite plástico	Indice plasticidad	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,16	0,08		Compresión simple (Kg / cm2)	Rotura a Compresión uniaxial (Mpa)	Rest. a compresión simple Kpa	Deformación %			Indice de huecos					Acidez Baumann Gully (ml/kg)	Contenido en ion sulfato (mg/kg)	Grado de agresividad	Indice Abrasiv.	Clasificación		PH (mg/l)	CO2 Agresivo (mg/l)	Ion Amonio (mg/l)	Ion Magnesio (mg/l)	Ion Sulfato (mg/l)	Residuo seco (mg/l)	Grado Agrasividad	Cohesión Kpa	Angulo rozamiento º
S-RA-XU-01	4,4-5	MI																																												15	22,2
S-RA-XU-02	3-3,6	MI								.....	.....	NO PLASTICO							100,0	100,0		95,0	91,0	88,0	77,0		22,4																								31,3	18
S-PT-DP-04	3,5-4,1	MI								.....	.....	NO PLASTICO							100,0	93,0	89,0	79,0	71,0	67,0	85,0		22,4																									
S-PT-DP-03	5,3-5,9	MI-1								.....	.....	NO PLASTICO								100,0		100,0	100,0	100,0	100,0		87,0																								31	25,6
S-PO-SE-01																														2,68																					
S-SE-RA-01	4,35-4,45	MI								34,3	29,3	4,9							100,0	99,0		97,0	94,0	86,0	76,0		69,9																								18	44,2
S-RA-XU-02	5,5																																										1,1	ABRASVA									
S-RA-XU-03	4-4,1																																										4,4	EXTREMADAMENTE ABRASIVA	649								

Firma
Director Técnico:

RESUMEN RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO REALIZADOS EN LA CAMPAÑA GEOTECNICA PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS)

Referencia Cliente				Densidad		L. Atterberg			Gran. Tamiz														Resistividad electrica de un suelo Ohmios - m	Resist. a la carga puntual	C. Simple roca	C. Simple suelo		Proctor modificado		Permeabilidad suelos		Densidad y porosidad en rocas	Contenido en agua en rocas	Contenido en sales solubles	CBR	Agresividad terreno			Abras. Cerchar		M. Orgánica %	Agresividad del agua (según EHE 08)							Corte Directo		
Muestra	Cotas	Tipo de muestra	Referencia	Humedad Natural %	Hinchamiento libre (%)	Densidad Aparente g/cm3	Peso especifico de un suelo g/cm3	Dens. Humeda gr/cm3	Dens. seca gr/cm3	Limite liquido	Limite plastico	Indice plasticidad	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,16	0,08	Compresión simple (Kg / cm2)	Rotura a Compresion unaxial (Mpa)	Rest. a compresion simple Kpa	Deformación %	Densidad maxima	humedad optima %	Indice de huecos				Actaque Estimamo cúbico (mi/kg)	Contenido en ion sulfato (mg/kg)	Grado de agresividad	Indice Abrasiv.	Clasificación		PH (mg/l)	CO_2 Agresivo (mg/l)	Ion Amonio (mg/l)	Ion Magnesio (mg/l)	Ion Sulfato (mg/l)	Residuo seco (mg/l)	GRADO AGRESIVIDAD	Cohesión Kpa	Angulo rozamiento º	
CA-PT-DP-01	1,8									.....	.....	NO PLASTICO	100,0	100,0	91,0	91,0	91,0	84,0	67,0	63,0		46,0	35,0	27,0	20,0		14,8																													
CA-PO-SE-01	2									26,9	23,3	3,6							100,0	99,0		95,0	94,0	91,0	79,0		57,7																							
CA-SE-RA-01	1,2									34,3	26,1	8,1					100,0	98,0	86,0	77,0		56,0	38,0	30,0	20,0		15,1																							
CA-RA-XU-01	1,5									.....	.....	NO PLASTICO	100,0	100,0	100,0	100,0	86,0	83,0	72,0	66,0		60,0	57,0	52,0	47,0		38,0																													

Firma
Director Técnico:

5.- DESCRIPCIÓN PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

Sobre la topografía del trazado, se han representado los sondeos realizados, hasta las profundidades reconocidas.

Para su interpretación, y a efectos de excavabilidad, se ha sub-dividido el subsuelo en (3) litologías: Suelos, Rellenos y Sustrato Rocoso.

La definición de los distintos tipos de suelos, y de los distintos tipos de rocas, que constituyen el sustrato rocoso, se puede consultar en las columnas litológicas de cada una de ellas,

6.- UNIDADES DE OBRA

6.1.- ESTACIÓN DE BOMBEO EN E.D.A.R. EXISTENTE. RAPALCUARTO.

Para el reconocimiento del terreno, en el área de la Estación de Bombeo, se ha efectuado un sondeo geotécnico S-RA-XU-01, con extracción de testigo continuo de 5,0 metros de profundidad.

El subsuelo está constituido por un primer nivel de material granular (arenas, cantos grises y abundantes gravas), de 2,50 metros de profundidad y de baja compacidad.

La parte basal, se acumulan cantos de cuarcita y pizarra.

A partir de 2,70 metros, se sitúa el sustrato rocoso constituido por areniscas cuarcíticas de alta resistencia, nivel idóneo como apoyo de cimentación.

6.2.- HINCA ABJO CARRETERA LOCAL Y RIO AGUILEIRO.

Para el reconocimiento del subsuelo, en esta zona, donde está prvisto la realización de una hinca, se han efectuado (2) sondeos geotécnicos: S-RA-XU-03 y S-RA-XU-04.

Este tramo corresponde al sondeo (03), el subsuelo está constituido por roca cuarcítica, de alta a muy alta resistencia, y muy abrasiva.

Las cuarcitas presentes se encuentran algo fracturadas y poco alteradas.

Los valores de (RMR) son elevados >70%.

La zona reconocida por el sondeo (04) está constituida por un relleno granular, con gravas, arenas y escombro hasta la profundidad reconocida de 5,45 metros.

6.3.- BOMBEO EXISTENTE. XANGUEIRA.

Para el reconocimiento de esta área se ha efectuado el sondeo S-RA-XU-02, de 6,0 metros de profundidad.

El subsuelo presenta un primer nivel constituido por material granular de distintos calibres, arenas, cantos y gravas grises y un sustrato rocoso. Situado a 5,05 metros de profundidad constituido por roca cuarcítica, fracturada (R.M.R. =50%).

6.4.- NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO POLÍGONO NUEVO. COLECTOR DE IMPULSIÓN.

Para el reconocimiento del subsuelo en esta área, de la Nueva Estación de Bombeo, se ha efectuado un sondeo S-PO-SE-01, de 5,0 metros de profundidad.

Bajo uno rellenos granulares de 1,0 metros de profundidad, se sitúan un nivel de arcillas de alteración (eluvial), de 0,80 metros, de consistencia firme, y bajo ella el sustrato rocoso constituido por pizarras alteradas III-IV, que progresivamente se hacen más sanas.

6.5.- NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO EN E.D.A.R. EXISTENTE (SERANTES).

Se ha reconocido el subsuelo mediante el sondeo S-SE-RA-01, de 8,0 metros de profundidad.

El subsuelo presenta distintos niveles:

Un primer nivel de tierra vegetal de 1,5 metros de espesor, un segundo nivel de gravas cuarcitas y pizarrosas redondeada (terraza aluvial) y un sustrato rocoso, con alternancia de pizarras fracturadas grado III y cuarcitas de alta resistencia.

6.6.- NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO. MANTARAS.

Para el reconocimiento del subsuelo en esta área se ha efectuado el sondeo S-PT-DP-01, de 5,0 metros de profundidad.

Se ha testificado un primer nivel de rellenos granulares con materia orgánica, con acumulación de gravas en su parte basal de 1,80 metros de espesor.

Bajo ello se sitúa unas arcillas negras con cantos y gravas alteración de sustrato rocoso de 1,0 metros de profundidad, y un sustrato rocoso de areniscas grises y pizarras, con un grado de fracturación III. En este nivel (sustrato rocoso) los ensayos standard de penetración dan valores de rechazo R=50.

6.7.- NUEVA DEPURADORA. ALTERNATIVA 5.

El subsuelo del área de la nueva depuradora, se ha reconocido mediante los sondeos S-PT-DP-02, S-PT-DP-03 y S-PT.DP-04.

En la zona del (02), el sustrato rocoso está constituido por roca cuarcita de alta resistencia situada a 2,40 metros de profundidad. Por encima se encuentra un nivel de limos arenosos, de compacidad media, de 1,60 y 0,80 metros de tierra vegetal con humus.

En el área del (03), el subsuelo es más complejo, con un importante nivel de arcillas con intercalaciones pizarrosas de 7,10 metros de espesor.

Se trata de arcillas, de consistencia media a firme N30= 16 plásticas.

Bajo la arcilla, se sitúa el sustrato rocoso de la zona constituido por pizarras arcillosas marrones, muy alteradas, grado III-IV.

El área reconocida por el sondeo S-PT-DP-04, es geotécnicamente muy diferente a los anteriores, con la existencia de un potente nivel de cantos rodados de cuarcita, gravas y arenas, hasta la profundidad de 4,0 metros, constituidos de una terraza aluvial, presentan un grado de compacidad medio, y pueden estar parcialmente cementados.

El sustrato rocoso situado bajo ellos está formado por pizarras fracturadas beige, con un alto grado de fracturación (grado III). Como complemento a los sondeos se ha efectuado un ensayo de penetración dinámica continua (D.P.S.H.), PD-PT-DP-02, con valores bajos del parámetro N_{20}=4 (valor medio), y que ha obtenido rechazo a los 2,40 metros de profundidad.

6.8.- EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DEL TRAZADO.

Como complemento a los sondeos geotécnicos se han efectuado (4) calicatas mecánicas, a fin de evaluar, las condiciones de excavabilidad, estabilidad de taludes, presencia de agua y cota del sustrato rocoso.

En general, los taludes se mantienen verticalizados al menos a corto plazo, sin presencia de agua.

7.- CONCLUSIONES.

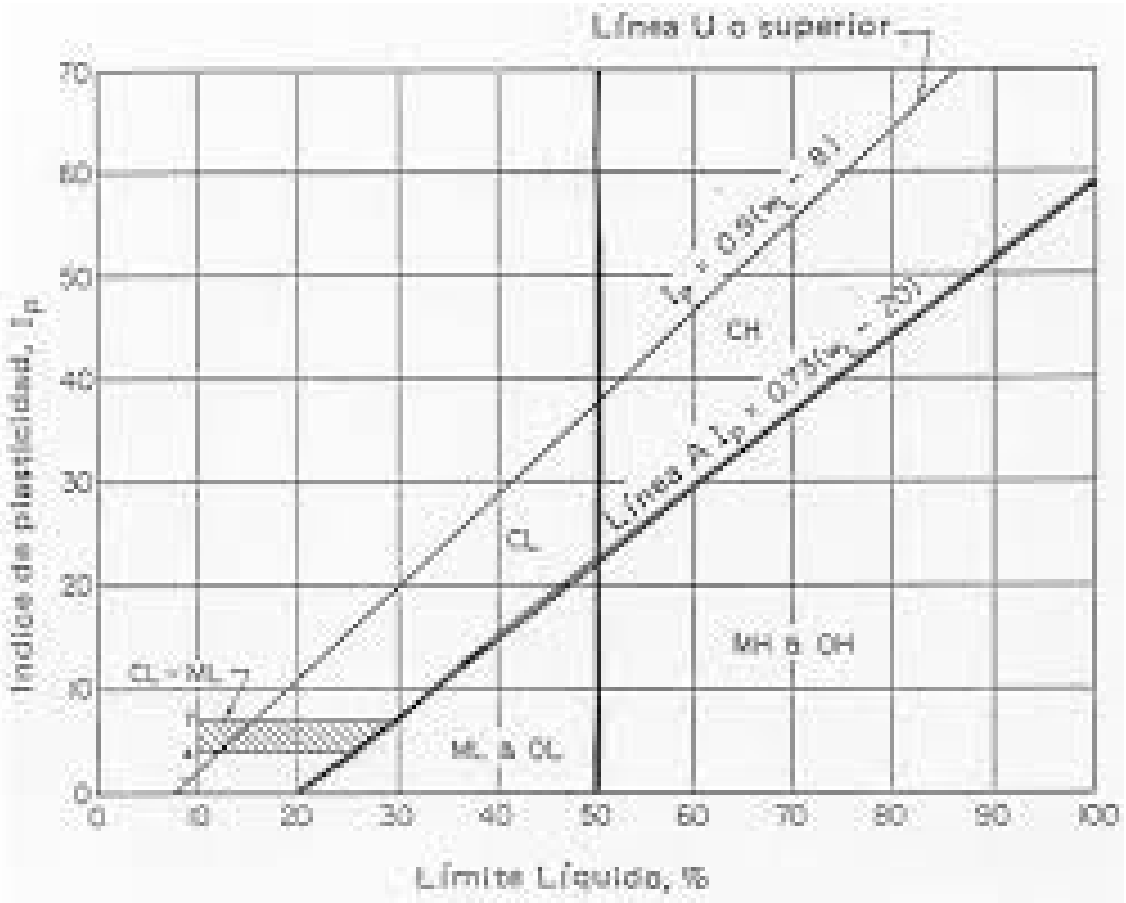
7.1.- CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.

Suelos:

La mayor parte de los suelos, son granulares con poca y baja plasticidad

Los índices de plasticidad (Ip), oscilan de (0,0 a 8,1).

Dentro de la clasificación de Casagrande se clasifican como CL-ML en condiciones normales.



7.2.- REUTILIZACIÓN DE MATERIALES.

Los materiales a excavar, son susceptibles de ser reutilizados como rellenos.

Presentan rangos granulométricos variados, con porcentajes que pasan por el tamiz 0,08 mm, que oscila de 14,8 - 87,0%, sin bien el valor medio ponderado se sitúa en el 28%.

Del estudio de los rangos granulométricos, se considera que la mayor parte de los suelos pueden reutilizarse como rellenos y son susceptibles de ser compactados.

La mayor parte de los suelos cumplen condiciones de suelo adecuado (PG-3) y algunos de suelos seleccionado.

7.3.- EXCAVABILIDAD.

Las calicatas mecánicas efectuadas, ponen de manifiesto que tanto los suelos, como el sustrato rocoso de pizarras, con niveles de alteración (grados IV-V), son ripables con medios mecánicos convencionales, retroexcavadora y/o pala mixta, y/o zanjadoras.

La excavación del sustrato rocoso de pizarras y areniscas, (grados de alteración I-III), deberá efectuarse previa disgregación con martillo.

Para la excavación de las cuarcitas, deberá evaluarse en función del volumen de excavación la utilización de martillo y/o combinarlo con otras técnicas como la voladura.

En el proceso de excavación deberá preverse el porcentaje (%) de esponjamiento que viene dado por la relación.

$S_w = [(V_s - V_{b)} / V_b] \times 100$

V_b = Volumen sin excavar (banco)
V_s = Volumen suelto.

Se estiman los siguientes porcentajes de esponjamiento:

-Suelos = 22 - 25%.
-Roca fracturada y alterada (pizarras y areniscas (grados IV-V) 35-45%.
-Roca sana = 45%.

7.4.- ATALUZADOS.

A pesar de que en la mayor parte de los ensayos de Límites de Atterberg, clasifican los suelos como **no plásticos**, las excavaciones realizadas (catas), indican que los taludes de excavación se mantienen verticalizados, al menos a corto plazo.

La verticalización de los ataluzados es efecto de la compacidad de los suelos, en algunos casos y de la trabazón, que se da entre las partículas en otros, por efecto de la disolución de carbonatos, etc.

Se constata pues para los suelos a corto - medio plazo, (en ausencia de lluvias importantes), taludes verticalizados para alturas inferiores a 2,0 metros.

Para suelos de mayor espesor (potencia) de 2,0 a 4,0 metros, deberá efectuarse taludes H:2/V:2 (60º).

Si se trata de pozos con utilización, a largo plazo los ataluzados serán H:1/V:1 (45º), manteniendo seco el fondo de la excavación.

Si por necesidades constructivas, no se pueden realizar los ataluzados especialmente en las excavaciones superiores a 2,0 metros, deberá efectuarse la entibación correspondiente.

Ataluzados en el sustrato rocoso.

En apertura de zanjas en el sustrato rocoso, podrá realizarse, taludes verticalizados.

Para frentes de excavación, se deberán analizar los factores que condicionan la estabilización en cada caso:

- Altura y magnitud del talud.
- Dirección y buzamiento de los planos de anisotropia planar (diaclasas, estratos, etc.).
- Grado de fracturación de la roca y sobrecargas.

7.5.- TENSIÓN ADMISIBLE (q_{adm}).

A efectos de capacidad de carga, se sub-divide el terreno en (2) tipologías:

S1 - Rellenos indiferenciados y suelos.

Se establece en función de los ensayos de laboratorio un ángulo de rozamiento interno medio ponderado de 25º grados.

Tensión admisible (q_{adm}) = 2,0 Kp/cm^2.

S2 - Sustrato rocoso:

Para el sustrato rocoso (alterado o no), los ensayos standard de penetración (S.P.T.), dan valores de 50 rechazo, para el parámetro (N_{30}) del S.P.T.

Lo mismo ocurre, con el parámetro (N_{20}) del ensayo (D.P.S.H.).

Los ensayos de compresión uniaxial (compresión simple), corroboran estos resultados, por lo cual se pueden establecer las siguientes tensiones admisibles de cálculo.

a) Sustrato rocoso fracturado a alterado grados (IV-V).

Tensión admisible (q_{adm}) = 3,5 Kp/cm^2.

b) Sustrato rocoso de pizarras y areniscas con grados de fracturación pequeña a media, grados (I-III).

Tensión admisible (q_{adm}) = 5,0 Kp/cm^2.

c) Sustrato rocoso de cuarcitas sanas.

Tensión admisible (q_{adm}) ≤ 10,0 Kp/cm^2.

7.6.- COEFICIENTE DE BALASTO (K).

Para el cálculo del coeficiente de balastro (K) se podrán utilizar las siguientes expresiones:

Arcillas arenosas y/o arenas sueltas o muy sueltas

$$K = K_{30} = \frac{0,30}{B}$$

Siendo B ancho del área cargada.

Arenas densas o muy densas

$$K = K_{30}\left(\frac{B+0{,}30}{2B}\right)^2$$

Valores orientativos de (K_{30}) propuestos por diversos autores.

K_{30} (Kp/cm^3.

-Grava arenosa floja 7,0 - 12,0.
-Grava arenosa compacta 12,0 - 30,0.
-Roca fracturada y alterada (grado IV-V) 30 - 300.
-Roca 800 - 1.000.

7.7.- NIVEL FREÁTICO.

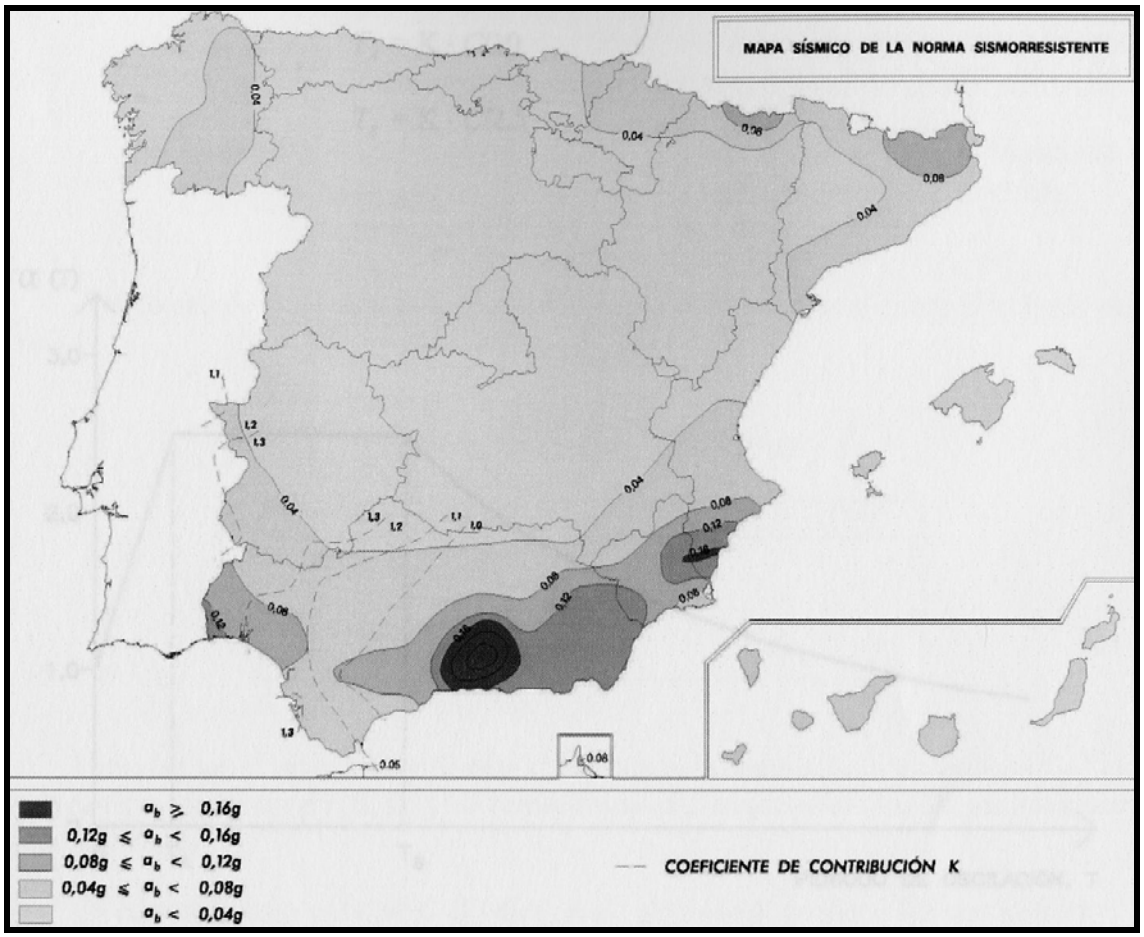
De todos los reconocimientos realizados (sondeos y calicatas), solo se ha detectado la presencia de agua en el sondeo S-RA-XU-01, a -3,10 metros de profundidad.

En el resto de reconocimientos no se ha detectado, al menos hasta las profundidades reconocidas la presencia de agua.

7.8.- AFECCIÓN SÍSMICA.

La consideración de la acción sísmica en el proyecto del edificio se establecerá en función de la norma (UNE-EN 1998-1:2011 EUROCODIGO 8: proyecto de estructuras sismorresistentes. Parte 1: reglas generales, acciones sísmicas, reglas para edificación), adoptando la siguiente información sísmica para el solar a estudio.

a).- Mapa de peligrosidad sísmica y coeficiente de contribución, los cuales se muestran en la siguiente figura:



b).- Aceleración sísmica básica (a_b), que para el caso de Asturias es: $a_b \leq$ 0,04 m/s

c).- Coeficiente del terreno:

Tipo de terreno	**Velocidad de propagación de las ondas elásticas o de cizalla V_s (m/s)**
Terreno tipo I	Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. $V_s > 750$ m/s
Terreno tipo II	Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. $750 \text{ m/s} \geq V_s > 400$ m/s
Terreno tipo III	Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. $400 \text{ m/s} \geq V_s > 200$ m/s
Terreno tipo IV	Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. $V_s \leq 200$ m/s

Existen dos tipos de terreno.

Terreno Tipo III (Suelo granular de compacidad media o cohesivo de consistencia firme a muy firme)
$400 \text{ m/s} \geq V_s > 200$ m/s

Aplicando la tabla 2.1 de la norma, la cual se adjunta, se le asigna para el terreno Tipo III un valor de coeficiente $C = 1,6$

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE *C*
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Para el sustrato rocoso, de pizarras y areniscas se le asigna un *C=1,0*

Asturias presenta un grado de sismicidad, que no hace necesario el diseño de estructuras sismorresistentes.

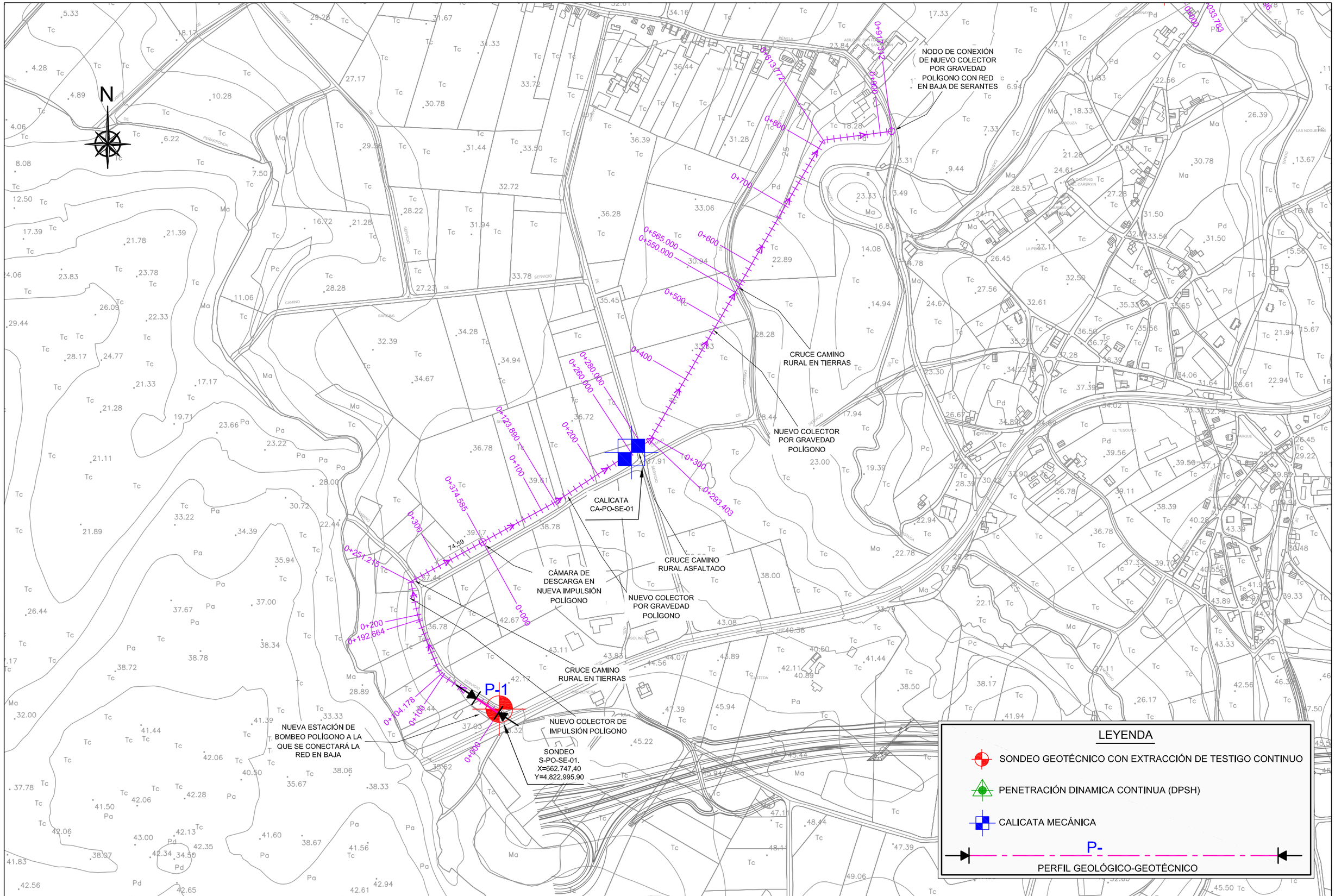
OVIEDO, JULIO DE 2.015

Los autores:

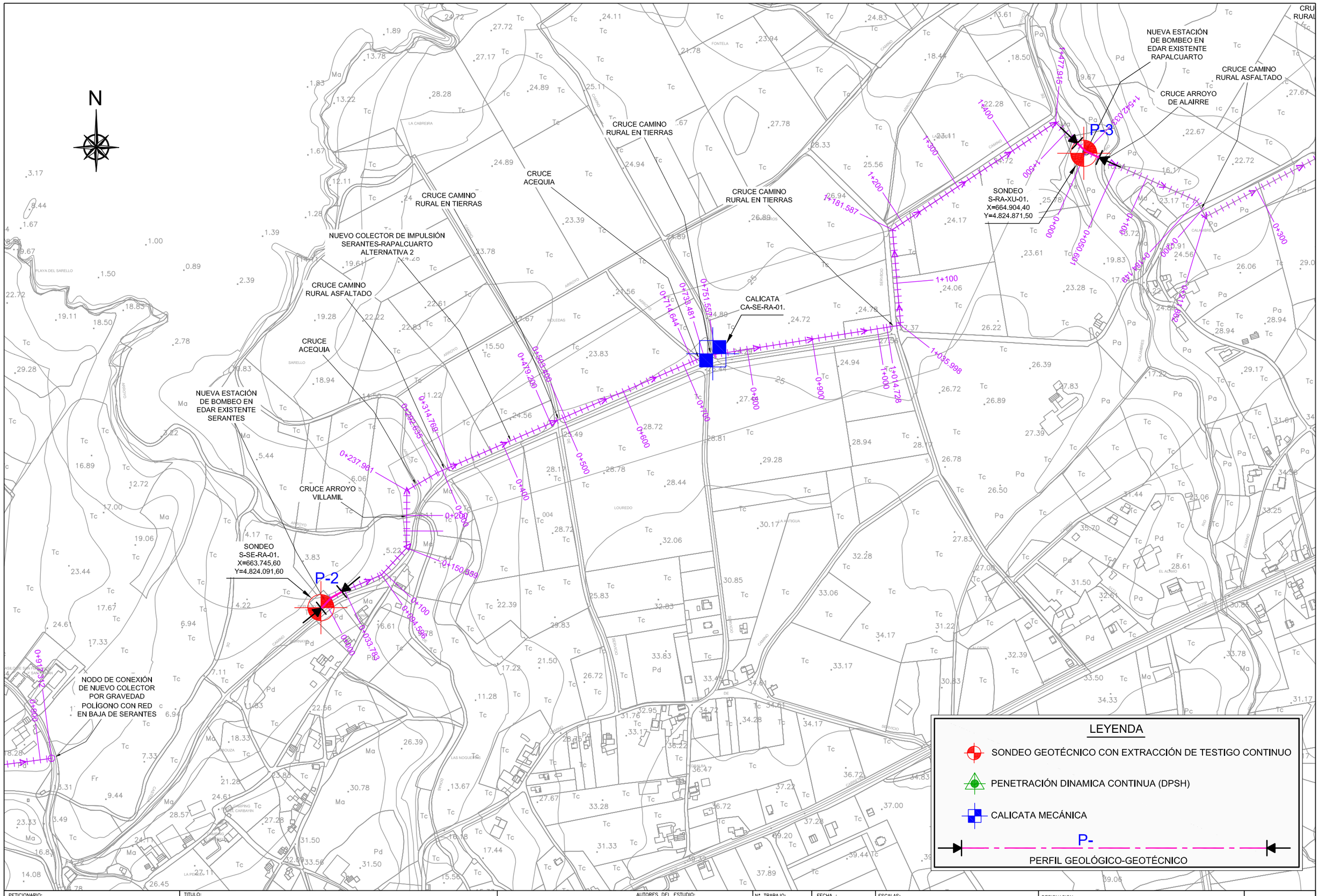
Javier González Villarias
Geólogo MIG
Colegiado Nº553

Fernando Antuña Álvarez
Ingeniero Técnico de Minas
Colegiado Nº2.753

PLANOS



PETICIONARIO: INGIOPSA	TITULO: PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS)	AVANZATECH DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.	AUTORES DEL ESTUDIO: JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS Colegiado Nº 553 GEOLOGO MIG; FERNANDO ANTUÑA ÁLVAREZ Colegiado Nº 2.753 I.T.M.	Nº TRABAJO: EXP. -0105	FECHA : JUNIO 2015	ESCALAS: 1/5.000 0 125m. GRAFICAS	DESIGNACION: SITUACIÓN DE SONDEOS GEOTÉCNICOS, CALICATAS MECÁNICAS, ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA (DPSH) Y PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO (PLANTA)	PLANO Nº 1 HOJA 1 DE 4



PETICIONARIO: INGIOPSA	TITULO: **PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS)**	AVANZATECH DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.	AUTORES DEL ESTUDIO: JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS Colegiado Nº 553 GEOLOGO MIG; FERNANDO ANTUÑA ÁLVAREZ Colegiado Nº 2.753 I.T.M.	Nº TRABAJO: EXP. -0105	FECHA : JUNIO 2015	ESCALAS: 1/5.000 0 125m. GRAFICAS	DESIGNACION **SITUACIÓN DE SONDEOS GEOTÉCNICOS, CALICATAS MECÁNICAS, ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA (DPSH) Y PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO (PLANTA)**	PLANO Nº 1 HOJA 2 DE 4

N

BOMBEO EXISTENTE XUNGUEIRA

IMPULSIÓN XUNGUEIRA PE-140

P-6

1+488.575

SONDEO S-RA-XU-02. X=665.874,15 Y=4.825.459,50

1+400

P-5

SONDEO S-RA-XU-04. X=665.871,40 Y=4.825.328,00

1+300

COLECTOR FECALES FC-250 EXISTENTE (COLECTOR "D")

HINCA BAJO CARRETERA LOCAL Y RÍO ANGILEIRO

SONDEO S-RA-XU-03. X=665.868,60 Y=4.825.121,40

1+200

P-4

1+150,129

NUEVO COLECTOR DE IMPULSIÓN RAPALCUARTO-XUNGUEIRA ALTERNATIVA 4

CRUCE ACEQUIA

CRUCE CAMINO RURAL ASFALTADO

CRUCE CAMINO RURAL ASFALTADO

1+100

1+000

POZO H=0,80m

NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO EN EDAR EXISTENTE RAPALCUARTO

CRUCE CAMINO RURAL ASFALTADO

CALICATA CA-RA-XU-01

CRUCE ARROYO DE ALAIRRE

P-3

SONDEO S-RA-XU-01. X=664.904,40 Y=4.824.871,50

CRUCE CAMINO RURAL EN TIERRAS

LEYENDA

- SONDEO GEOTÉCNICO CON EXTRACCIÓN DE TESTIGO CONTINUO
- PENETRACIÓN DINAMICA CONTINUA (DPSH)
- CALICATA MECÁNICA
- P- PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

PETICIONARIO: INGIOPSA

TITULO: **PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS)**

AVANZATECH DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

AUTORES DEL ESTUDIO:
JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS GEOLOGO MIG Colegiado Nº 553
FERNANDO ANTUÑA ÁLVAREZ I.T.M. Colegiado Nº 2.753

Nº TRABAJO: EXP. -0105

FECHA : JUNIO 2015

ESCALAS: 1/5.000 0 125m. GRAFICAS

DESIGNACION: **SITUACIÓN DE SONDEOS GEOTÉCNICOS, CALICATAS MECÁNICAS, ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA (DPSH) Y PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO (PLANTA)**

PLANO Nº 1

HOJA 3 DE 4

N

LECTOR FECALES H-400
TENTE (COLECTOR "A") A
COMPROBAR HASTA
RONCAR CON ESTACIÓN
E PRETRATAMIENTO
EXISTENTE. L=143m

NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO
JUNTO A PRETRATAMIENTO
EXISTENTE PARA IMPULSAR
HACIA LA NUEVA DEPURADORA

COLECTOR
FECALES
¿H-400?

PENETRO
PD-PT-DP-01
X=666.393,30
Y=4.826.168,40

P-7
(EXTRAPOLADO)

CALICATA
CA-PT-PD-01

SONDEO
PD-PT-DP-01.
X=666.889,40
Y=4.825.898,60

CRUCE CAMINO
RURAL EN TIERRAS

CRUCE CARRETERA
LOCAL ASFALTADA

NUEVA ESTACIÓN
DE BOMBEO
MÁNTARAS

NUEVO COLECTOR
DE IMPULSIÓN
MÁNTARAS
ALTERNATIVA 4.

P-8
(EXTRAPOLADO)

SONDEO
S-PT-DP-04.
X=667.527,00
Y=4.826.114,00
SONDEO
CORTO PARA
LOCALIZAR
ROCA

NUEVA
DEPURADORA
ALTERNATIVA 5

SONDEO
S-PT-DP-02.
X=667.843,00
Y=4.826.067,00

P-9
(EXTRAPOLADO)

SONDEO
S-PT-DP-03.
X=667.932,00
Y=4.826.034,00

PENETRO
PD-PT-DP-02.
X=667.871,00
Y=4.826.005,00

LEYENDA

- SONDEO GEOTÉCNICO CON EXTRACCIÓN DE TESTIGO CONTINUO
- PENETRACIÓN DINAMICA CONTINUA (DPSH)
- CALICATA MECÁNICA
- P- PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

PETICIONARIO: INGIOPSA

TITULO: **PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS)**

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

AUTORES DEL ESTUDIO:
JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS — GEOLOGO MIG
Colegiado Nº 553
FERNANDO ANTUÑA ÁLVAREZ — I.T.M.
Colegiado Nº 2.753

Nº TRABAJO: EXP. -0105

FECHA : JUNIO 2015

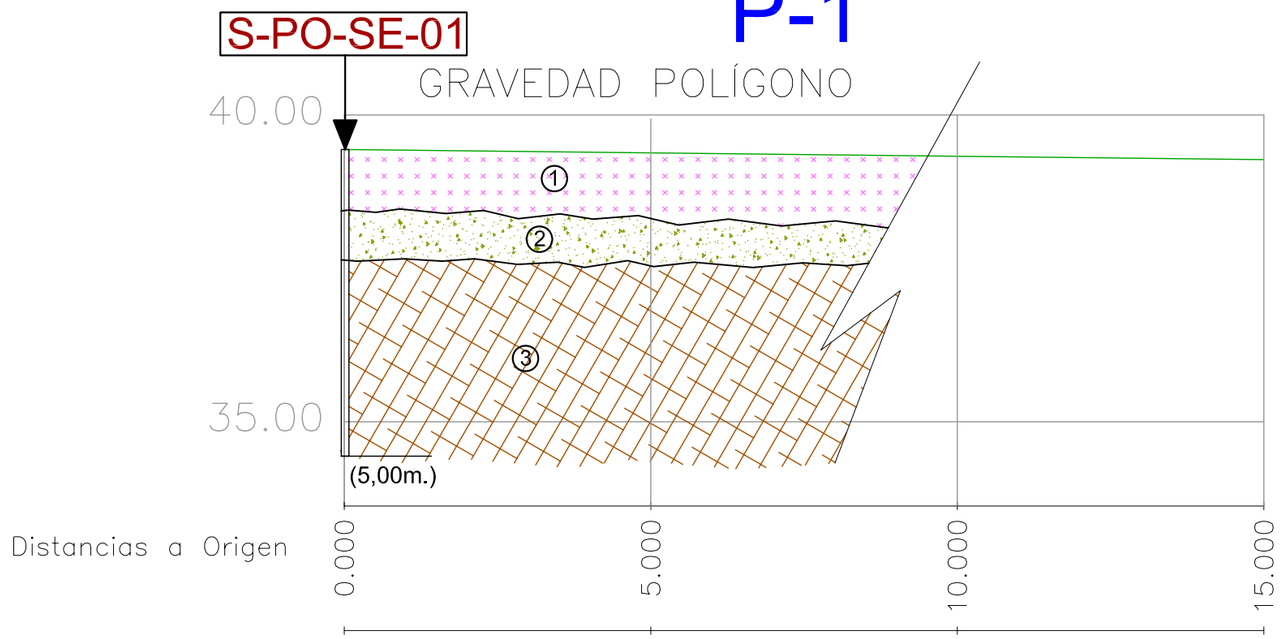
ESCALAS: 1/5.000 — 0 — 125m. — GRAFICAS

DESIGNACION
SITUACIÓN DE SONDEOS GEOTÉCNICOS, CALICATAS MECÁNICAS, ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA (DPSH) Y PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO (PLANTA)

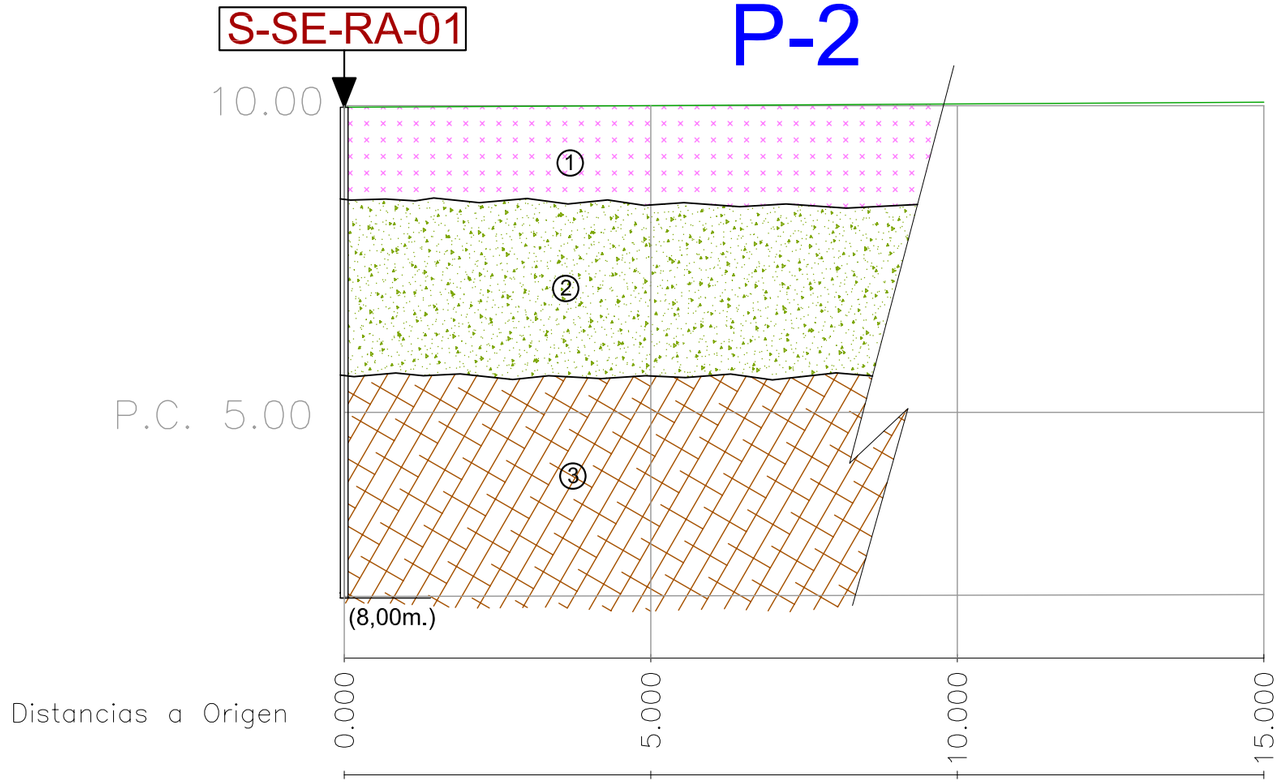
PLANO Nº 1

HOJA 4 DE 4

P-1



P-2



LEYENDA Y SIMBOLOGÍA

① RELLENOS

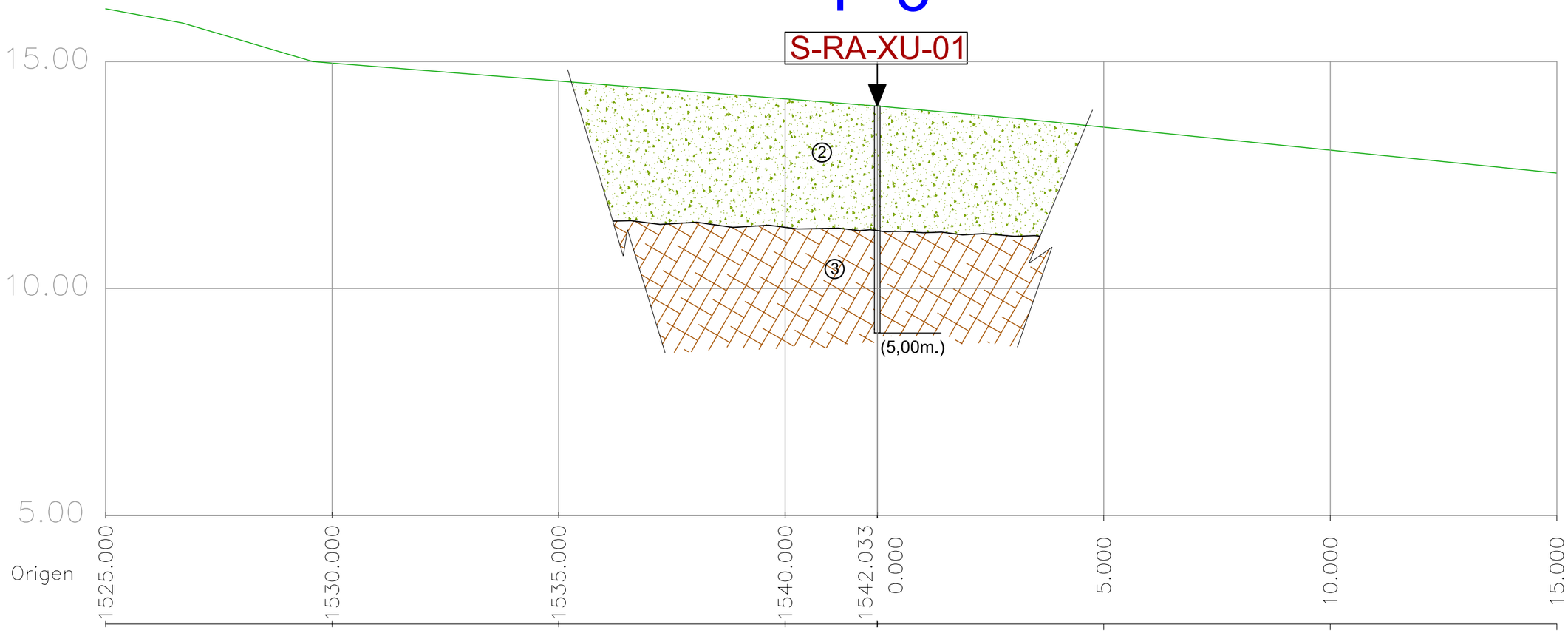
② TIERRA VEGETAL Y SUELOS

③ SUSTRATO ROCOSO

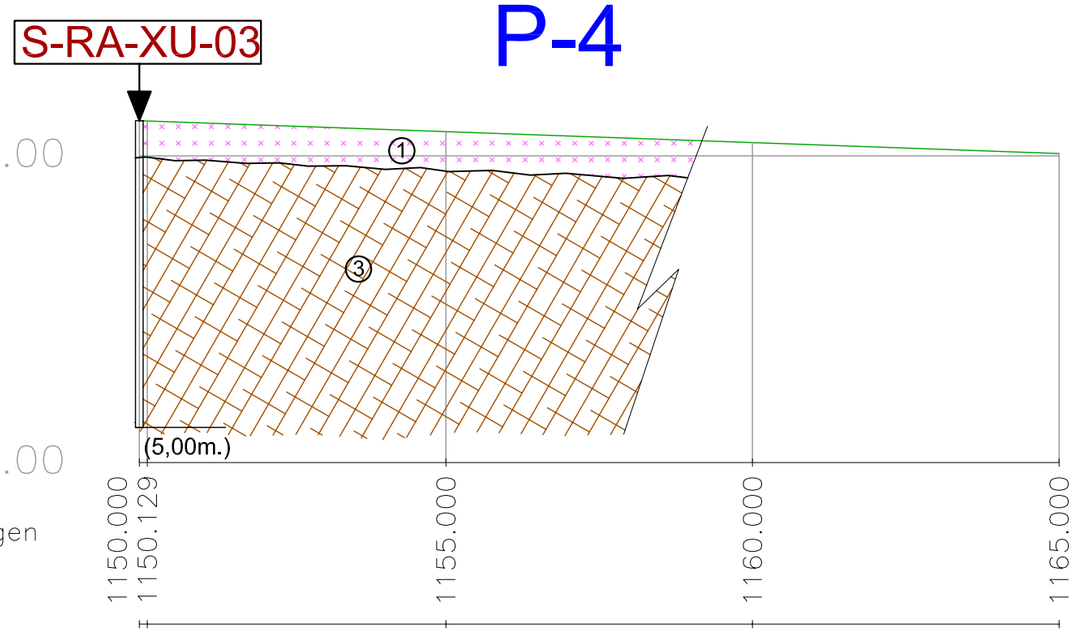
S- SONDEO GEOTÉCNICO CON RECUPERACIÓN DE TESTIGO CONTINUO

PETICIONARIO: INGIOPSA	TITULO: PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS)	AUTORES DEL ESTUDIO: AVANZATECH DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L. — JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS, Colegiado Nº 553, GEOLOGO MIG; FERNANDO ANTUÑA ÁLVAREZ, Colegiado Nº 2.753, I.T.M.	Nº TRABAJO: EXP. -0105	FECHA : JUNIO 2015	ESCALAS: 1/100 — 0 — 2.5m. — GRAFICAS	DESIGNACION: PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	PLANO Nº 2 — HOJA 1 DE 5

P-3



P-4



LEYENDA Y SIMBOLOGÍA

① RELLENOS

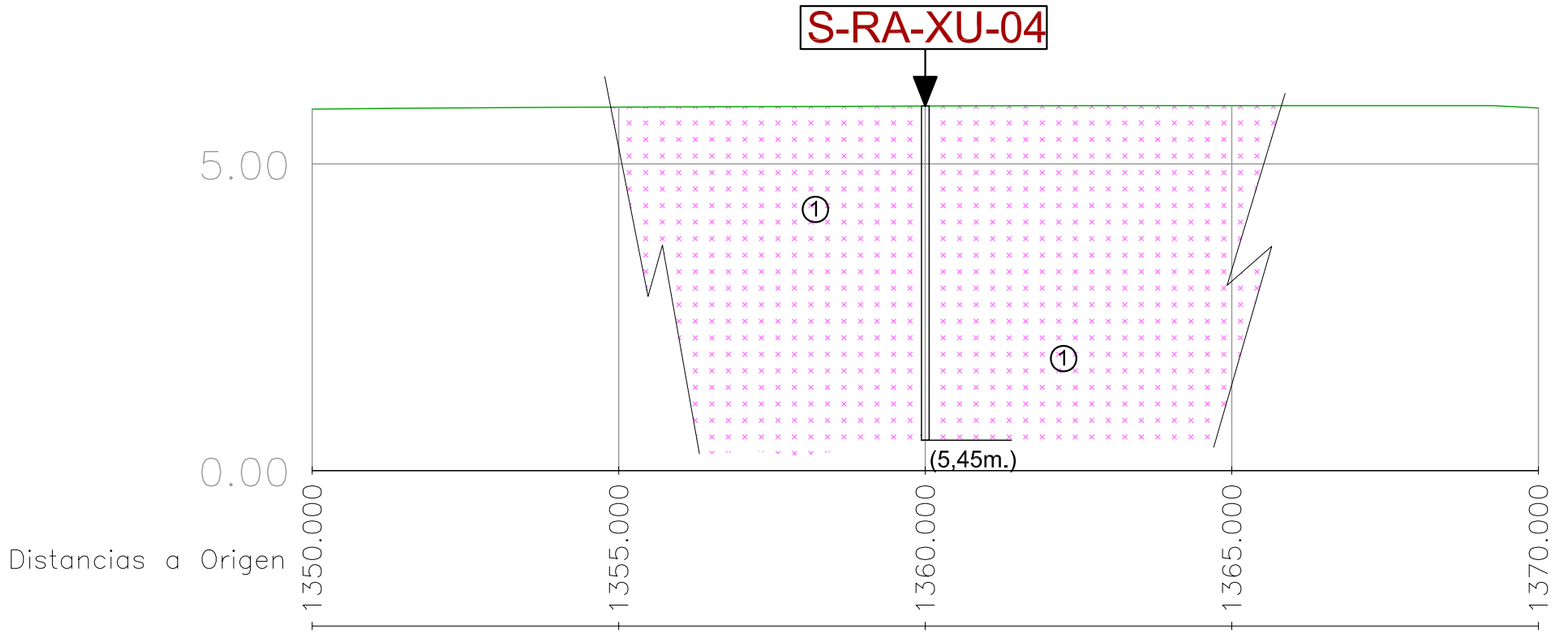
② TIERRA VEGETAL Y SUELOS

③ SUSTRATO ROCOSO

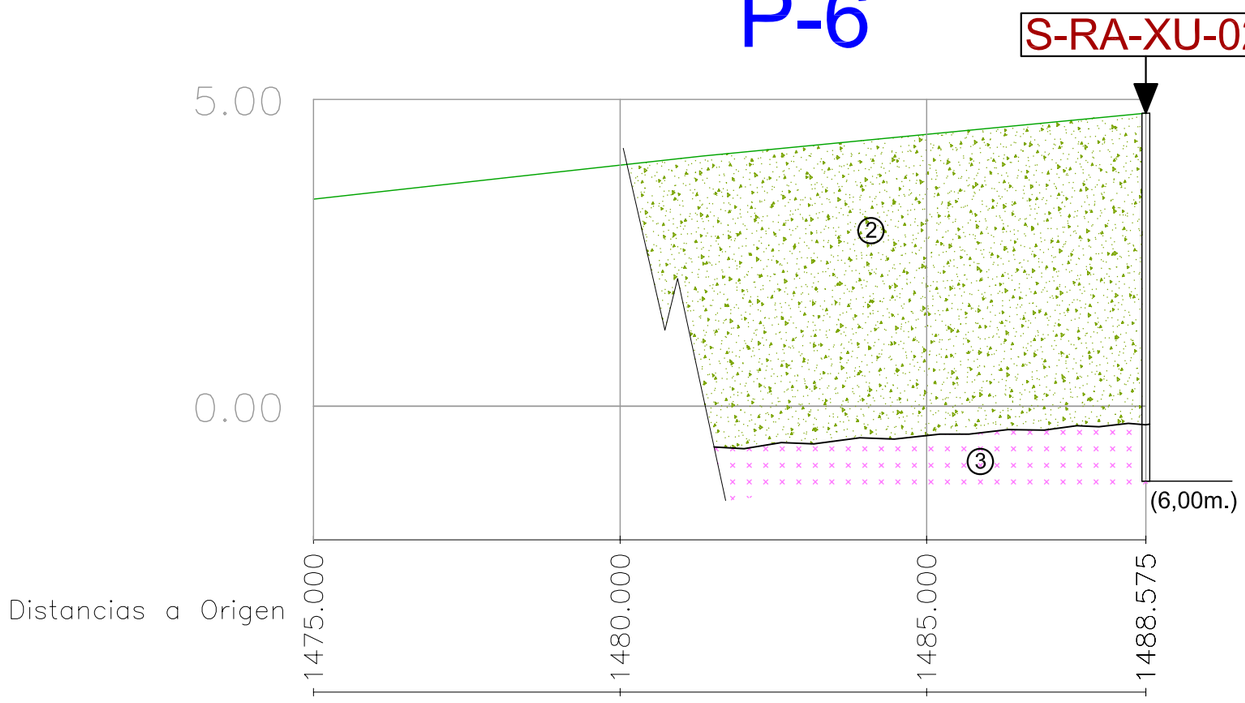
S- SONDEO GEOTÉCNICO CON RECUPERACIÓN DE TESTIGO CONTINUO

PETICIONARIO: INGIOPSA	TITULO: PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS)	AVANZATECH DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.	AUTORES DEL ESTUDIO: JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS Colegiado Nº 553 GEOLOGO MIG; FERNANDO ANTUÑA ÁLVAREZ Colegiado Nº 2.753 I.T.M.	Nº TRABAJO: EXP. -0105	FECHA : JUNIO 2015	ESCALAS: 1/100 0 2,5m. GRAFICAS	DESIGNACION PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	PLANO Nº 2 HOJA 2 DE 5

P-5



P-6



LEYENDA Y SIMBOLOGÍA

① RELLENOS

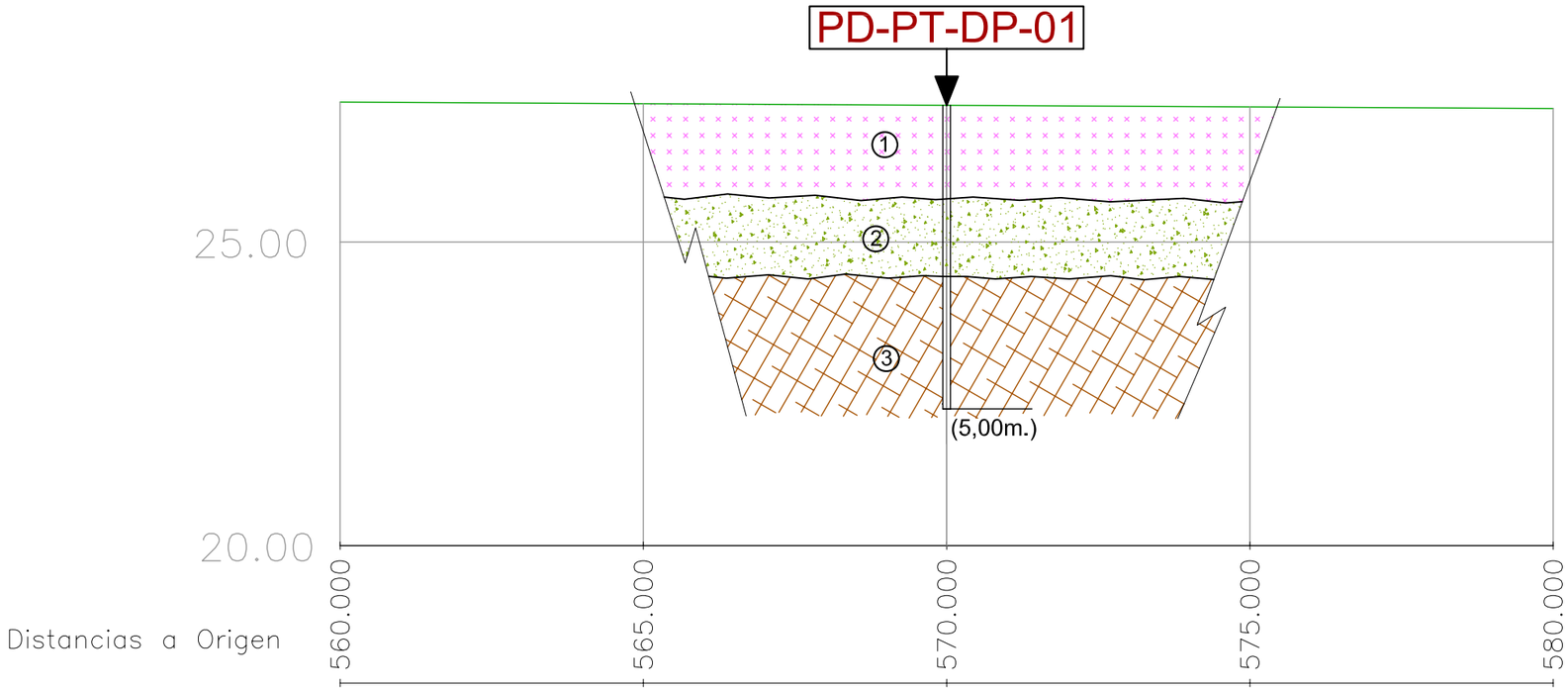
② TIERRA VEGETAL Y SUELOS

③ SUSTRATO ROCOSO

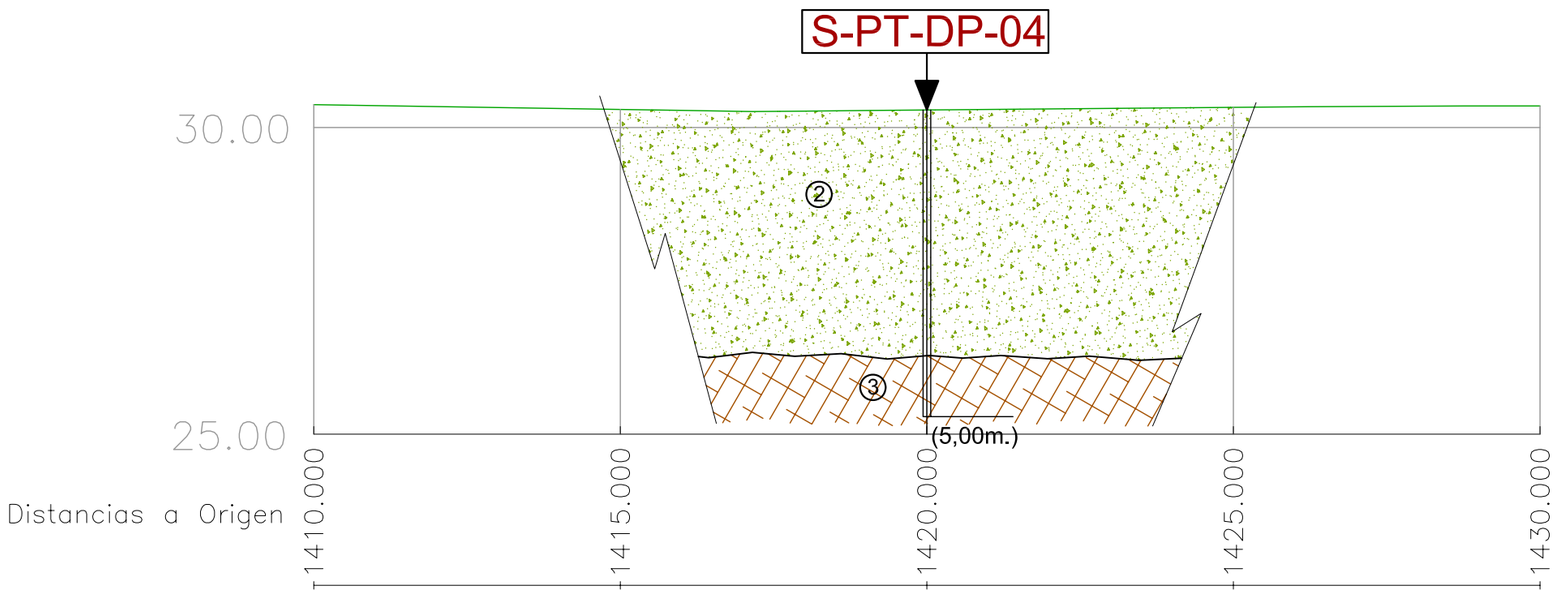
S- SONDEO GEOTÉCNICO CON RECUPERACIÓN DE TESTIGO CONTINUO

PETICIONARIO: INGIOPSA	TITULO: PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS)	AVANZATECH DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.	AUTORES DEL ESTUDIO: JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS Colegiado Nº 553 GEOLOGO MIG; FERNANDO ANTUÑA ÁLVAREZ Colegiado Nº 2.753 I.T.M.	Nº TRABAJO: EXP. -0105	FECHA : JUNIO 2015	ESCALAS: 1/100 0 2,5m. GRAFICAS	DESIGNACION PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	PLANO Nº 2 HOJA 3 DE 5

P-7 (EXTRAPOLADO)



P-8 (EXTRAPOLADO)



LEYENDA Y SIMBOLOGÍA

① RELLENOS

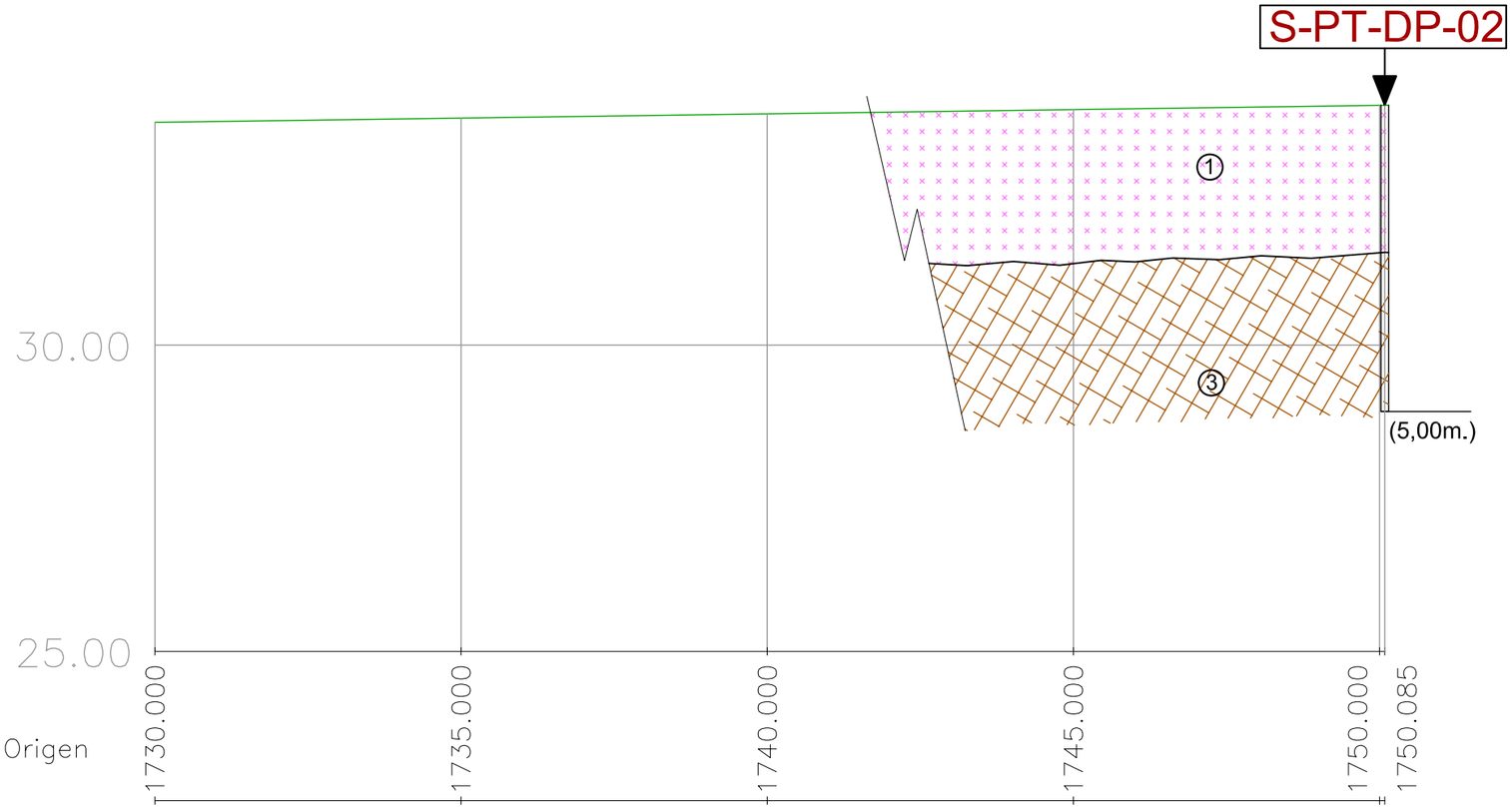
② TIERRA VEGETAL Y SUELOS

③ SUSTRATO ROCOSO

S- SONDEO GEOTÉCNICO CON RECUPERACIÓN DE TESTIGO CONTINUO

PETICIONARIO: INGIOPSA	TITULO: PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS)	AUTORES DEL ESTUDIO: AVANZATECH DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L. JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS Colegiado Nº 553 GEOLOGO MIG; FERNANDO ANTUÑA ÁLVAREZ Colegiado Nº 2.753 I.T.M.	Nº TRABAJO: EXP. -0105	FECHA : JUNIO 2015	ESCALAS: 1/100	0 2.5m. GRAFICAS	DESIGNACION: PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	PLANO Nº 2 HOJA 4 DE 5

P-9 (EXTRAPOLADO)



LEYENDA Y SIMBOLOGÍA

1. RELLENOS
2. TIERRA VEGETAL Y SUELOS
3. SUSTRATO ROCOSO

S- SONDEO GEOTÉCNICO CON RECUPERACIÓN DE TESTIGO CONTINUO

PETICIONARIO: INGIOPSA	TITULO: PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS)	AVANZATECH DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.	AUTORES DEL ESTUDIO: JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS Colegiado Nº 553 GEOLOGO MIG; FERNANDO ANTUÑA ÁLVAREZ Colegiado Nº 2.753 I.T.M.	Nº TRABAJO: EXP. -0105	FECHA : JUNIO 2015	ESCALAS: 1/100 0 2.5m. GRAFICAS	DESIGNACION PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	PLANO Nº 2 HOJA 5 DE 5

ANEJOS

a) COLUMNAS LITOLÓGICAS.

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

Cliente	INGIOPSA
Obra	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR
Nº de trabajo	E-0105
Localidad	T. CASARIEGO
Fecha	08/06/2015

SONDEO	HOJA
S-PT-DP-02	1 DE 1

Supervisor
Javier Villarias

Escala 1:100	Revestimiento	Perforación: tipo\ Ø	Nivel freático	Potencia	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	S.P.T. ("N")	Muestra	Recuperación	R.Q.D.
		T101D		0.80	0.80		TIERRA VEGETAL, ARCILLOSA MARGOSA.			20 40 60 80	20 40 60 80
				1.60	2.40		LIMOS, ARENOSOS CON GRAVAS AMARILLENTAS, BEIGE.				
				2.60	5.00		CUARCITAS Y ARENISCAS.				

5
10
15
20
25
30

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

Cliente	INGIOPSA
Obra	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR
Nº de trabajo	E-0105
Localidad	T. CASARIEGO
Fecha	09/06/2015

SONDEO	HOJA
S-PT-DP-03	1 DE 1

Supervisor
Javier Villarias

Escala 1:100	Revestimiento	Perforación: tipo\ Ø	Nivel freático	Potencia	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	S.P.T. ("N")	Muestra	Recuperación	R.Q.D.
				0.60	0.60		TIERRA VEGETAL, CON GRAVAS.			20 40 60 80	20 40 60 80
		T101D		1.90	2.50		ARCILLAS LIMOSAS BEIGE, CON CANTOS.				
				1.90	4.40		PIZARRAS ALTERADAS, GRAVAS Y CANTOS RODADOS.	4.40			
		B101D		0.70	5.10		ARCILLAS.	4.85			
				2.00	7.10		ARCILLAS ROJIZAS Y MARRONES.	4-6-10	5.30 MI-1 5.90		
		T101D		0.60	7.70		PIZARRAS ARCILLOSAS MARRONES MUY ALTERADAS GRADO III-IV.				

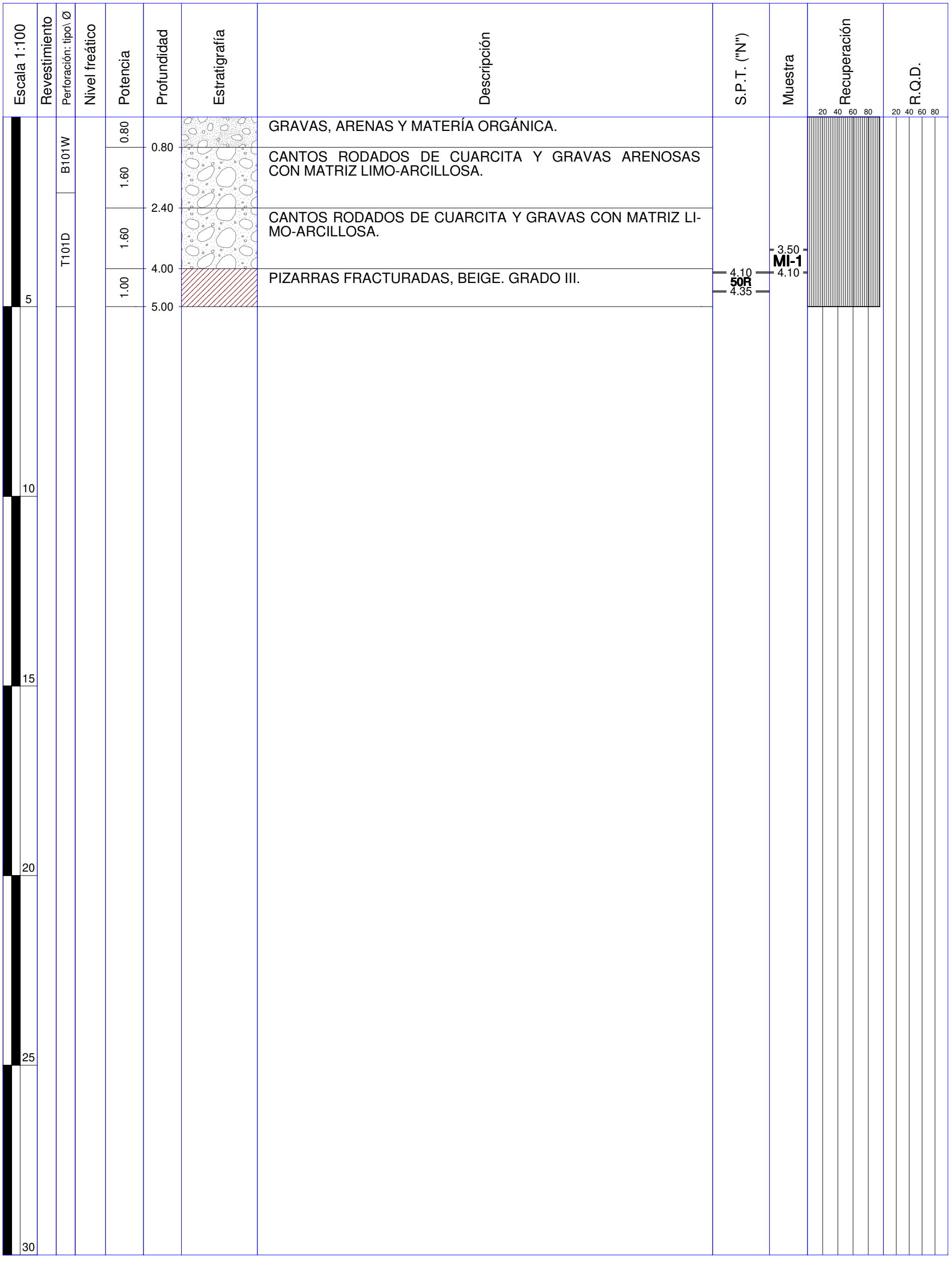
5
10
15
20
25
30

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

Cliente	INGIOPSA
Obra	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR
Nº de trabajo	E-0105
Localidad	T. CASARIEGO
Fecha	08/06/2015

SONDEO	HOJA
S-PT-DP-04	1 DE 1

Supervisor
Javier Villarias

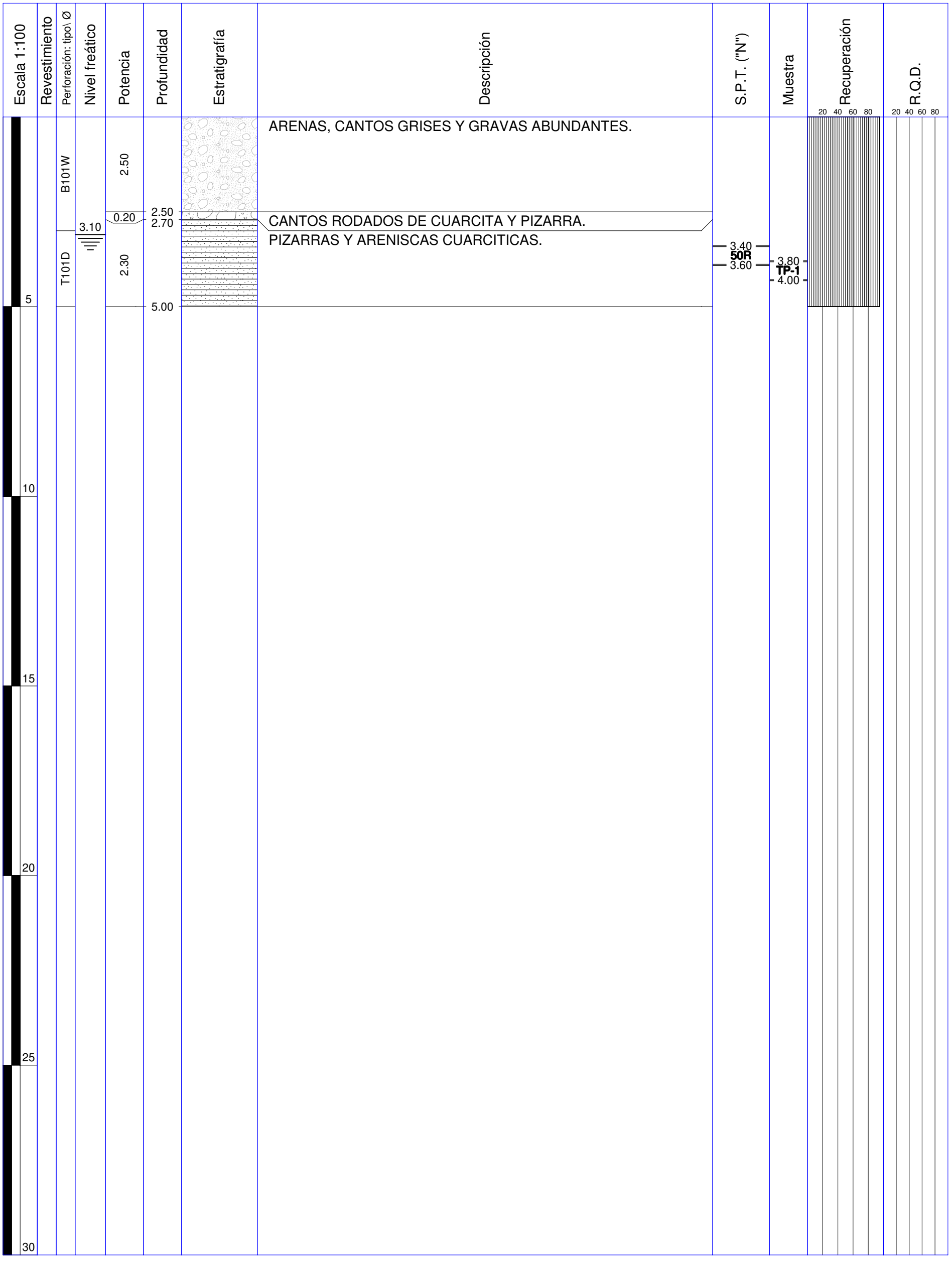


AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

Cliente	INGIOPSA
Obra	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR
Nº de trabajo	E-0105
Localidad	T. CASARIEGO
Fecha	04/06/2015

SONDEO	HOJA
S-RA-XU-01	1 DE 1

Supervisor
Javier Villarias



AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

Cliente	INGIOPSA
Obra	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR
Nº de trabajo	E-0105
Localidad	T. CASARIEGO
Fecha	03/06/2015

SONDEO	HOJA
S-RA-XU-02	1 DE 1

Supervisor
Javier Villarias

Escala 1:100	Revestimiento	Perforación: tipo\ Ø	Nivel freático	Potencia	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	S.P.T. ("N")	Muestra	Recuperación	R.Q.D.
	113	B101W		5.05	5.05		ARENAS BEIGES, GRANULOMETRIA MEDIA, CON CANTOS Y GRAVAS ESPORÁDICAS.	3.60 2-2-1 4.05	3.00 MI-1 3.60	20 40 60 80	20 40 60 80
		T101D		0.95	6.00		CUARCITAS BLANCAS FRACTURADAS.	5.00 50R 5.05			

5
10
15
20
25
30

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

Cliente	INGIOPSA
Obra	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR
Nº de trabajo	E-0105
Localidad	T. CASARIEGO
Fecha	02/06/2015

SONDEO	HOJA
S-RA-XU-03	1 DE 1

Supervisor
Javier Villarias

Escala 1:100	Revestimiento	Perforación: tipo\ Ø	Nivel freático	Potencia	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	S.P.T. ("N")	Muestra	Recuperación	R.Q.D.
				0.60	0.60		TIERRA VEGETAL, CANTOS Y GRAVAS.			20 40 60 80	20 40 60 80
		T101D		4.40	5.00		CUARCITAS FRACTURADAS Y POCO ALTERADAS. GRADO II. R.M.R. ALTO >70%.				

5
10
15
20
25
30

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

Cliente	INGIOPSA
Obra	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR
Nº de trabajo	E-0105
Localidad	T. CASARIEGO
Fecha	03/06/2015

SONDEO	HOJA
S-RA-XU-04	1 DE 1

Supervisor
Javier Villarias

Escala 1:100	Revestimiento	Perforación: tipo\ Ø	Nivel freático	Potencia	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	S.P.T. ("N")	Muestra	Recuperación	R.Q.D.
		B101W		5.45	5.45		RELLENO GRANULAR, CON GRAVAS, ARENAS Y ESCOMBRO.	5.00 3-2-3 5.45	4.40 MI-1 5.00	20 40 60 80	20 40 60 80

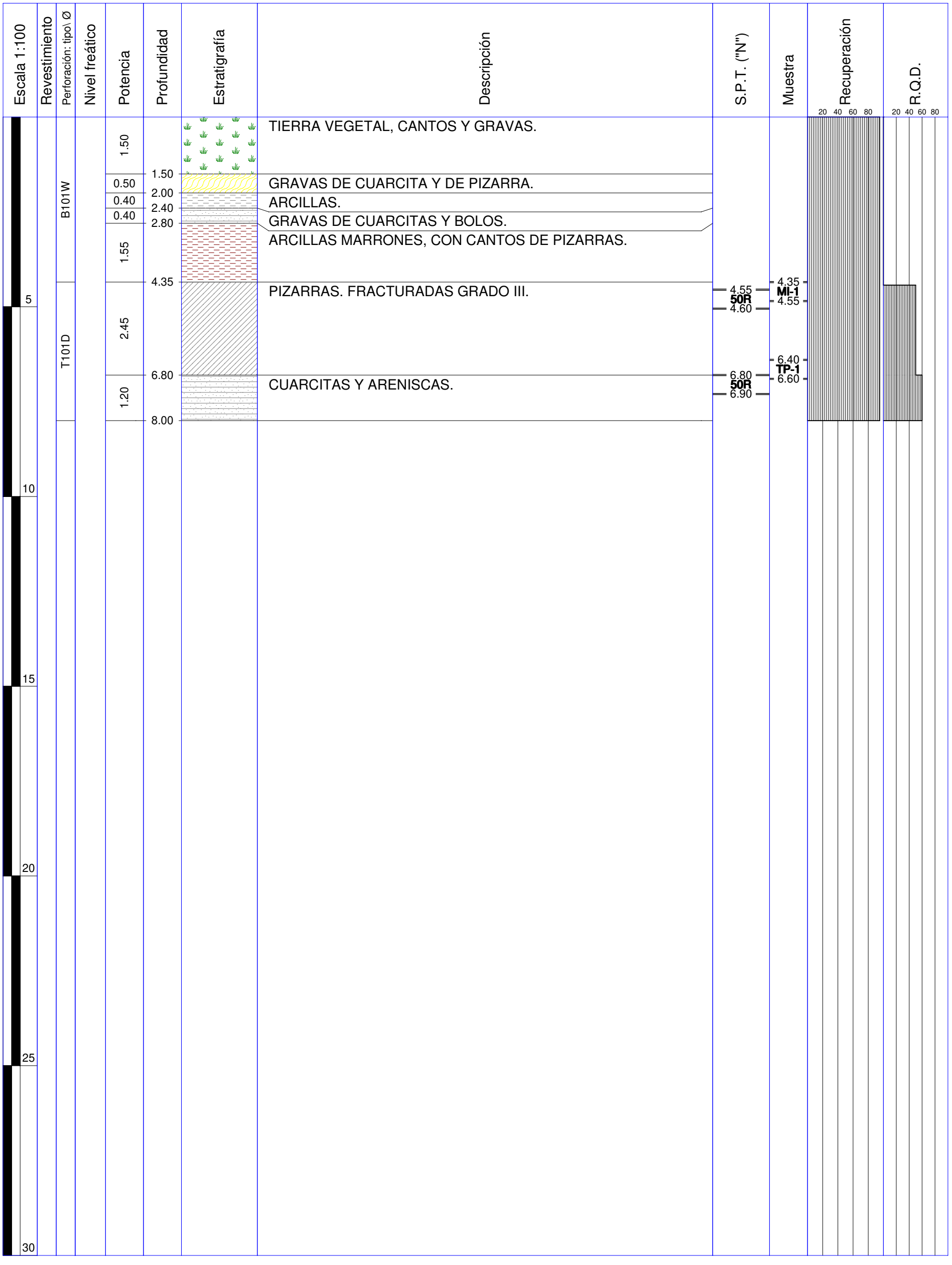
5
10
15
20
25
30

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

Cliente	INGEOPSA
Obra	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR
Nº de trabajo	E-0105
Localidad	T. CASARIEGO
Fecha	04/06/2015

SONDEO	HOJA
S-SE-RA-01	1 DE 1

Supervisor
Javier Villarias



AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

Cliente	INGIOPSA
Obra	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR
Nº de trabajo	E-0105
Localidad	T. CASARIEGO
Fecha	05/06/2015

SONDEO	HOJA
PD-PT-DP-01	1 DE 1

Supervisor
Javier Villarias

Escala 1:100	Revestimiento	Perforación: tipo\ Ø	Nivel freático	Potencia	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	S.P.T. ("N")	Muestra	Recuperación	R.Q.D.
		B101W		1.50	1.50		RELLENOS GRANULARES CON MATERÍA ORGÁNICA.			20 40 60 80	20 40 60 80
				0.30	1.80		GRAVAS Y ARENAS.				
				1.00	2.80		ARCILLAS NEGRAS CON CANTOS Y GRAVAS.				
		T101D		2.20	5.00		ARENISCAS GRISES Y PIZARRAS GRADO DE FRACTURACIÓN III.	3.30 50R 3.40			

5
10
15
20
25
30

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

Cliente	INGIOPSA
Obra	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR
Nº de trabajo	E-0105
Localidad	T. CASARIEGO
Fecha	09/06/2015

SONDEO	HOJA
S-PO-SE-01	1 DE 1

Supervisor
Javier Villarias

Escala 1:100	Revestimiento	Perforación: tipo\ Ø	Nivel freático	Potencia	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	S.P.T. ("N")	Muestra	Recuperación	R.Q.D.
		B101W		1.00	1.00		RELLENOS GRANULAR, GRAVAS Y CANTOS. HORMIGON 10 CENTÍMETROS.			20 40 60 80	20 40 60 80
				0.80	1.80		ARCILLAS ROJIZAS.				
				0.60	2.40		PIZARRAS. GRADO ALTERACIÓN III-IV.				
		T101D		2.60	5.00		PIZARRA MARRÓN. GRADO DE ALTERACIÓN II-III.				

5
10
15
20
25
30

b) FOTOGRAFÍAS DE LOS TESTIGOS.

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-PT-DP-02** CAJA 2 DE 2
PROFUNDIDAD DE **2,40** A 5**,00** m

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-PT-DP-02** CAJA 1 DE 2
PROFUNDIDAD DE **0,00** A **2,40** m

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEO

SONDEO	FOTOS	LAMINA
S-PT-DP-02	**B**	**A**	**1**

EXP.– 0105

JUNIO-2015

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-PT-DP-03** CAJA 2 DE 4
PROFUNDIDAD DE **2,40** A 5**,10** m

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-PT-DP-03** CAJA 1 DE 4
PROFUNDIDAD DE **0,00** A **2,40** m

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEO

SONDEO	FOTOS	LAMINA
S-PT-DP-03	**B**	**A**	**1**

EXP.– 0105

JUNIO-2015

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-PT-DP-03** CAJA 4 DE 4
PROFUNDIDAD DE **7,10** A 7**,70** m

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-PT-DP-03** CAJA 3 DE 4
PROFUNDIDAD DE **5,10** A **7,10** m

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEO

SONDEO	FOTOS	LAMINA
S-PT-DP-03	**B**	**A**	**2**

EXP.– 0105

JUNIO-2015

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-PT-DP-04** CAJA 2 DE 2
PROFUNDIDAD DE **2,40** A 5**,00** m

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-PT-DP-04** CAJA 1 DE 2
PROFUNDIDAD DE **0,00** A **2,40** m

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEO

SONDEO	FOTOS	LAMINA
S-PT-DP-04	**B**	**A**	**1**

EXP.– 0105

JUNIO-2015

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-RA-XU-01** CAJA 2 DE 2
PROFUNDIDAD DE **2,50** A 5**,00** m

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-RA-XU-01** CAJA 1 DE 2
PROFUNDIDAD DE **0,00** A **2,50** m

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEO

SONDEO	FOTOS	LAMINA
S-RA-XU-01	**B**	**A**	**1**

EXP.– 0105

JUNIO-2015

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-RA-XU-02** CAJA 1 DE 1
PROFUNDIDAD DE **0,00** A **5,40** m

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEO

SONDEO	FOTOS	LAMINA
S-RA-XU-02	**B**	**A**	**1**

EXP.– 0105

JUNIO-2015

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-RA-XU-03** CAJA 2 DE 3
PROFUNDIDAD DE **2,00** A 4**,00** m

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-RA-XU-03** CAJA 1 DE 3
PROFUNDIDAD DE **0,00** A **2,00** m

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEO

SONDEO	FOTOS	LAMINA
S-RA-XU-03	B	A	1

EXP.– 0105

JUNIO-2015

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-RA-XU-03** CAJA 3 DE 3
PROFUNDIDAD DE **4,00** A **5,00** m

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEO

SONDEO	FOTOS	LAMINA
S-RA-XU-03	**B**	**A**	**2**

EXP.– 0105

JUNIO-2015

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-RA-XU-04** CAJA 2 DE 2
PROFUNDIDAD DE **3,00** A 5,**45** m

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-RA-XU-04** CAJA 1 DE 2
PROFUNDIDAD DE **0,00** A **3,00** m

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEO

SONDEO	FOTOS	LAMINA
S-RA-XU-04	**B**	**A**	**1**

EXP.– 0105

JUNIO-2015

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-SE-RA-01** CAJA 2 DE 3
PROFUNDIDAD DE **2,80** A 5**,80** m

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-SE-RA-01** CAJA 1 DE 3
PROFUNDIDAD DE **0,00** A **2,80** m

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEO

SONDEO	FOTOS	LAMINA
S-SE-RA-01	**B**	**A**	**1**

EXP.– 0105

JUNIO-2015

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-SE-RA-01** CAJA 3 DE 3
PROFUNDIDAD DE **5,80** A **8,00** m

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEO

SONDEO	FOTOS	LAMINA
S-SE-RA-01	**B**	**A**	**2**

EXP.– 0105

JUNIO-2015

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-PO-SE-01** CAJA 2 DE 2
PROFUNDIDAD DE **2,40** A 5**,00** m

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-PO-SE-01** CAJA 1 DE 2
PROFUNDIDAD DE **0,00** A **2,40** m

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEO

SONDEO	FOTOS	LAMINA
S-PO-SE-01	**B**	**A**	**1**

EXP.– 0105

JUNIO-2015

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-PT-DP-01** CAJA 2 DE 2
PROFUNDIDAD DE **3,90** A 5**,00** m

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS
SONDEO **S-PT-DP-01** CAJA 1 DE 2
PROFUNDIDAD DE **0,00** A 3**,90** m

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEO

SONDEO	FOTOS	LAMINA
PD-PT-DP-01	**B**	**A**	**1**

EXP.– 0105

JUNIO-2015

c) CALICATAS MECÁNICAS.

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO:	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS).
CLIENTE:	INGIOPSA
MAQUINARIA:	PALA MIXTA
TESTIFICACIÓN:	JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS
CALICATA Nº	CA-PO-SE-01
Fecha:	12/06/2015

FOTOGRAFÍA

NIVEL FREATICO	MUESTRAS	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD TALUD	COTA (m)	ESCALA	PROFUNDIDAD	TRAMAS	DESCRIPCION DEL TERRENO	OBSERVACIONES
NO HAY PRESENCIA DE AGUA		MEDIA	TALUDES VERTICALIZADOS	1,0		0,50		**Tierra vegetal, aernosa, con cantos dispersos.**	
				2,0		3,60		**Depósitos de arenas, con cantos y gravas, que aumentan en profundidad**	
				3,0					
				4,0				FIN DE CALICATA	
				5,0					

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO:	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS).
CLIENTE:	INGIOPSA
MAQUINARIA:	PALA MIXTA
TESTIFICACIÓN:	JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS
CALICATA Nº	CA-SE-RA-01
Fecha:	12/06/2015

FOTOGRAFÍA

NIVEL FREATICO	MUESTRAS	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD TALUD	COTA (m)	ESCALA	PROFUNDIDAD	TRAMAS	DESCRIPCION DEL TERRENO	OBSERVACIONES
PEQUEÑA INFILTRACIÓN DE AGUA		DIFICULTOSA	TALUDES VERTICALIZADOS	1,0		0,50		**Tierra vegetal, arenosa con cantos y gravas.**	
						1,80		**Suelo de alteración superficial y sustrato rocoso de pizarras y areniscas cuarcíticas**	Calicata próxima a la cuneta.
				2,0				FIN DE CALICATA	
				3,0					
				4,0					
				5,0					

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO:	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS).
CLIENTE:	INGIOPSA
MAQUINARIA:	PALA MIXTA
TESTIFICACIÓN:	JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS
CALICATA Nº	CA-RA-SU-01
Fecha:	12/06/2015

FOTOGRAFÍA

NIVEL FREATICO	MUESTRAS	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD TALUD	COTA (m)	ESCALA	PROFUNDIDAD	TRAMAS	DESCRIPCION DEL TERRENO	OBSERVACIONES
NO HAY PRESENCIA DE AGUA		DIFICULTOSA	TALUDES VERTICALIZADOS			0,50		**Tierra vegetal, arenosa con cantos dispersos.**	
				1,0		1,80		**Sustrato rocoso alterado y en profundidad más sano de pizarras y areniscas cuarcíticas.**	
				2,0				FIN DE CALICATA	
				3,0					
				4,0					
				5,0					

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO:	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS).
CLIENTE:	INGIOPSA
MAQUINARIA:	PALA MIXTA
TESTIFICACIÓN:	JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS
CALICATA Nº	CA-PT-PD-01
Fecha:	12/06/2015

FOTOGRAFÍA

NIVEL FREATICO	MUESTRAS	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD TALUD	COTA (m)	ESCALA	PROFUNDIDAD	TRAMAS	DESCRIPCION DEL TERRENO	OBSERVACIONES
NO HAY PRESENCIA DE AGUA		DIFICULTOSA	TALUDES VERTICALIZADOS	1,0		0,50		**Tierra vegetal, CON GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.**	
				2,0		2,10		**Suelo de alteración, en tránsito hacia un sustrato rocoso de pizarras y areniscas cuarcíticas.**	
				3,0				FIN DE CALICATA	
				4,0					
				5,0					

d) ENSAYO DE PENETRACIÓN DINAMICA CONTINUA (D.P.S.H.)

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

Ensayo de Penetración Dinámica Continua

Obra:..... PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS).
Cliente:.....INGIOPSA
Ensayo N°:.....PD-PT-DP-02
Fecha:.....09/06/2015
Número de trabajo: E0105
Profundidad(m): **2,50**
Observaciones:

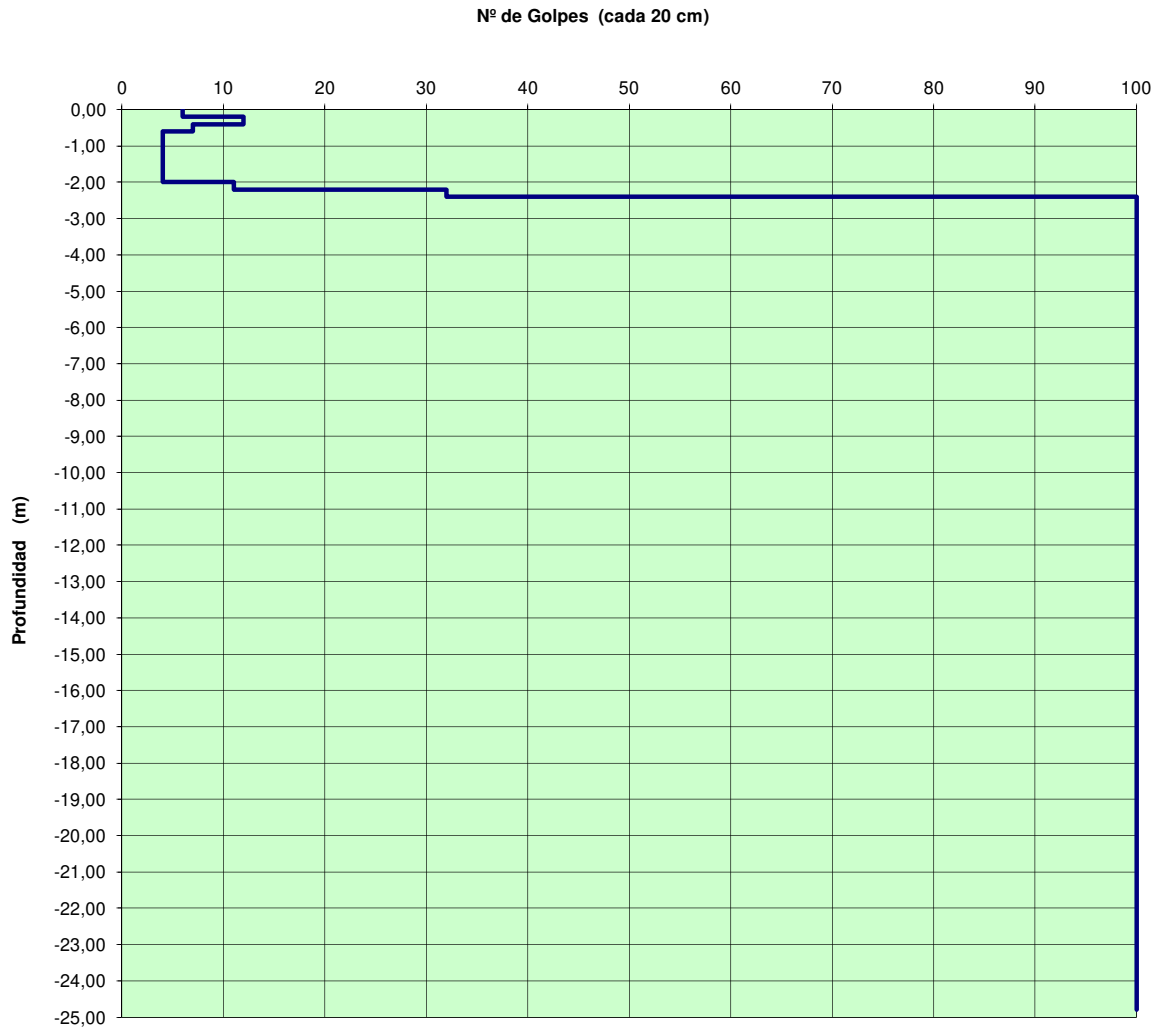
Profundidad	*Golpes*	*Profundidad*	*Golpes*	*Profundidad*	*Golpes*
0.00 - 0.20	6	7.00 - 7.20		14.00 - 14.20	
0.20 - 0.40	12	7.20 - 7.40		14.20 - 14.40	
0.40 - 0.60	7	7.40 - 7.60		14.40 - 14.60	
0.60 - 0.80	4	7.60 - 7.80		14.60 - 14.80	
0.80 - 1.00	4	7.80 - 8.00		14.80 - 15.00	
1.00 - 1.20	4	8.00 - 8.20		15.00 - 15.20	
1.20 - 1.40	4	8.20 - 8.40		15.20 - 15.40	
1.40 - 1.60	4	8.40 - 8.60		15.40 - 15.60	
1.60 - 1.80	4	8.60 - 8.80		15.60 - 15.80	
1.80 - 2.00	4	8.80 - 9.00		15.80 - 16.00	
2.00 - 2.20	11	9.00 - 9.20		16.00 - 16.20	
2.20 - 2.40	32	9.20 - 9.40		16.20 - 16.40	
2.40 - 2.60	**100**	9.40 - 9.60		16.40 - 16.60	
2.60 - 2.80		9.60 - 9.80		16.60 - 16.80	
2.80 - 3.00		9.80 - 10.00		16.80 - 17.00	
3.00 - 3.20		10.00 - 10.20		17.00 - 17.20	
3.20 - 3.40		10.20 - 10.40		17.20 - 17.40	
3.40 - 3.60		10.40 - 10.60		17.40 - 17.60	
3.60 - 3.80		10.60 - 10.80		17.60 - 17.80	
3.80 - 4.00		10.80 - 11.00		17.80 - 18.00	
4.00 - 4.20		11.00 - 11.20		18.00 - 18.20	
4.20 - 4.40		11.20 - 11.40		18.20 - 18.40	
4.40 - 4.60		11.40 - 11.60		18.40 - 18.60	
4.60 - 4.80		11.60 - 11.80		18.60 - 18.80	
4.80 - 5.00		11.80 - 12.00		18.80 - 19.00	
5.00 - 5.20		12.00 - 12.20		19.00 - 19.20	
5.20 - 5.40		12.20 - 12.40		19.20 - 19.40	
5.40 - 5.60		12.40 - 12.60		19.40 - 19.60	
5.60 - 5.80		12.60 - 12.80		19.60 - 19.80	
5.80 - 6.00		12.80 - 13.00		19.80 - 20.00	
6.00 - 6.20		13.00 - 13.20		20.00 - 20.20	
6.20 - 6.40		13.20 - 13.40		20.20 - 20.40	
6.40 - 6.60		13.40 - 13.60		20.40 - 20.60	
6.60 - 6.80		13.60 - 13.80		20.60 - 20.80	
6.80 - 7.00		13.80 - 14.00		20.80 - 21.00	

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

Ensayo Penetración Dinámica Continua

Obra:.....PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS).
Cliente:.....INGIOPSA

Ensayo N°:.....**PD-PT-DP-02**



Fecha:.....

Profundidad (m):.....**2,50**

N° Expediente:..... E0105

Penetrómetro tipo:. DPSH	Peso de la maza:.....63,5 kg	Puntaza cónica corta: 90°
diámetro varillaje: 32 mm.	Altura de caida:.....76,2 cm	Diámetro de la puntaza 51 mm.

Observaciones:

e) ENSAYOS DE LABORATORIO.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/5944	116	023830	S .2015/467	18/06/2015

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA: 1636 / 100661

1636: AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L., C/. Marqués de Urquijo nº 14 - Bajo. Local 11, 33203-Gijón, Asturias
ESB52509742

Ensayos varios de geotecnia
Muestras recepcionadas en Laboratorio

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L.
CL León y Escosura nº 1
Apartado de Correos 2159
33013-Oviedo
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: CA-PT-PD-01 (1,80 m)

PROCEDENCIA: Interceptor Tapia de Casriego

FECHA DE MUESTREO: 11/06/2015

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95. Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94, 103-104-94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

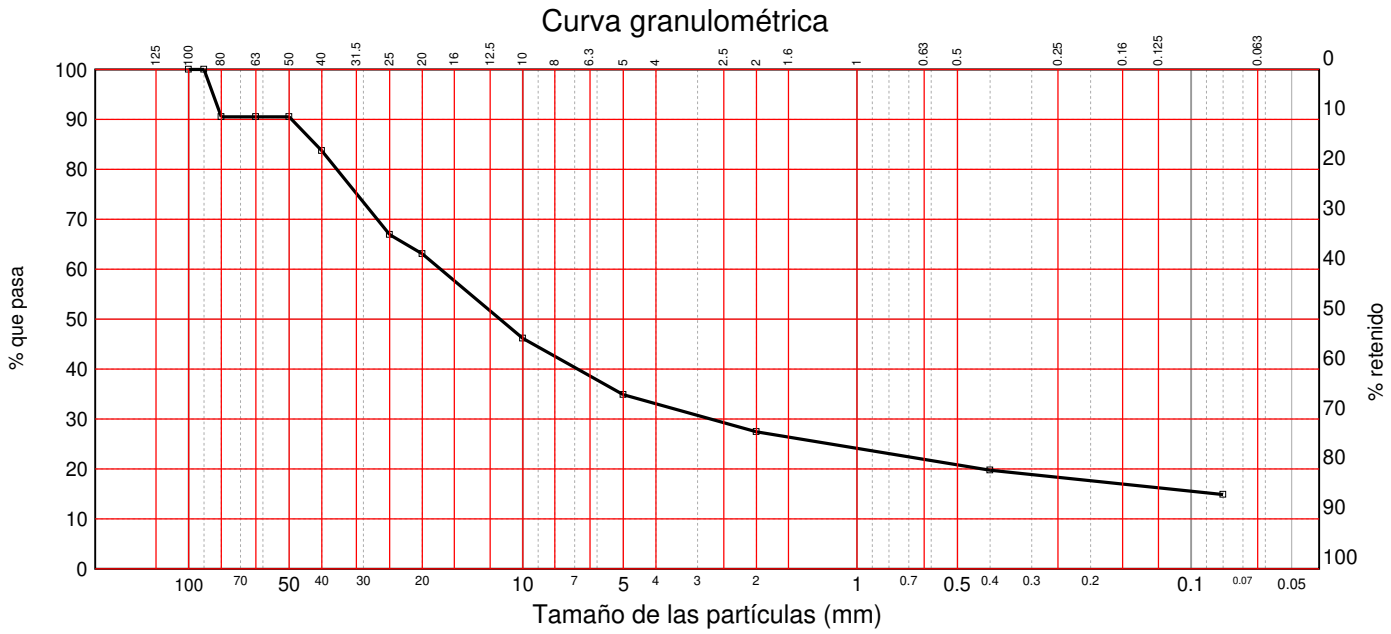
De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/5944	116	023830	S .2015/467	18/06/2015

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95													
Tamiz (mm)	100	90	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	91	91	91	84	67	63	46	35	27	20	14,8



LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93

Límite líquido	------
Límite plástico	------
Índice de plasticidad	**No plástico**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/5945	117	023827	S .2015/464	18/06/2015

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA: 1636 / 100661

1636: AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L., C/. Marqués de Urquijo nº 14 - Bajo. Local 11, 33203-Gijón, Asturias
ESB52509742

Ensayos varios de geotecnia
Muestras recepcionadas en Laboratorio

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L.
CL León y Escosura nº 1
Apartado de Correos 2159
33013-Oviedo
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-RA-XU-01; MI-1 (De 4,40 a 5,00 m)

PROCEDENCIA: Interceptor Tapia de Casriego

FECHA DE MUESTREO: 11/06/2015

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de Corte Directo de muestra de suelo, sin consolidar y sin drenar (UU), según UNE 103,401:1998

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

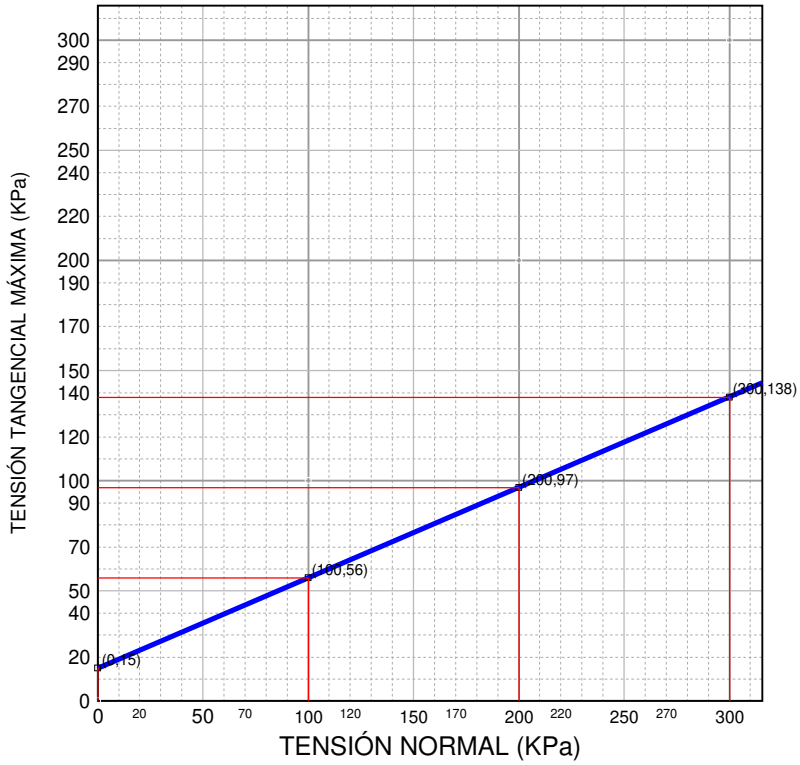
De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/5945	117	023827	S .2015/464	18/06/2015

CORTE DIRECTO No consolidado - no drenado (UU). Según UNE 103,401:1998.				
		Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3
Humedad inicial	%	44,8		
Densidad aparente	g/cm³	1,728		
Densidad seca inical	g/cm³	1,193		
Índice de huecos inicial		1,179		
Grado de saturación inicial	%	98,8		
Tensión Normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	56	97	138
Ángulo de Rozamiento Interno	°	**22,2**		
Cohesión	KPa	**15**		

Observaciones: 1 Kg/cm² = 98 KPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE 103302).



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/5946	118	023829	S .2015/466	18/06/2015

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA: 1636 / 100661

1636: AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L., C/. Marqués de Urquijo nº 14 - Bajo. Local 11, 33203-Gijón, Asturias
ESB52509742

Ensayos varios de geotecnia
Muestras recepcionadas en Laboratorio

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L.
CL León y Escosura nº 1
Apartado de Correos 2159
33013-Oviedo
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: CA-RA-XU-01 (1,5 m)

PROCEDENCIA: Interceptor Tapia de Casriego

FECHA DE MUESTREO: 11/06/2015

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95. Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94, 103-104-94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

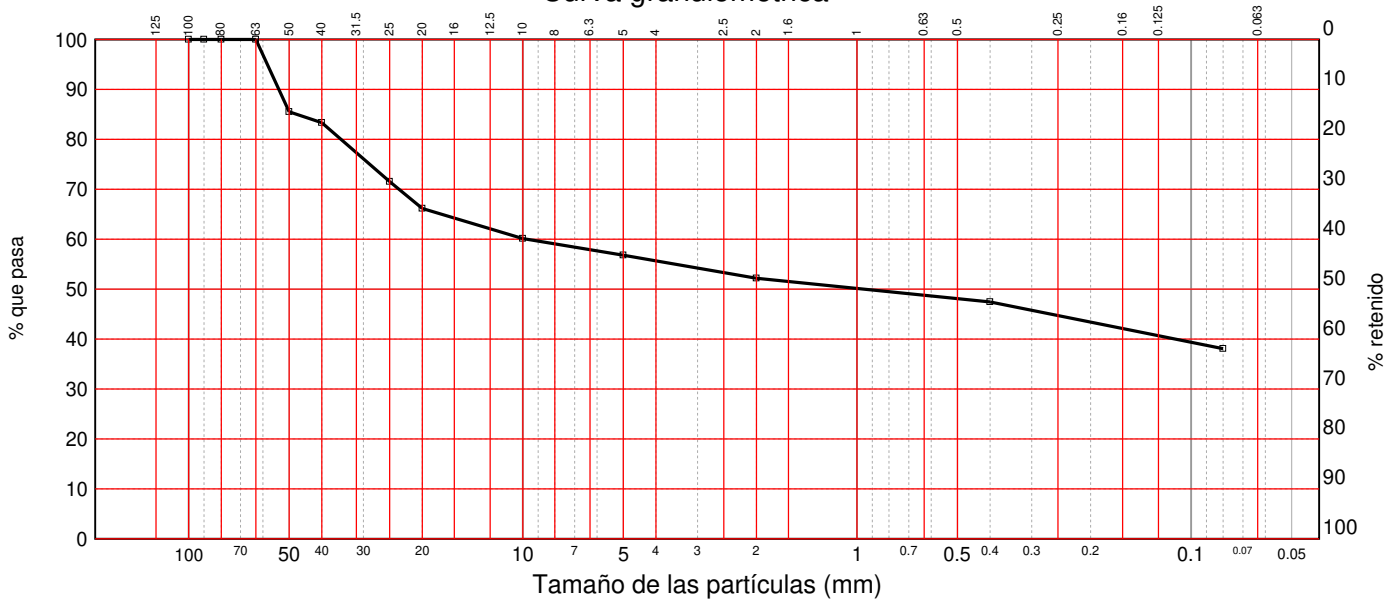
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/5946	118	023829	S .2015/466	18/06/2015

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95													
Tamiz (mm)	100	90	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	86	83	72	66	60	57	52	47	38,0

Curva granulométrica



LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93

Límite líquido	------
Límite plástico	------
Índice de plasticidad	**No plástico**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/5955	119	023823	S .2015/460	19/06/2015

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA: 1636 / 100661

1636: AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L., C/. Marqués de Urquijo nº 14 - Bajo. Local 11, 33203-Gijón, Asturias
ESB52509742

Ensayos varios de geotecnia
Muestras recepcionadas en Laboratorio

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L.
CL León y Escosura nº 1
Apartado de Correos 2159
33013-Oviedo
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-RA-XU-02; Estación de Bombeo (De 3,00 a 3,60 m)

PROCEDENCIA: Interceptor Tapia de Casriego

FECHA DE MUESTREO: 11/06/2015

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94, 103-104-94
Ensayo de Corte Directo de muestra de suelo, sin consolidar y sin drenar (UU), según UNE 103,401:1998

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

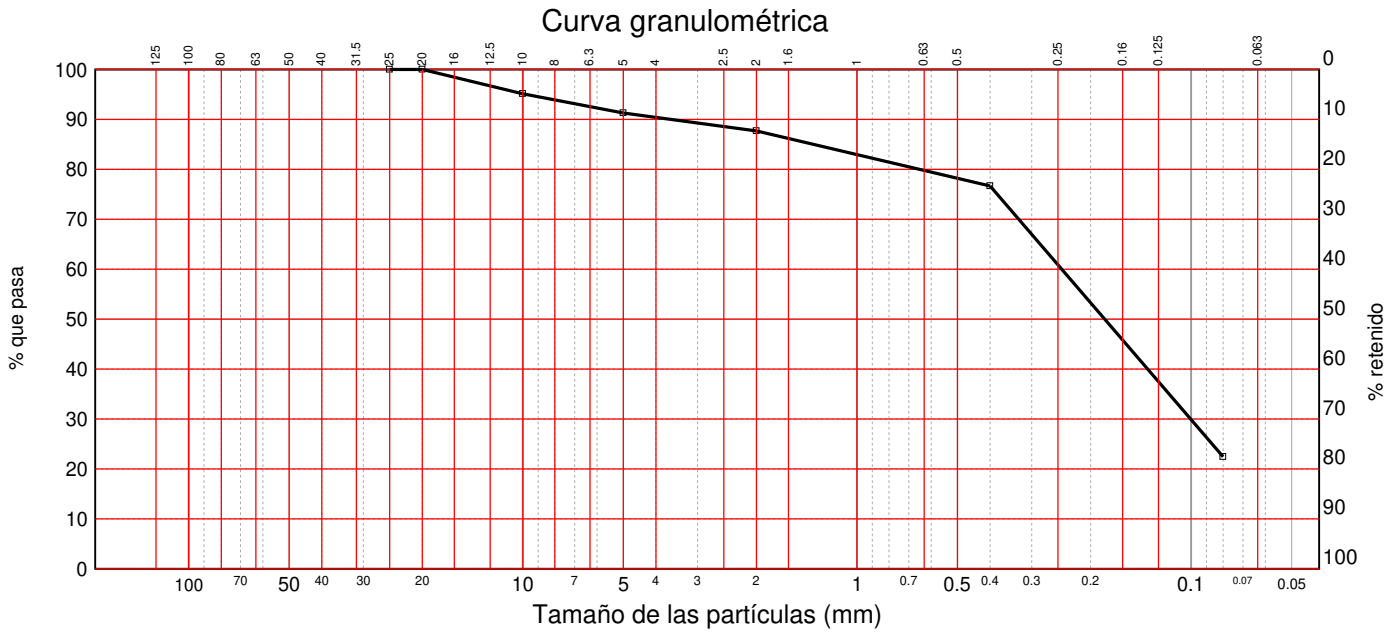
De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/5955	119	023823	S .2015/460	19/06/2015

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	95	91	88	77	22,4



LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93

Límite líquido	------
Límite plástico	------
Índice de plasticidad	**No plástico**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

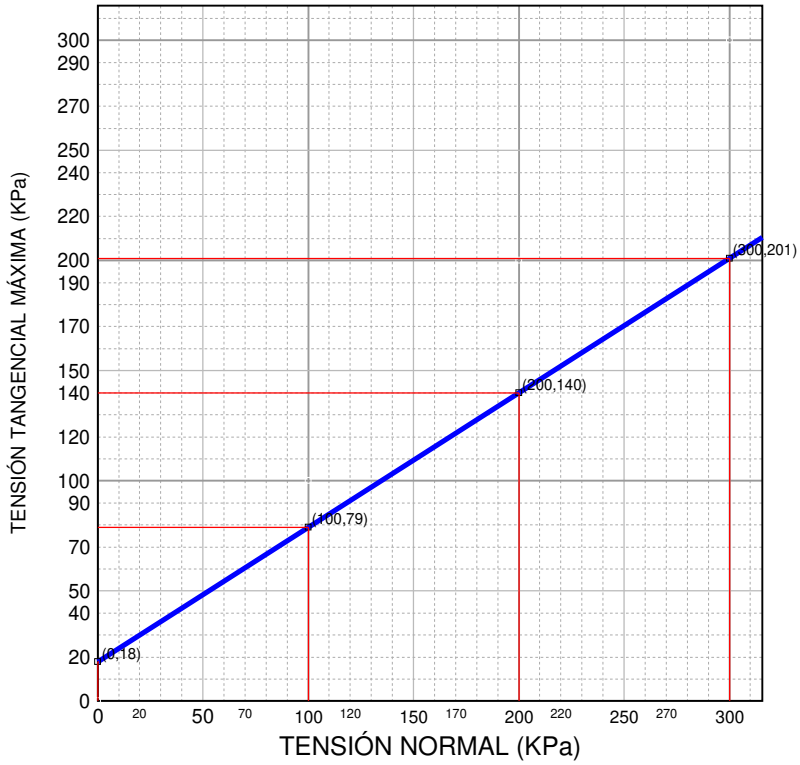
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/5955	119	023823	S .2015/460	19/06/2015

LAC-R-04-06

CORTE DIRECTO No consolidado - no drenado (UU). Según UNE 103,401:1998.				
		Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3
Humedad inicial	%	26,0		
Densidad aparente	g/cm³	1,976		
Densidad seca inical	g/cm³	1,568		
Índice de huecos inicial		0,658		
Grado de saturación inicial	%	102,8		
Tensión Normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	79	140	201
Ángulo de Rozamiento Interno	°	**31,3**		
Cohesión	KPa	**18**		

Observaciones: 1 Kg/cm² = 98 KPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE 103302).



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/5990	120	023825	S .2015/462	19/06/2015

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA: 1636 / 100661

1636: AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L., C/. Marqués de Urquijo nº 14 - Bajo. Local 11, 33203-Gijón, Asturias
ESB52509742

Ensayos varios de geotecnia
Muestras recepcionadas en Laboratorio

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L.
CL León y Escosura nº 1
Apartado de Correos 2159
33013-Oviedo
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-PT-DP-04. Biológico y Edificación, MI-1 (De 3,50 a 4,10 m)

PROCEDENCIA: Interceptor Tapia de Casriego

FECHA DE MUESTREO: 11/06/2015

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95. Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94, 103-104-94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

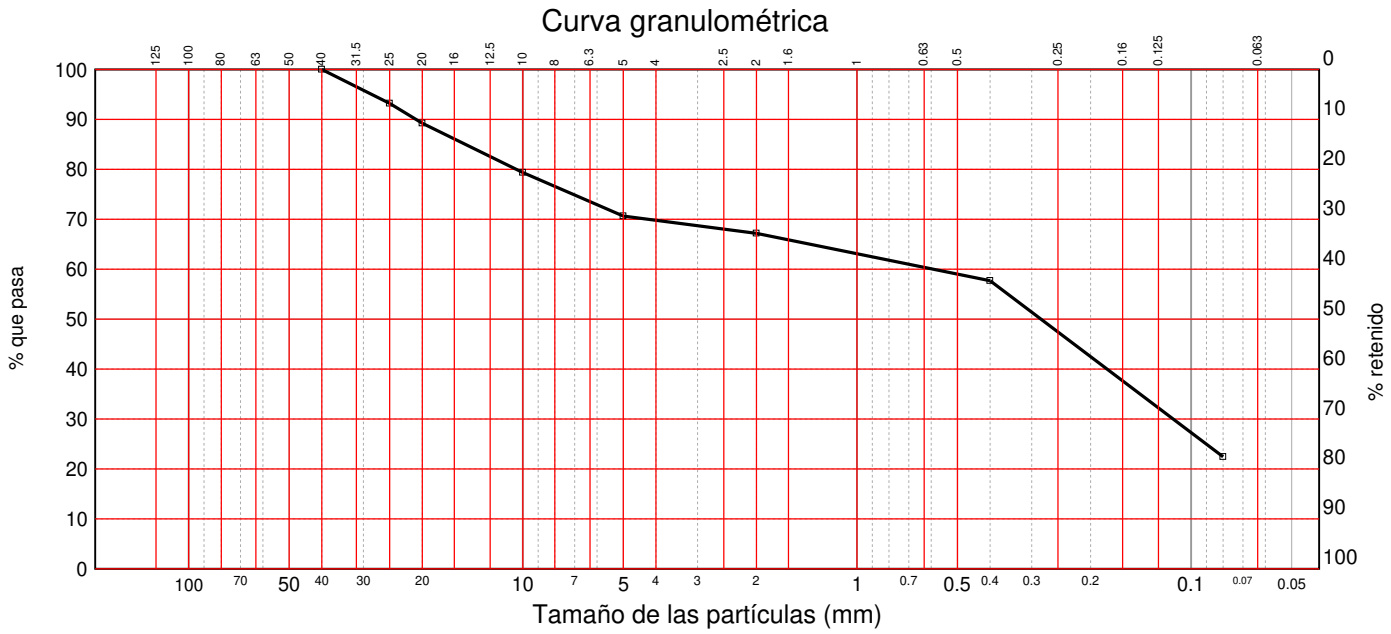
De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/5990	120	023825	S .2015/462	19/06/2015

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95								
Tamiz (mm)	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	93	89	79	71	67	58	22,4



LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93

Límite líquido	------
Límite plástico	------
Índice de plasticidad	**No plástico**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6004	121	023826	S .2015/463	22/06/2015

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA: 1636 / 100661

1636: AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L., C/. Marqués de Urquijo nº 14 - Bajo. Local 11, 33203-Gijón, Asturias
ESB52509742

Ensayos varios de geotecnia
Muestras recepcionadas en Laboratorio

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L.
CL León y Escosura nº 1
Apartado de Correos 2159
33013-Oviedo
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-PT-DP-03; EDAR MI-1 (De 5,30 a 5,90 m).

PROCEDENCIA: Interceptor Tapia de Casriego.

FECHA DE MUESTREO: 11/06/2015

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94, 103-104-94
Ensayo de Corte Directo de muestra de suelo, sin consolidar y sin drenar (UU), según UNE 103,401:1998

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

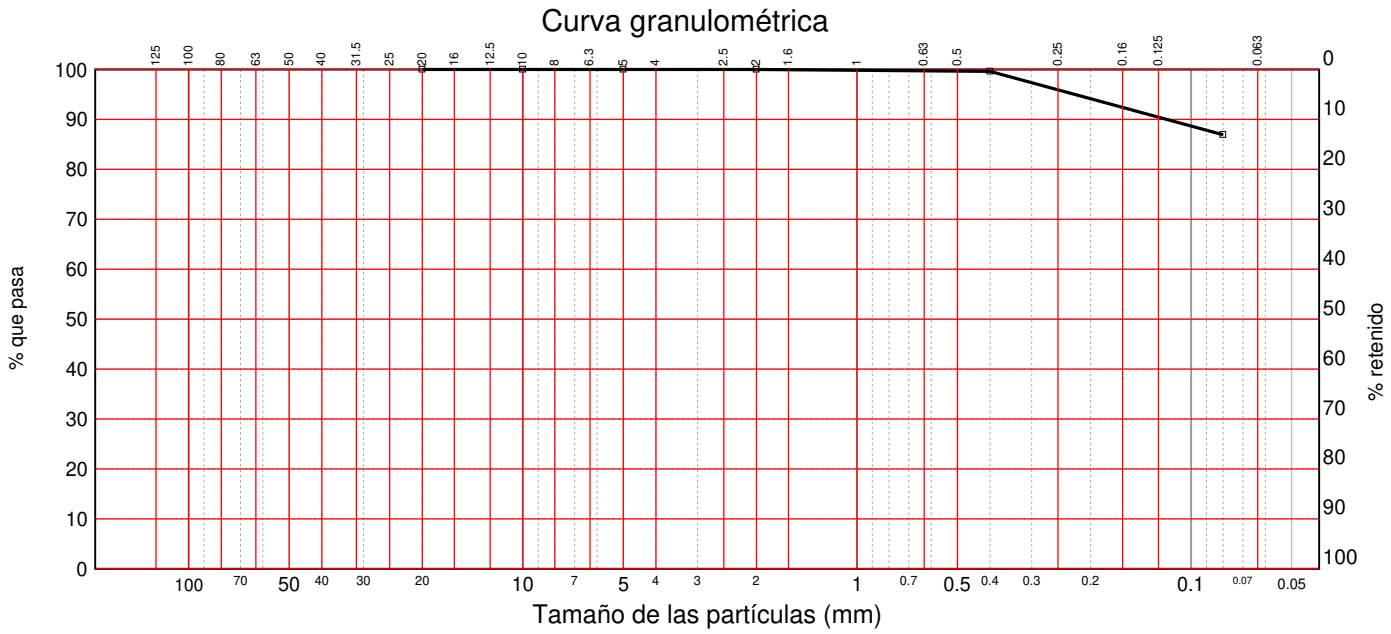
De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6004	121	023826	S .2015/463	22/06/2015

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95						
Tamiz (mm)	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	87,0



LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93

Límite líquido	------
Límite plástico	------
Índice de plasticidad	**No plástico**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

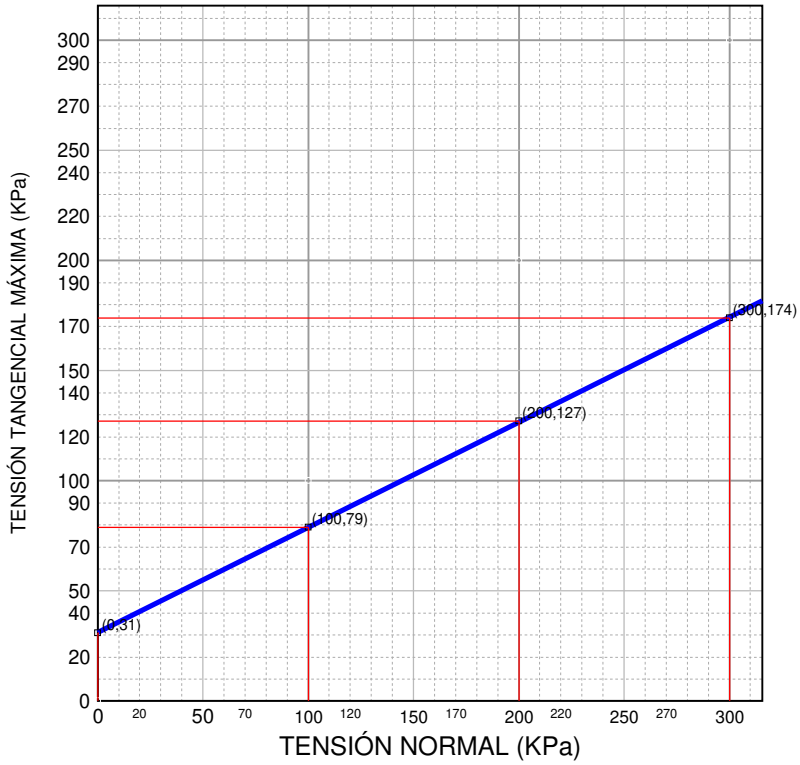
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6004	121	023826	S .2015/463	22/06/2015

LAC-R-04-06

CORTE DIRECTO No consolidado - no drenado (UU). Según UNE 103,401:1998.				
		Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3
Humedad inicial	%	32,3		
Densidad aparente	g/cm³	1,859		
Densidad seca inical	g/cm³	1,405		
Índice de huecos inicial		0,850		
Grado de saturación inicial	%	98,8		
Tensión Normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	79	127	174
Ángulo de Rozamiento Interno	°	**25,6**		
Cohesión	KPa	**31**		

Observaciones: 1 Kg/cm² = 98 KPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE 103302).



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6005	122	023831	S .2015/468	22/06/2015

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA: 1636 / 100661

1636: AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L., C/. Marqués de Urquijo nº 14 - Bajo. Local 11, 33203-Gijón, Asturias
ESB52509742

Ensayos varios de geotecnia
Muestras recepcionadas en Laboratorio

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L.
CL León y Escosura nº 1
Apartado de Correos 2159
33013-Oviedo
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: CA-PO-SE-01 (2,00 m)

PROCEDENCIA: Interceptor Tapia de Casriego

FECHA DE MUESTREO: 11/06/2015

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95. Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94, 103-104-94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

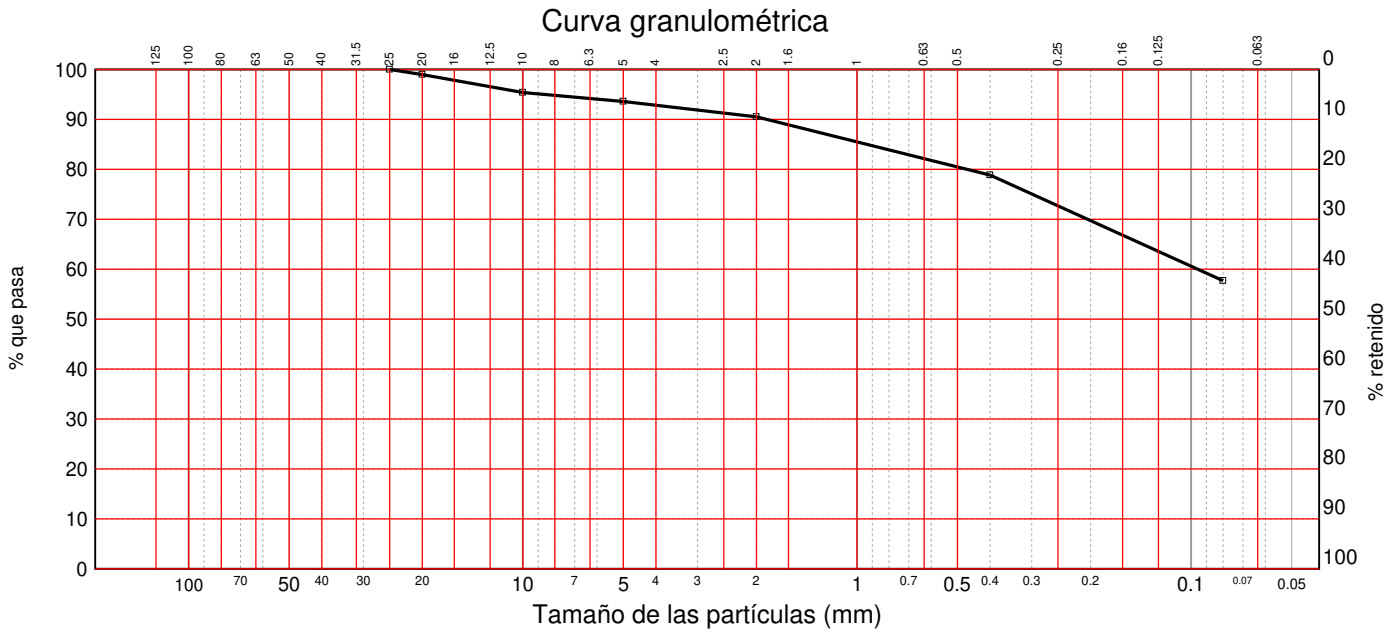
De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6005	122	023831	S .2015/468	22/06/2015

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	99	95	94	91	79	57,7



LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93

Límite líquido	**26,9**
Límite plástico	**23,3**
Índice de plasticidad	**3,6**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6006	123	023832	S .2015/469	22/06/2015

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA: 1636 / 100661

1636: AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L., C/. Marqués de Urquijo nº 14 - Bajo. Local 11, 33203-Gijón, Asturias
ESB52509742

Ensayos varios de geotecnia
Muestras recepcionadas en Laboratorio

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L.
CL León y Escosura nº 1
Apartado de Correos 2159
33013-Oviedo
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: CA-SE-RA-01

PROCEDENCIA: Interceptor Tapia de Casriego

FECHA DE MUESTREO: 11/06/2015

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95. Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94, 103-104-94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

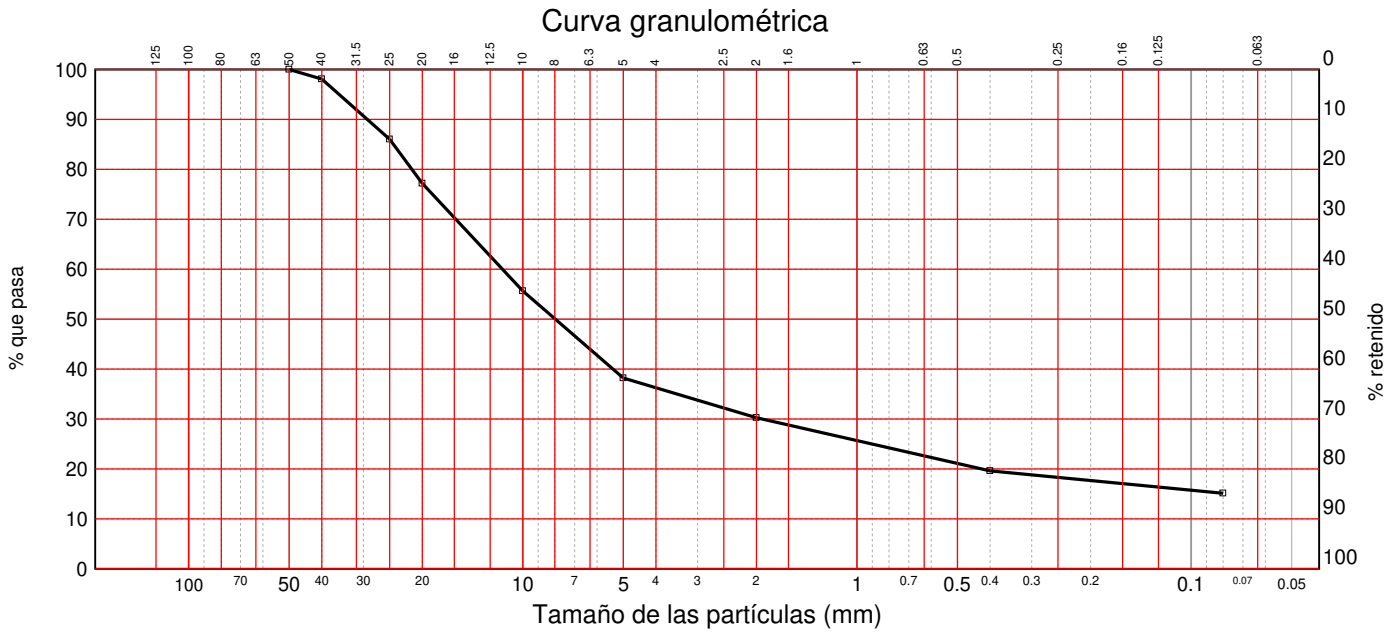
De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6006	123	023832	S .2015/469	22/06/2015

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95									
Tamiz (mm)	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	98	86	77	56	38	30	20	15,1



LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93

Límite líquido	**34,3**
Límite plástico	**26,1**
Índice de plasticidad	**8,1**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6007	124	023828	S .2015/465	22/06/2015

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA: 1636 / 100661

1636: AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L., C/. Marqués de Urquijo nº 14 - Bajo. Local 11, 33203-Gijón, Asturias
ESB52509742

Ensayos varios de geotecnia
Muestras recepcionadas en Laboratorio

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L.
CL León y Escosura nº 1
Apartado de Correos 2159
33013-Oviedo
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-PO-SE-01 Estación de Bombeo

PROCEDENCIA: Interceptor Tapia de Casriego

FECHA DE MUESTREO: 11/06/2015

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión uniaxial en roca (incluido tallado del testigo, no incluida la extracción) según UNE 22950-1:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6007	124	023828	S .2015/465	22/06/2015

LAC-R-04-06

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.		
Localización		**S-PO-SE-01 Estación de Bombeo**
Orientación del eje de carga.		Estratificación subvertical
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	82,9
Altura	mm	104,0
Forma de rotura		Oblicuamente al eje de carga
Carga de rotura	N	14484
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	**2,68**
Desviaciones respecto a la Norma		Altura/diámetro < 2,5

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6042	125	023824	S .2015/461	22/06/2015

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA: 1636 / 100661

1636: AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L., C/. Marqués de Urquijo nº 14 - Bajo. Local 11, 33203-Gijón, Asturias
ESB52509742

Ensayos varios de geotecnia
Muestras recepcionadas en Laboratorio

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L.
CL León y Escosura nº 1
Apartado de Correos 2159
33013-Oviedo
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-SE-RA-01 Estación de Bombeo (De 4,35 a 4,45 m)

PROCEDENCIA: Interceptor Tapia de Casriego

FECHA DE MUESTREO: 11/06/2015

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94, 103-104-94
Ensayo de Corte Directo de muestra de suelo, sin consolidar y sin drenar (UU), según UNE 103,401:1998

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

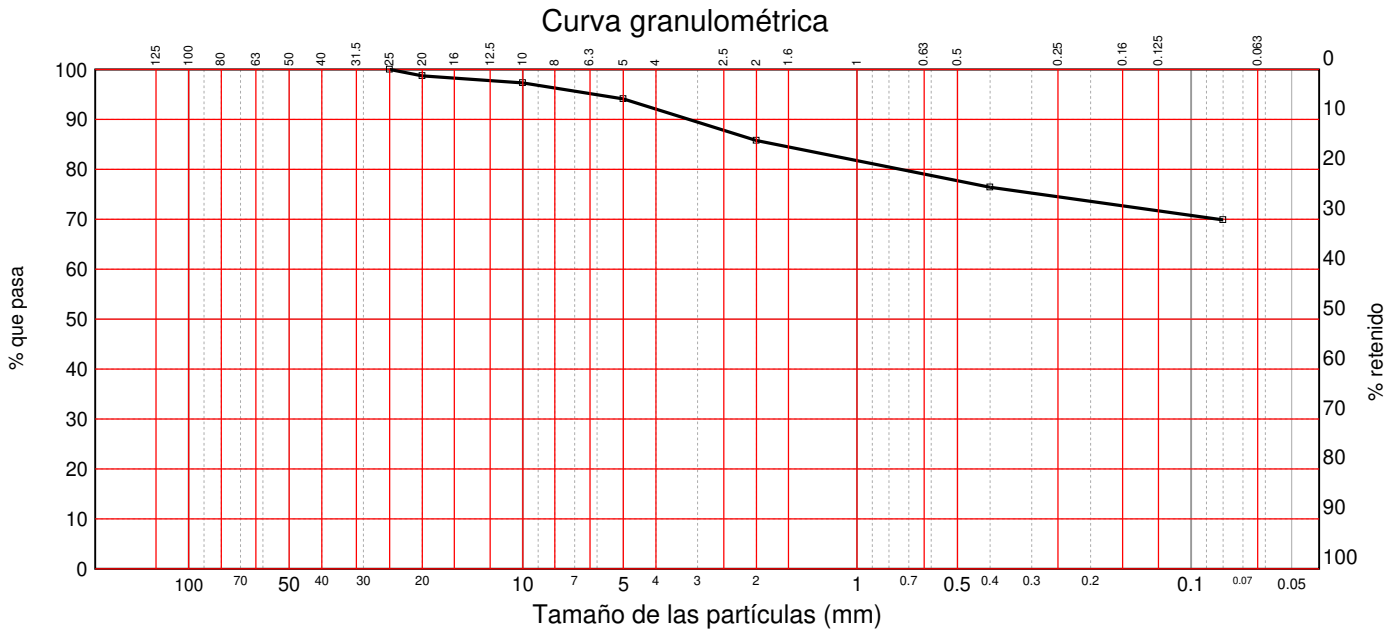
De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6042	125	023824	S .2015/461	22/06/2015

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	99	97	94	86	76	69,9



LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93

Límite líquido	**34,3**
Límite plástico	**29,3**
Índice de plasticidad	**4,9**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

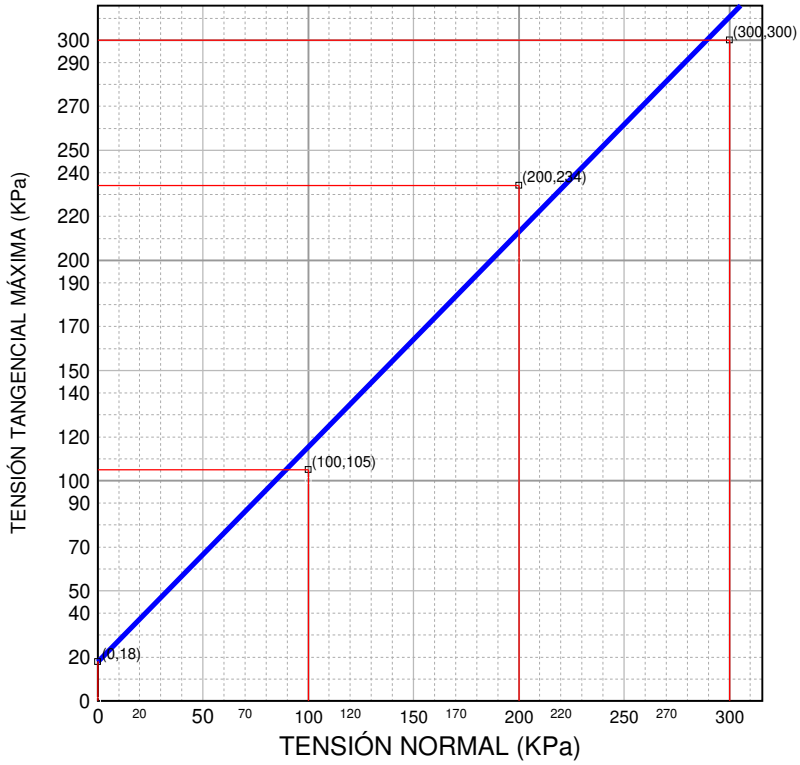
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6042	125	023824	S .2015/461	22/06/2015

LAC-R-04-06

CORTE DIRECTO No consolidado - no drenado (UU). Según UNE 103,401:1998.				
		Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3
Humedad inicial	%	18,4		
Densidad aparente	g/cm³	2,085		
Densidad seca inical	g/cm³	1,761		
Índice de huecos inicial		0,477		
Grado de saturación inicial	%	100,4		
Tensión Normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	105	234	300
Ángulo de Rozamiento Interno	°	**44,2**		
Cohesión	KPa	**18**		

Observaciones: 1 Kg/cm² = 98 KPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE 103302). **Muestra heterogénea; sustrsto rocoso alterado**



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6154	126	023821	S .2015/458	25/06/2015

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA: 1636 / 100661

1636: AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L., C/. Marqués de Urquijo nº 14 - Bajo. Local 11, 33203-Gijón, Asturias
ESB52509742

Ensayos varios de geotecnia
Muestras recepcionadas en Laboratorio

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L.
CL León y Escosura nº 1
Apartado de Correos 2159
33013-Oviedo
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-RA-XU-02 (5,50 m)

PROCEDENCIA: Interceptor Tapia de Casriego

FECHA DE MUESTREO: 11/06/2015

ENSAYOS REALIZADOS

Abrasividad Cerchar, según NF P94-430-1.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6154	126	023821	S .2015/458	25/06/2015

LAC-R-04-06

ABRASIVIDAD CERCHAR, Según NF P94-430-1.			
Medidas individuales mm	1,1	1,1	
Índice de abrasividad	**1,1**		
Clasificación	**Abrasiva**		

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6155	127	023822	S .2015/459	25/06/2015

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA: 1636 / 100661

1636: AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L., C/. Marqués de Urquijo nº 14 - Bajo. Local 11, 33203-Gijón, Asturias
ESB52509742

Ensayos varios de geotecnia
Muestras recepcionadas en Laboratorio

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

AVANZATECH Desarrollo, Ingenieria y Servicios, S.L.
CL León y Escosura nº 1
Apartado de Correos 2159
33013-Oviedo
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-RA-XU-03 Paso Inferior (De 4,00 a 4,10 m)

PROCEDENCIA: Interceptor Tapia de Casriego

FECHA DE MUESTREO: 11/06/2015

ENSAYOS REALIZADOS

Abrasividad Cerchar, según NF P94-430-1.
Dureza Cerchar, según Norma XP P94-412

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2015/6155	127	023822	S .2015/459	25/06/2015

LAC-R-04-06

ABRASIVIDAD CERCHAR, Según NF P94-430-1.			
Medidas individuales mm	4,5	4,3	
Índice de abrasividad	**4,4**		
Clasificación	**Extremadamente abrasiva**		

ABRASIVIDAD CERCHAR, Según Norma XP P94-412.			
Medidas individuales	701	611	635
D_{IN} (medio)	**649**		

Observaciones: Dureza Cerchar es el número de segundos que se necesita para perforar 10 mm en la muestra.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

5.3.- APÉNDICE-5.3: PROSPECCIONES Y ENSAYOS FASE-2 (LA RODA Y VIACOBA)

PETICIONARIO:

INGIOPSA

PROYECTO:

PROYECTO DE SANEMIENTO Y E.D.A.R. DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS)
CAMPAÑA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA
(CALICATAS MECÁNICAS)

REALIZACIÓN:

Julio 2015

Exp-0105

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN.

2.- CAMPAÑA GEOTÉCNICA. CALICATAS MECÁNICAS.

3.- DESCRIPCIÓN GENERAL.

4.- CONCLUSIONES.

4.1.- EXCAVABILIDAD.

4.2.- RECUBRIMIENTO DE TIERRA VEGETAL.

4.3.- ATALUZADOS.

4.4.- NIVEL FREÁTICO.

4.5.- CAPACIDAD PORTANTE Y DEFORMABILIDAD DEL TERRENO.

PLANO Nº1.-SITUACIÓN DE CALICATAS MECÁNICAS.

CALICATAS MECÁNICAS.

1.- INTRODUCCIÓN.

Como complemento, a la campaña realizada en 1ª Fase, en la cual se han realizado sondeos geotécnicos con extracción de testigo continuo, ensayo de penetración dinámica continua (D.P.S.H.) y calicatas mecánicas, se realiza una nueva campaña de calicatas mecánicas en diversos puntos del trazado de los colectores.

2.- CAMPAÑA GEOTÉCNICA. CALICATAS MECÁNICAS.

Se han efectuado (7) calicatas mecánicas, con retroexcavadora, a fin de determinar las características de excavabilidad, presencia de aguas, estabilidad de taludes, identificación de niveles litológicos, etc., en distintos puntos del trazado, (ver plano). El análisis conjunto de los datos que proporcionan las nuevas calicatas mecánicas y los trabajos geotécnicos ya realizados permiten establecer una serie de conclusiones (ver apartado nº 4).

3.- DESCRIPCIÓN GENERAL.

Calicata CA-VI-VI-01.

Calicata en la cual, a la profundidad de 0,30 metros aparece directamente el sustrato rocoso, poco alterado (grado II-III), constituido por rocas metamórficas, areniscas y pizarras.

Excavabilidad dificultosa a muy dificultosa (necesidad de picado con martillo para profundidades superiores a 50 centímetros. Sin presencia de agua.

Calicata CA-VI-VI-02.

Mediante esta calicata, se han reconocido 1,90 metros de profundidad.

El subsuelo presenta un primer nivel de 0,90 centímetros de tierra vegetal, con cantos y gravas y un segundo nivel de (sustrato rocoso), de pizarras, en niveles muy alterados (grados V-VI), a arcillas y clastos de pizarra y arenisca.

Excavabilidad normal, con taludes verticalizados. Sin presencia de agua.

Calicata CA-LR-IZ-01.

Alcanzó una profundidad de 0,70 metros. Presenta un primer nivel de 20 centímetros de tierra vegetal, con cantos y materia orgánica.

Bajo la tierra vegetal se sitúa el sustrato rocoso constituido por pizarras y niveles de arenisca, fracturado y alterado (grados III.IV).

A partir de 0,70 centímetros el sustrato se encuentra sano, siendo necesario el picado. Para proseguir la excavación.

Excavabilidad, moderada dificultosa, hasta los 0,70 centímetros, taludes verticalizados. Sin presencia de agua.

Calicata CA-LR-PR-01.

Se profundizó hasta los 2,80 metros.

El subsuelo, está constituido por un primer nivel de tierra vegetal, con humus, y bajo el un potente nivel de arcillas-margosas de alteración del sustrato rocoso.

Se mantienen los taludes verticalizados, al menos a corto y medio plazo, cantos esporádicos de pizarras y areniscas embebidas en una matriz arcillosa.

La excavabilidad, fácil hasta la profundidad reconocida. Sin presencia de agua.

Calicata CA-LR-PR-02.

Se reconoció una profundidad de 1,20 metros, del subsuelo de los cuales los 0,30 centímetros superiores corresponden al nivel de tierra vegetal, con humus y gravas.

A partir de 0,30 centímetros, se encuentra el sustrato rocoso fracturado y alterado (grado IV-V), con zonas o sub-niveles alterados a (grado VI), (arcillas).

Excavabilidad fácil, taludes verticalizados. Sin presencia de agua.

Calicata CA-LR-PR-03.

Calicata de 2,90 metros de profundidad.

Presenta un primer nivel de tierra vegetal, con gravas, arenas y materia orgánica, de 0,50 centímetros.

De 0,50 a 1,50 metros, un segundo nivel de alteración de carácter arcilloso, con clastos de pizarra esporádicos.

A partir de 1,50 metros de profundidad, el sustrato rocoso fracturado y alterado (grado IV-V).

Presenta una excavabilidad fácil, taludes verticalizados. Ausencia de aguas.

Calicata CA-LR-DE-01.

Calicata que ha reconocido una profundidad total de 1,10 metros.

Presenta un primer nivel de 0,30 metros de tierra vegetal con materia orgánica y un segundo nivel o sustrato rocoso formado y alterado (grado III-IV).

Excavabilidad medianamente dificultosa, taludes verticalizados y sin presencia de agua.

4.- CONCLUSIONES.

Del análisis de la campaña de calicatas se establecen las siguientes conclusiones:

4.1.- Excavabilidad.

Las zanjas inferiores a 1,0 metros de profundidad, afectarán principalmente, al nivel superior de tierra vegetal, y al sustrato rocoso, que se presenta casi siempre fracturado y alterado y zonalmente completamente alterado a arcilla.

La excavabilidad, sería pues normal.

Solo en zonas muy concretas, para zanjas de una profundidad de 1,0 metros sería necesaria la utilización de martillo.

Será necesario martillo, con grados de alteración I-II del sustrato rocoso.

4.2.- Recubrimiento de tierra vegetal.

En prácticamente todo el trazado, se ha detectado un primer nivel de tierra vegetal, con arenas gravas y humus.

El espesor medio es del orden de 30 a 35 centímetros, estimándose que debido a su componente granular, los ataluzados de este nivel no se mantendrán verticalizados al menos a medio-largo plazo.

4.3.- Ataluzados.

Para excavaciones inferiores a 2,0 metros de profundidad, a excepción del nivel superior de tierra vegetal, se podrán proyectar taludes verticalizados, tanto para el sustrato rocoso alterado, como totalmente alterado a arcillas.

4.4.- Nivel freático.

No se ha detectado en ninguna de las calicatas mecánicas la presencia de agua. Para excavaciones de poca profundidad no es previsible su presencia.

4.5.- Capacidad portante y deformabilidad del terreno.

La capacidad portante del terreno, se corresponde con lo indicado en la fase-1, de la presente campaña.

Se considera pues que tanto el sustrato rocoso fracturado, como los niveles arcillosos producidos de la alteración del mismo tienen la suficiente capacidad portante para las cargas que transmitirán al terreno las conducciones.

Pueden producirse contrastes de deformabilidad del terreno, a la misma cota de excavación entre un apoyo de las tuberías sobre un sustrato rocoso poco alterado (grado I-II e incluso III) y un tramo colindante apoyado en arcillas.

A tales efectos se deberá prever un tratamiento de transición de la zanja, a fin de que un cambio brusco de rigidez del terreno de apoyo pueda generar algún tipo de patología (fisuración, etc.).

OVIEDO, JULIO DE 2.015

Los autores:

Javier González Villarias
Geólogo MIG
Colegiado Nº553

Fernando Antuña Álvarez
Ingeniero Técnico de Minas
Colegiado Nº2.753

PLANOS

COLECTOR FECALES FC-250
EXISTENTE (COLECTOR "D")

NUEVO COLECTOR
POR GRAVEDAD
VIADEMONTE-VIACOBA.
PVC / Ø400 / SN-8

POZO
H=0,80m

CALICATA
CA-VI-VI-02.
X=666.264,00
Y=4.825.057,00

CALICATA
CA-VI-VI-01.
X=666.923,00
Y=4.824.623,00

N

LEYENDA

CALICATA MECÁNICA

PETICIONARIO: INGIOPSA	TITULO: PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS) CAMPAÑA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA (CALICATAS MECÁNICAS)	AVANZATECH DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.	AUTORES DEL ESTUDIO: JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS Colegiado Nº 553 GEOLOGO MIG; FERNANDO ANTUÑA ÁLVAREZ Colegiado Nº 2.753 I.T.M.	Nº TRABAJO: EXP. -0105	FECHA : JUNIO 2015	ESCALAS: 1/5.000 0 125m. GRAFICAS	DESIGNACION SITUACIÓN DE CALICATAS MECÁNICAS (PLANTA)	PLANO Nº 1 HOJA 1 DE 3

N

NODO DE CONEXIÓN DE NUEVO COLECTOR POR GRAVEDAD LA RODA CON RED EN BAJA DE SALAVE EN POZO PR-4.20

GR-LR-PR/RSCRT/2+370 a 2+414
CONDUCCIÓN BAJO CAMINO RURAL EN TIERRAS

CRUCE CAMINO RURAL ASFALTADO

GR-LR-PR/RSCRA/2+130
CRUCE CAMINO RURAL ASFALTADO

CALICATA
CA-LR-PR-03.
X=669.466,00
Y=4.824.406,00

NODO DE NUEVO COLECTOR POR GRAVEDAD RAMAL 2 CAMPOS AL QUE SE CONECTARA LA RED EN BAJA

GR-LR-PR/RSCL/0+500 a 0+970
PARALELISMO CTRA. LOCAL TC-2

GR-LR-PR/RSCRA/1+330
CRUCE CAMINO RURAL ASFALTADO

GR-LR-PR/RSCE/1+190
CRUCE CTRA. ESTATAL AUTOVÍA A-8 (HINCA)

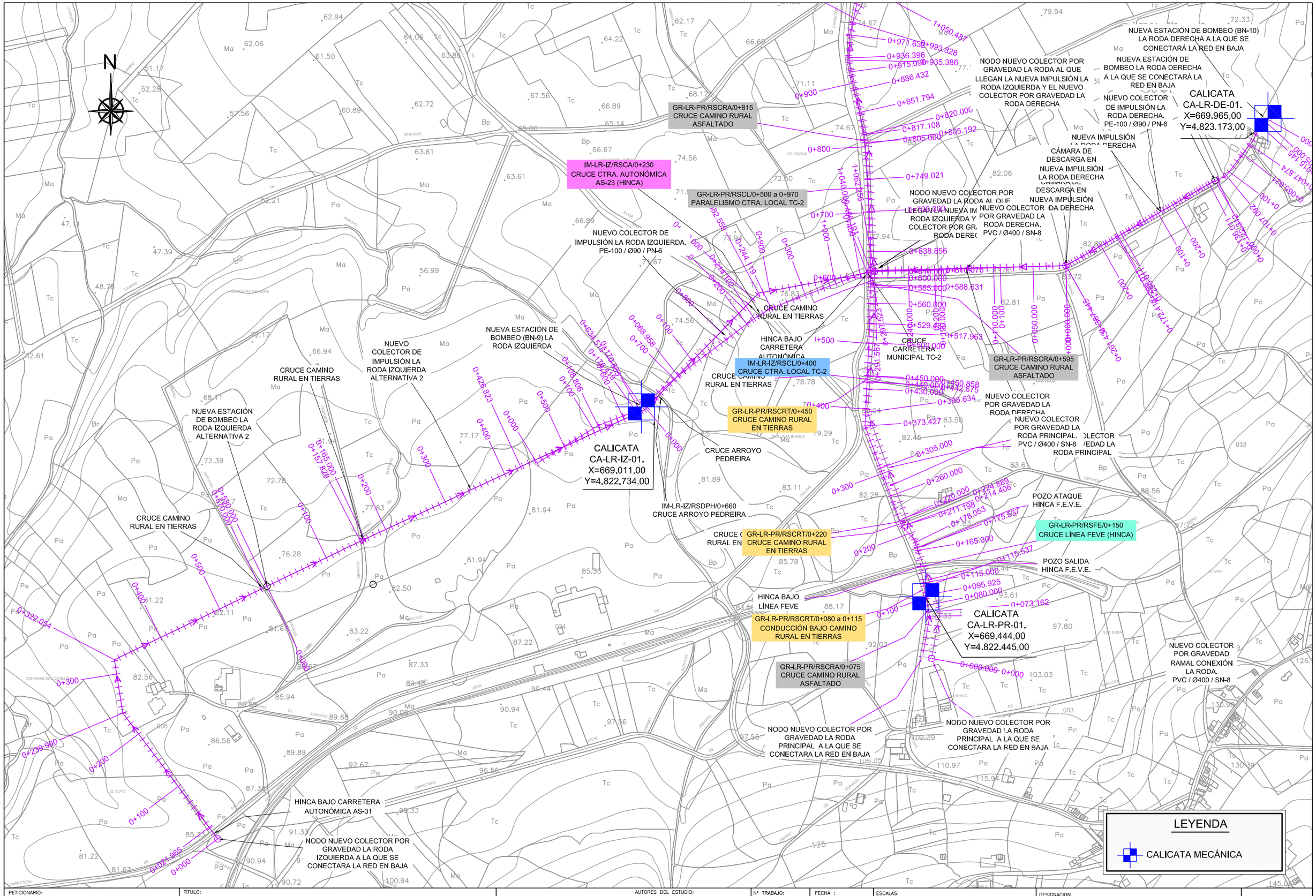
CALICATA
CA-LR-PR-02.
X=669.398,00
Y=4.823.450,00

NUEVO COLECTOR POR GRAVEDAD LA RODA PRINCIPAL. PVC / Ø400 / SN-8

LEYENDA

CALICATA MECÁNICA

PETICIONARIO: INGIOPSA	TITULO: PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS) CAMPAÑA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA (CALICATAS MECÁNICAS)	AVANZATECH DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.	AUTORES DEL ESTUDIO: JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS Colegiado Nº 553 GEOLOGO MIG; FERNANDO ANTUÑA ÁLVAREZ Colegiado Nº 2.753 I.T.M.	Nº TRABAJO: EXP. -0105	FECHA : JUNIO 2015	ESCALAS: 1/5.000 0 125m. GRAFICAS
DESIGNACION: SITUACIÓN DE CALICATAS MECÁNICAS (PLANTA)	PLANO Nº 1	HOJA 2 DE 3				



PETICIONARIO: INGIOPSA	TITULO: **PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS) CAMPAÑA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA (CALICATAS MECÁNICAS)**	AVANZATECH DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.	AUTORES DEL ESTUDIO: JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS Colegiado Nº 553 GEOLOGO MIG; FERNANDO ANTUÑA ÁLVAREZ Colegiado Nº 2.753 I.T.M.	Nº TRABAJO: EXP. -0105	FECHA : JUNIO 2015	ESCALAS: 1/5.000 (0 — 125m. GRAFICAS)	DESIGNACION **SITUACIÓN DE CALICATAS MECÁNICAS (PLANTA)**	PLANO Nº 1 HOJA 3 DE 3

CALICATAS

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO:	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS).
CLIENTE:	INGIOPSA
MAQUINARIA:	PALA MIXTA
TESTIFICACIÓN:	JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS
CALICATA Nº	CA-VI-VI-01
Fecha:	13/07/2015

FOTOGRAFÍA

NIVEL FREATICO	MUESTRAS	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD TALUD	COTA (m)	ESCALA	PROFUNDIDAD	TRAMAS	DESCRIPCION DEL TERRENO	OBSERVACIONES
NO AGUA		DIFICULTOSA	TALUDES ESTABL			0,30		**Sustrato rocoso areniscas, cuarcitas y pizarras fracturadas.**	
				1,0				FIN DE CALICATA	
				2,0					
				3,0					
				4,0					
				5,0					

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO:	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS).
CLIENTE:	INGIOPSA
MAQUINARIA:	PALA MIXTA
TESTIFICACIÓN:	JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS
CALICATA Nº	CA-VI-VI-02
Fecha:	13/07/2015

FOTOGRAFÍA

NIVEL FREATICO	MUESTRAS	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD TALUD	COTA (m)	ESCALA	PROFUNDIDAD	TRAMAS	DESCRIPCION DEL TERRENO	OBSERVACIONES
PEQUEÑAS FILTRACIONES DE AGUA		DIFICULTOSA	TALUDES VERTICALIZADOS			0,90		**Tierra vegetal, con gravas y materia orgánica.**	
				1,0		1,90		**Sustrato: Matrizde arcillas de alteración, englobando, cantos y lajas de pizarra y arenisca.**	Calicata realizada al lado de un arroyo.
				2,0				FIN DE CALICATA	
				3,0					
				4,0					
				5,0					

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO:	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS).
CLIENTE:	INGIOPSA
MAQUINARIA:	PALA MIXTA
TESTIFICACIÓN:	JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS
CALICATA Nº	CA-LR-IZ-01
Fecha:	13/07/2015

FOTOGRAFÍA

NIVEL FREATICO	MUESTRAS	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD TALUD	COTA (m)	ESCALA	PROFUNDIDAD	TRAMAS	DESCRIPCION DEL TERRENO	OBSERVACIONES
NO AGUA		DIFICULTOSA	TALUDES ESTABLES			0,20		**Tierra vegetal con materia orgánica.**	
						0,50		**Sustrato rocoso, de pizarras y areniscas, fracturadas y alteradas.**	
				1,0				FIN DE CALICATA	
				2,0					
				3,0					
				4,0					
				5,0					

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO:	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS).
CLIENTE:	INGIOPSA
MAQUINARIA:	PALA MIXTA
TESTIFICACIÓN:	JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS
CALICATA Nº	CA-LR-PR-01
Fecha:	13/07/2015

FOTOGRAFÍA

NIVEL FREATICO	MUESTRAS	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD TALUD	COTA (m)	ESCALA	PROFUNDIDAD	TRAMAS	DESCRIPCION DEL TERRENO	OBSERVACIONES
NO HAY PRESENCIA DE AGUA		DIFICULTOSA	TALUDES VERTICALIZADOS			0,30		**Tierra vegetal, con gravas, arenas y materia orgánica.**	
				1,0				**Sustrato rocoso, de pizarras, totalmente alteradas (grado VI), a arcillas y arcillas margosas Clastos de pizarra esporádicos.**	
				2,0		2,80			
				3,0				FIN DE CALICATA	
				4,0					
				5,0					

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO:	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS).
CLIENTE:	INGIOPSA
MAQUINARIA:	PALA MIXTA
TESTIFICACIÓN:	JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS
CALICATA Nº	CA-LR-PR-02
Fecha:	13/07/2015

FOTOGRAFÍA

NIVEL FREATICO	MUESTRAS	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD TALUD	COTA (m)	ESCALA	PROFUNDIDAD	TRAMAS	DESCRIPCION DEL TERRENO	OBSERVACIONES
NO HAY PRESENCIA DE AGUA		DIFICULTOSA	TALUDES VERTICALIZADOS	1,0		0,30		**Tierra vegetal, con matéria orgánica.**	
						1,20		**Suelo rocoso. Pizarras y areniscas fracturadas y alteradas.**	
				2,0				FIN DE CALICATA	
				3,0					
				4,0					
				5,0					

AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

PROYECTO:	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS).
CLIENTE:	INGIOPSA
MAQUINARIA:	PALA MIXTA
TESTIFICACIÓN:	JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS
CALICATA Nº	CA-LR-PR-03
Fecha:	13/07/2015

FOTOGRAFÍA

NIVEL FREATICO	MUESTRAS	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD TALUD	COTA (m)	ESCALA	PROFUNDIDAD	TRAMAS	DESCRIPCION DEL TERRENO	OBSERVACIONES
NO HAY PRESENCIA DE AGUA		DIFICULTOSA	TALUDES VERTICALIZADOS	1,0		0,50		**Tierra vegetal, arcillosa, con materia orgánica..**	
				2,0		2,90		**Suelo rocoso, totalmente alterado (grado VI) a arcillas. Clastos de pizarra esporádicos.**	
				3,0				FIN DE CALICATA	
				4,0					
				5,0					

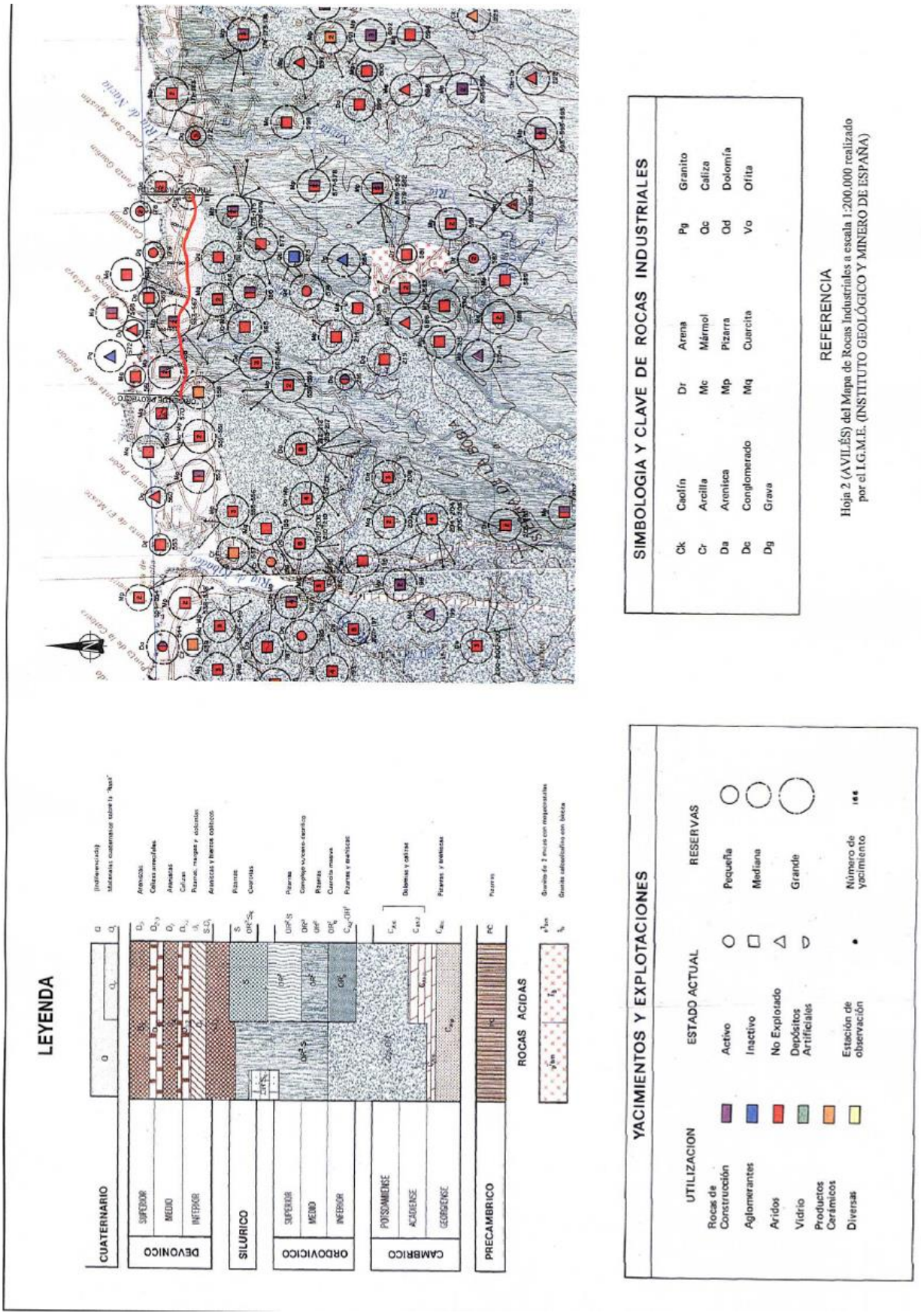
AVANZATECH
DESARROLLO, INGENIERIA Y SERVICIOS S.L.

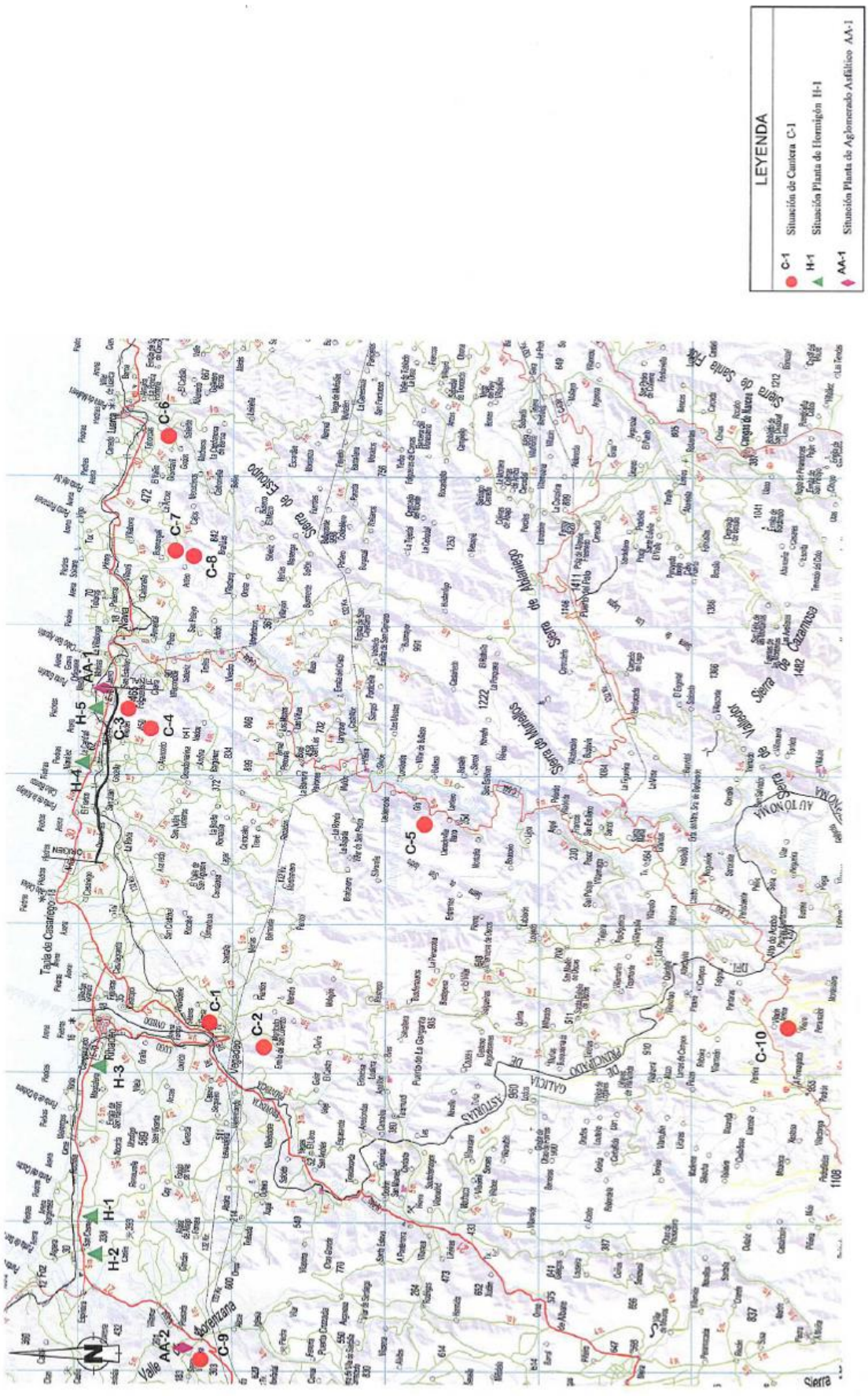
PROYECTO:	PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO (ASTURIAS).
CLIENTE:	INGIOPSA
MAQUINARIA:	PALA MIXTA
TESTIFICACIÓN:	JAVIER GONZÁLEZ VILLARÍAS
CALICATA Nº	CA-LR-DE-01
Fecha:	13/07/2015

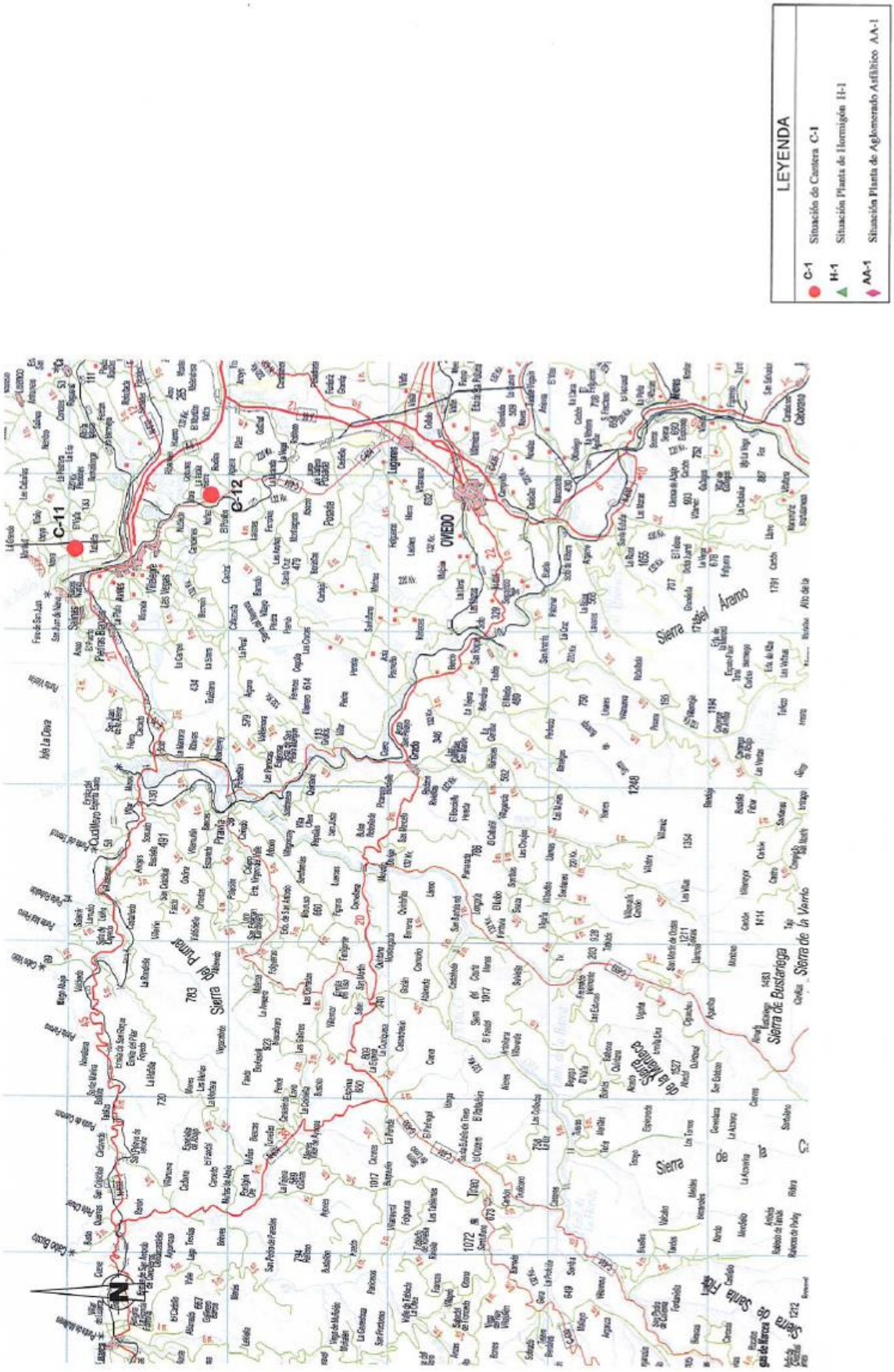
FOTOGRAFÍA

NIVEL FREATICO	MUESTRAS	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD TALUD	COTA (m)	ESCALA	PROFUNDIDAD	TRAMAS	DESCRIPCION DEL TERRENO	OBSERVACIONES
NO HAY PRESENCIA DE AGUA		DIFICULTOSA	TALUDES VERTICALIZADOS	1,0		0,30		**Tierra vegetal con materia orgánica.**	
						1,10		**Sustrato rocoso de pizarras y areniscas, fracturadas y alteradas.**	
				2,0				FIN DE CALICATA	
				3,0					
				4,0					
				5,0					

5.4.- APÉNDICE-5.4: PLANTAS Y CANTERAS


LEYENDA
CUATERNARIO
DEVONICO
SILURICO
ORDOVICICO
CAMBRICO
PRECAMBRICO
ROCAS ACIDAS
SIMBOLOGIA Y CLAVE DE ROCAS INDUSTRIALES
Ck Caolín
Cr Arcilla
Da Arenisca
Dc Conglomerado
Dg Grava
Dr Arena
Mc Mármol
Mp Pizarra
Mq Cuarcita
Pg Granito
Qc Caliza
Od Dolomía
Vo Ofita
REFERENCIA
Hoja 2 (AVILÉS) del Mapa de Rocas Industriales a escala 1:200.000 realizado por el I.G.M.E. (INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA)
YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES
UTILIZACION
ESTADO ACTUAL
RESERVAS
Rocas de Construcción
Aglomerantes
Aridos
Vidrio
Productos Cerámicos
Diversas
Activo
Inactivo
No Explotado
Depósitos Artificiales
Estación de observación
Pequeña
Mediana
Grande
Número de yacimiento


LEYENDA
C-1 Situación de Cantera C-1
H-1 Situación Planta de Hormigón H-1
AA-1 Situación Planta de Aglomerado Asfáltico AA-1
C-1
C-2
C-3
C-4
C-5
C-6
C-7
C-8
C-9
C-10
H-1
H-2
H-3
H-4
H-5
AA-1
AA-2
Tapia de Casariego
Ribadeo
Navia
Luarca
Cangas de Narcea
Sierra de Ancares
Sierra de Cazarmosa
Sierra de Valdecarzana
Sierra de Mariñeces
Sierra de Ahíllones
Sierra de Valdecarzana
Sierra de Cabo Busto
Sierra de Cabo Busto
Valle de Abrenzana
Valle de Abrenzana
Sierra
N


LEYENDA
C-1 Situación de Cantera C-1
H-1 Situación Planta de Hormigón H-1
AA-1 Situación Planta de Aglomerado Asfáltico AA-1
C-11
C-12
OVIEDO
Sierra del Aramo
Sierra de Bustariega
Sierra de la Viorna
Sierra de Valdecarzana
Sierra Plana de la Barrosa
Sierra del Puntal
Sierra de Tineo
Sierra de Santa Ana
N

CANTERA C-1: "PEÑA MEIRÓN"

TIPO DE MATERIAL
Árido artificial calizo.

PROPIETARIO
Construcciones J.L. Barcia.
Vegadeo.
Tfno: 985 634 057

SITUACIÓN
Carretera N-640, P.K. 11,0 junto a borde izquierdo. A las afueras de la localidad de Vegadeo.

DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
32 km por las carreteras N-640 y N-634.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
Serie monoclinal de caliza micrítica gris de la Caliza de Vegadeo, con buzamiento de 60 grados hacia el oeste, en bancos de espesor centimétrico a decimétrico.

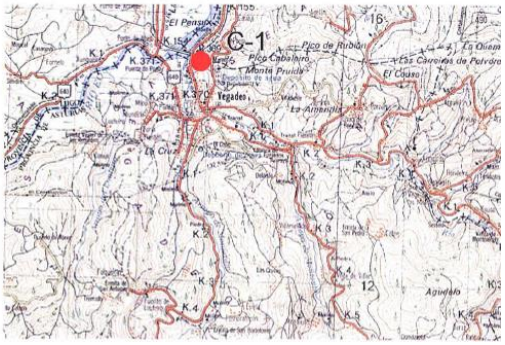
CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN
Cantera activa de 4 hectáreas de extensión y un frente de 50 m de altura, con las reservas prácticamente agotadas, que se explota intermitentemente para pequeñas obras locales. Dispone de una sencilla planta de trituración para obtener zahorra.

UTILIZACIÓN
Los áridos de la cantera se podrían utilizar como zahorra artificial, pero debido a la escasez de sus reservas se cree que el árido se habrá agotado totalmente para cuando se realice la obra.

PERSPECTIVA

PLANO DE SITUACIÓN

ESCALA 1:50.000



CANTERA C-2: "LAS PALEIRAS"

TIPO DE MATERIAL
Árido cuarcítico natural.

PROPIETARIO
Desconocido

SITUACIÓN
Carretera AS-21, P.K. 3,6 junto a su borde derecho. Ferreiramión. Vegadeo (Asturias).

DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
37 km por la carretera local AS-21, la N-640 y N-634.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
Serie monoclinal de cuarcita arenosa muy fracturada con estratificación centimétrica que buza 25 grados hacia el noreste.

CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN
Pequeña cantera ocasionalmente activa, de 1 hectárea de extensión y un frente de 150 m de longitud y 25 m de altura. El árido se obtiene directamente mediante excavación de la roca fracturada y posteriormente se criba elementalmente. Se desconocen sus reservas.

UTILIZACIÓN
El material obtenido puede ser utilizado para núcleo de relleno y posiblemente para la explanada. Normalmente se utiliza para la construcción de pistas.

PERSPECTIVA

PLANO DE SITUACIÓN

ESCALA 1:50.000

CANTERA C-3: "MANUEL PEDRALBA"

TIPO DE MATERIAL
Árido cuarcítico natural.

PROPIETARIO
Manuel Pedralba.
Abranedo, Coaña (Asturias).
Tlfno: 985 924 055

SITUACIÓN
Ladera noroeste del monte Abara, junto a carretera local se accede desde el P.K. 529 de la carretera N-634, hasta la localidad de Abranedo.

DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
8 km por carreteras locales y la N -634.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
Serie monoclinal de cuarcitas muy fracturadas, de la Serie de los Cabos, con buzamiento de 55 grados hacia el sureste.

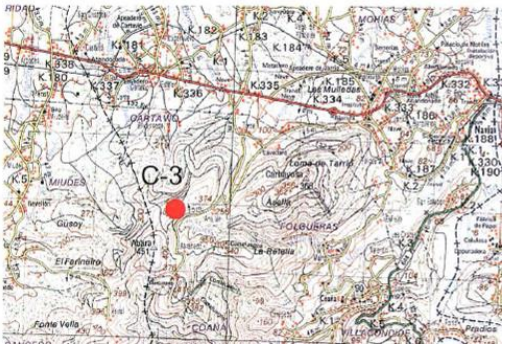
CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN
Cantera abandonada que explotaba los niveles más fracturados de la cuarcita mediante excavación directa, respetando la estratificación en los taludes. Tiene dos frentes de 80 m y 150 m de longitud, con alturas de 25 m y 20 m respectivamente. El material se cribaba elementalmente y se dedicaba a la construcción de pistas por la zona.

UTILIZACIÓN
Ninguna.

PERSPECTIVA

PLANO DE SITUACIÓN

ESCALA 1:50.000



CANTERA C-4: "VEIRAL"

TIPO DE MATERIAL
Árido cuarcítico natural.

PROPIETARIO
Ayuntamiento de El Franco.
El Franco (Asturias).

LOCALIZACIÓN
Ladera suroeste del monte Abara, próximo al antiguo vertedero de El Franco y al pueblo de Veiral.

DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
9 km por carreteras locales y la N -634.

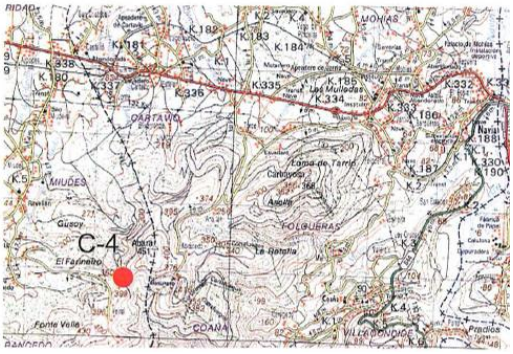
DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
Serie monoclinal de cuarcitas muy fracturadas pertenecientes a la Serie de los Cabos, estratificadas en bancos de 10-20 cm con buzamiento de 65 grados hacia el sureste.

CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN
Cantera normalmente inactiva que en la actualidad es explotada ocasionalmente por la empresa Jesús Martínez Álvarez Construcciones S.A. El árido se extrae mediante excavación para la obtención de material tipo todo-uno. La cantera tiene una extensión de 3 hectáreas y un frente con dos niveles de 15 m de altura. El material se dedicaba a la construcción de pistas.

UTILIZACIÓN
Ninguna.

PLANO DE SITUACIÓN

ESCALA 1:50.000



CANTERA C-5: "CARISA"

TIPO DE MATERIAL
Árido artificial anfibolítico.

PROPIETARIO
Jesús Martínez, S.A.
Carretera N-634. Río Sagrado. 33719. Cartavio-Coaña. Asturias.
Teléfono: 985 631 687

LOCALIZACIÓN
Carretera AS-12, P.K. 40,0. Borde derecho.
Illano (Asturias).

DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
48 km por las carreteras locales, C-644 y N-634

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
Macizo de anfibolitas de aspecto masivo originado por metamorfismo de contacto sobre la formación Pizarras de Luarca.

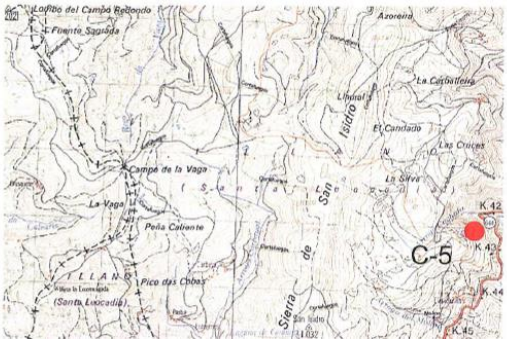
CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN
Gran cantera abandonada de 4 hectáreas de extensión con dos frentes de 30 m y 20 m altura y con una completa planta de trituración y selección de árido que actualmente ha sido desmantelada. La cantera fue abandonada hace unos años debido a la elevada cantidad de óxidos de hierro en el árido que lo inutilizaba para su uso en obras de carretera, especialmente en la capa de rodadura.

UTILIZACIÓN
Ninguna.

PERSPECTIVA

PLANO DE SITUACIÓN

ESCALA 1:50.000



CANTERA C-6: "TRASMONTE"

TIPO DE MATERIAL
Árido artificial cuarcítico.

PROPIETARIO
HORLACASA (Hormigones La Caridad, S.A.)
C/ Calvo Sotelo 16, 3º. Oviedo.

SITUACIÓN
Carretera AS-36 de Luarca a Villayón, P.K. 4,2 próxima a la localidad de Setienes.
Tlfno: 985 924 393

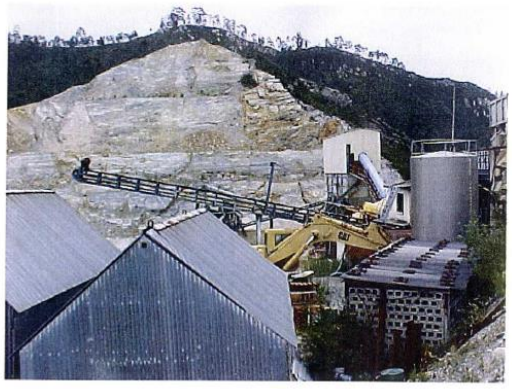
DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
34 km por carreteras locales y la N-634.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
Serie monoclinal de cuarcitas pertenecientes a la formación Cuarcitas de Sabugo, de edad Ordovícico medio.

CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN
Gran cantera actualmente inactiva que dispone de equipos completos de trituración, selección y lavado de áridos. La cantera tiene una extensión aproximada de 3 hectáreas y un frente de 45 m de altura con cuatro bermas.

UTILIZACIÓN
Los áridos de la cantera se pueden utilizar como zahorra artificial y como áridos finos y gruesos para hormigones.

PERSPECTIVA



PLANO DE SITUACIÓN

ESCALA 1:50.000

CANTERA C-7: "RENCAÑOS"

TIPO DE MATERIAL
Árido artificial cuarcítico.

PROPIETARIO
Jesús Martínez Alvarez, S.A.
Oficina: Carretera N-634. Río Sagrado. 33719. Cartavio. Coaña (Asturias).
Teléfono: 985 631 687
Fax: 985 473 571

SITUACIÓN
Carretera AS- 37, P.K. 12,0 próxima a la población de Busmargall. Navia (Asturias).
Tlfno: 985 979 882
Fax: 985 978 635

DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
21 km por carreteras locales y la N-634.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
Cuarcita masiva cambro -ordovícica de textura vitreo-cristalina y forma cuboide perteneciente a la Serie de los Cabos

CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN
Gran cantera activa de 165.000 m^2 de superficie y 75 m de altura de frente de explotación con unas reservas estimadas de 10,5 millones de metros cúbicos de árido. En la cantera existe una planta de machaqueo y clasificación de áridos. En las proximidades de la cantera existe una planta fija de aglomerado asfáltico (AA-1), perteneciente al mismo propietario, situada junto a la N-634 en Cartavio (Coaña) de la cual se presenta una ficha en el apartado de "Planta de Suministro".

Los tipos de áridos obtenidos en la cantera son: escollera (>300 kg), zahorra natural (0-40), rechazo (>40), todo - uno (0-40), arena (0-6), arrocillo (6-12), trito (12-18), gravilla (18-40) y filler (<0,08).

ENSAYOS FACILITADOS POR LA PROPIEDAD

La cantera ha facilitado los siguientes datos de ensayos de laboratorio de los que solo se disponen los resultados.
Densidad Real (g/cm^3) = 2,85
Absorción (%) = 1,23
Adhesividad (%) > 95
Desgaste Los Ángeles (granulometría C) = 20
Coeficiente de forma = 0,21
Análisis Químico:
$Si O_2$ = 96,5 %
$Al_2 O_3$ = 1,7 %
$Fe_2 O_3$ = 0,8%
$Na_2 O$ = 0,01%
$K_2 O$ = 0,01%

También ha facilitado los siguientes datos de ensayos de laboratorio con sus correspondientes estadillos

PROCTOR MODIFICADO	Densidad máxima (g/cm^3)	2,19
	Humedad óptima (%)	5,2

% QUE PASA	50	40	25	20	2,5	10	5	2	0,4	0,08
MUESTRA A (ZA40)	-	100	91	81	65	57	38	26	15	9
MUESTRA B (ZA40)	100	98	87	78	64	56	38	25	15	9

	MUESTRA A (ZA 40)	MUESTRA B (ZA 40)
DESGASTE LOS ÁNGELES (Granulometría A)	23	22
EQUIVALENTE ARENA	60	62

ENSAYOS DE CONTRASTE

% QUE PASA	25	20	12,5	10	8	4	2	0,5	0,25	0,125	0,063
0/6	-	-	-	-	100	93,0	53,0	22,5	16,8	10,0	2,3
6/12	-	100	99,4	62,1	28,0	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4
12/18	100	99,0	19,6	1,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6
12/25	100	84,5	7,7	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1

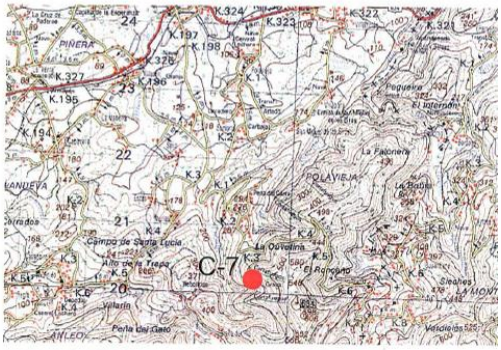
	COEFICIENTE LIMPIEZA	DESGASTE LOS ÁNGELES	CARAS FRACTURA	EQUIVALENTE ARENA	ÍNDICE LAJAS
0/6	-	-	-	79	-
6/12	0,4	-	100	-	8,0
12/18	0,4	16	100	-	13,3
12/25	0,7	-	100	-	14,6

Coeficiente de Pulido Acelerado = 0,53

UTILIZACIÓN
El árido es válido para su utilización, como escollera, zahorra artificial, árido para fabricar hormigones, bituminosas en caliente incluida la capa de rodadura drenante.

PERSPECTIVA

PLANO DE SITUACIÓN
ESCALA 1:50.000



CANTERA C-8: "BRAÑA DEL RÍO"

TIPO DE MATERIAL
Árdo cuarcítico natural.

PRCPIETARIO
Javier Gómez (NAMAJA, S.A.).
Navia (Asturias).
Tlno:985 630 625 – 985 630 521 – 616 912 828.

SITUACIÓN
Carretera NV-5, a unos 3,0 km de la localidad de Braña del Río de Arriba.

DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
24 km por carreteras locales y la N-634.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
Niveles cuarcíticos de la Cuarcita de Sabugo intercalados en la Formación Pizarras de Luarca.

CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN
Cantera activa de 2 hectáreas de extensión, que explota, mediante retroexcavadoras, los niveles superficiales más alterados y fracturados del macizo cuarcítico. No existe cribado ni selección de árido. Se desconocen las reservas de la cantera.

UTILIZACIÓN
Los materiales de esta cantera se podrán utilizar para núcleo de relleno, material de la explanada y zahorras.

PERSPECTIVA

PLANO DE SITUACIÓN
ESCALA 1:50.000

CANTERA C-9: "VALIÑA"

TIPO DE MATERIAL
Árido artificial caliza.

PROPIETARIO
Isidro Otero, S.L.
C/ Valiñadares, 8. 27748 Mondoñedo (Lugo).
Tlfno: 982 521 003

SITUACIÓN
Carretera, LU-153, P.K. 1,5.
Lourenza (Lugo).
Tlfno Móvil: 679 184 127

DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
51 km por la carretera LU-153 y N-634.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
Serie monoclinal de caliza micrítica gris perteneciente a la Formación Caliza de Vegadeo, que presenta una estratificación con buzamiento de 30 grados hacia el sureste.

CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN
Gran cantera activa con una reservas estimas de 3,0 millenes de metros cúbicos de árido y una capacidad de producción de 1.800 t/día. En la cantera existe una planta de machaqueo, clasificación y lavado de áridos. Junto a la cantera existe una planta fija de aglomerado asfáltico (AA-2) perteneciente al mismo propietario de la que se presenta una ficha en el apartado de "Plantas de Suministro". Cercana a esta cantera el mismo propietario está en proceso de apertura de una nueva cantera del mismo tipo de material con una completa planta de machaqueo y selección de árido.

ENSAYOS FACILITADOS POR LA PROPIEDAD

GRANULOMETRÍA (TAMIZ UNE)

% QUE PASA	40	25	20	10	5	2	0,40	0,18
Zahorra ZA-25	---	100	98	59	46	28	16	8
Zahorra ZA-40	100	85	69	48	31	19	10	6

		Zahorra ZA-25	Zahorra ZA-40	Árido 12-18
Límites de Atterberg:	- Límite Líquido	19,6	16,7	---
	- ÍndicePlasticidad	No Plástico	0,7	---
Proctor Modificado:	- Humedad Óptima (%)	6	---	---
	- Densidad (g/cm³)	2,29	---	---
Equivalente de Arena		---	47	---
Desgaste Los Angeles (%)		---	25	23,8

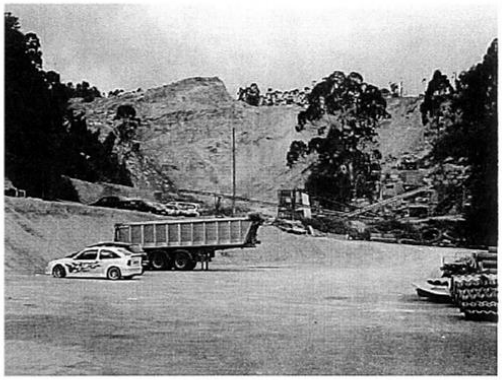
ENSAYOS DE CONTRASTE

% QUE PASA	40	20	12,5	10	8	4	2	0,5	0,25	0,125	0,063
6/12	-	100	99,7	82,5	33,9	7,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3
12/18	100	98,1	28,7	2,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5

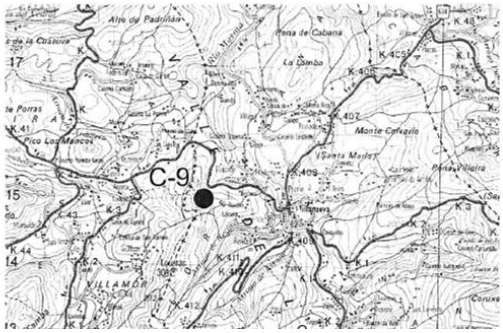
	COEFICIENTE LIMPIEZA	DESGASTE LOS ÁNGELES	CARAS FRACTURA	ÍNDICE DE LAJAS
6/12	0,5	32	100	32,9
12/18	0,5	-	100	25,8

UTILIZACIÓN
El árido para su utilización para escollera y árido para fabricar hormigones. Su utilización para zahorra artificial está condicionada a comprobar que el coeficiente de Desgaste de Los Ángeles no es mayor de 30.

PERSPECTIVA



PLANO DE SITUACIÓN
ESCALA 1:50.000



CANTERA C-10: "PENA DA SILVELA"

TIPO DE MATERIAL
Árdo artificial cuárcitico.

PROPIETARIO
Víctor López Souto
C/ Marmoiral s/n
Tlfno y Fax: 982 340 072

SITUACIÓN
Monte Picois, junto a la aldea de Villarín de Arriba. A 2 km del PK. 4,8 de la carretera LU-701 que une Fonsagrada con el Puerto del Acebo.

DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
74 km por la carreteras N-634, N-640, AS-13 y AS-28

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
Serie monoclinal de cuarcitas de edad Cambro-ordovícica, de aspecto general masivo.

CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN
Cantera activa de tamaño medio que ocupa una superficie de 75.000 m², con una longitud y altura de frente de unos 300 y 80 m respectivamente. Su producción diaria de árido es de 1.000 t/día y sus reservas son muy superiores a las necesidades de obra. En la cantera existe una moderna planta de machaqueo y selección de árido.

ENSAYOS FACILITADOS POR LA PROPIEDAD
La cantera ha facilitado los siguientes datos de ensayos de laboratorio, de los que se adjuntan sus estadillos:

GRANULOMETRÍA (TAMIZ UNE)

% QUE PASA	12,5	10	8	4	2	0,5	0,25	0,06
Gravilla 6/12	100	92	78	18	3	1	1	0

ENSAYOS DE CONSTRATE

GRANULOMETRÍA (TAMIZ UNE)

% QUE PASA	40	25	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,125	0,063
0/6	--	--	--	--	100	89,8	68,2	25,2	17,4	7,3	4,1
6/12	--	--	100	99,3	51,2	4,1	0,8	0,6	0,6	0,6	0,5
12/18	--	--	100	22,8	0,7	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3
18/30	100	98,8	82,8	3,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4

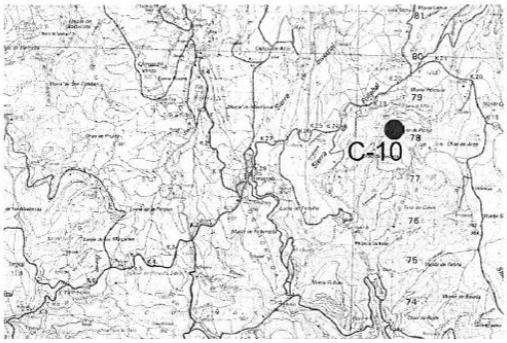
	COEFICIENTE LIMPIEZA	DESGASTE LOS ÁNGELES	CARAS FRACTURA	EQUIVALENTE ARENA	ÍNDICE LAJAS
0/6	--	--	--	82	--
6/12	0,6	--	100	--	23,5
12/18	0,4	19	100	--	13,5
18/30	0,5	--	100	--	10,1

Coeficiente de Pulido Acelerado = 0,56

UTILIZACIÓN
El árido es válido para su utilización, como escollera, zahorra artificial, árido para fabricar hormigones, y mezclas bituminosas en caliente incluida la capa de rodadura crenante.

PERSPECTIVA

PLANO DE SITUACIÓN
ESCALA 1:50.000



CANTERA C-11: "LA CASONA"

TIPO DE MATERIAL
Zahorra natural.

PROPIETARIO
Cantera La Atalaya, S.L..

DIRECCIÓN

LOCALIZACIÓN
El Estrellín Carretera del Faro de San Juan (Avilés).

COORDENADAS UTM
X = 264.650
Y = 4.329.170

DISTANCIA APROXIMADA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
110 km por las carreteras N-634, N-632 y AS-238.

ENTORNO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
Zona industrial, al lado de otras canteras y fábricas. Se explota la "piedra fabuda", conglomerados y arenas jurásicas (Dogger).

CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN
Estado actual: Activa.

ENSAYOS FACILITADOS POR LA PROPIEDAD

Granulometría (% QUE PASA)

Tamiz U.N.E.	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
GRAVA	100	88	44	8	1	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TRITO	--	--	100	93	72	47	25	8	3	1	0	--	--	--	--
ARENA	--	--	--	--	--	--	100	97	88	64	49	37	19	7	3

Índice de lajas: Grava = 5% Trito = 7% Desgaste de Los Ángeles = 22
Contenido en finos = 2,7% Equivalente en arena = 82

	ÁRIDO	
	GRUESO	FINO
Densidad real (kg/dm³)	2,571	2,624
Densidad real saturada (kg/dm³)	2,598	2,631
Peso Específico real (g/cm³)	2,641	2,644
Absorción (%)	1,02	0,28

ENSAYOS DE CONTRASTE

Granulometría (% QUE PASA)

Tamiz U.N.E.	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,16	0,08
TRITO (6/15)	--	100	87,3	57,2	17,6	10,8	7,7	7,3	6,8	6,5	6,2
TRITO (6/18)	--	100	86,3	53,2	9,7	3,6	1,8	1,3	1,0	0,7	0,5
ARENA	--	100	99,5	99,1	98,0	95,0	68,8	59,8	39,5	11,8	3,3
GRAVILLA	100	97,5	21,7	9,0	3,0	2,1	1,0	0,8	0,5	0,3	0,3
SUELO SELECCIONADO*	100	99,0	74,0	57,0	36,0	32,0	23,0	20,0	14,0	5,0	3,0

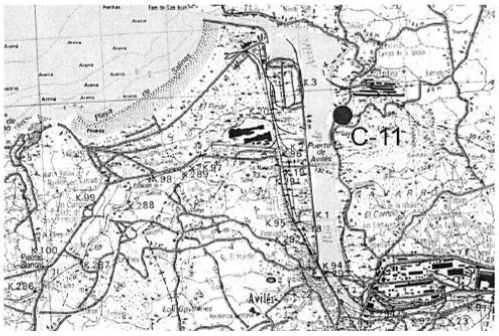
Proctor Modificado (sobre suelo seleccionado):
D_{max} = 2,12 g/cm³
H_{opt} = 4,5%
Índice CBR = 84

Índice de lajas Trito 6/15 = 8% Trito 6/18 = 10,7% Gravilla = 12,7%
Desgaste de Los Ángeles = 28 Coeficiente de pulido acelerado = 0,48
Caras Fracturadas Trito 6/15 = 96,4% Trito 6/18 = 92,4% Gravilla = 86,0%
*Dosificación Suelo Seleccionado Arena = 30% Trito 6/15 = 25% Trito 6/18 = 20% Gravilla = 25%

UTILIZACIÓN
Actualmente se utilizan como capa de rodadura en las carreteras de la provincia.

PERSPECTIVA

PLANO DE SITUACIÓN
ESCALA 1:50.000



CANTERA C-12: "SOLIS"

TIPO DE MATERIAL
Árido artificial silíceo.

PROPIETARIO
Explotaciones Mineras Solís, S.L.
Sama de Arriba s/n
Solís – Corvera de Asturias 33470
Teléfono: 985 51 80 71
Fax: 985 50 56 06

SITUACIÓN
Carretera AS-17, borde izquierdo entre la población de Cancienes y el Alto de la Miranda, a unos 7 km al sur de Avilés.

DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
100 km por las carreteras AS-17, N-632 y N-634.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
Cantera que explota los conglomerados y arenas jurásicas (Dogger) conocidas, localmente, como "piedra fabuda".

CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN
Estado actual: active.

ENSAYOS FACILITADOS POR LA PROPIEDAD

	Árido Grueso (Trito y Arrocillo)	Arena
Contenido en finos	--	4,5%
Terrones de arcilla	0,17%	0,74%
Partículas blandas	0,0%	--
Partículas ligeras	0,0%	0,0%
Compuestos de azufre	<0,025%	<0,025%
Sulfatos solubles	<0,001%	<0,001%
Contenido en materia orgánica	--	0,0%
Equivalente de arena	--	87
Contenido en iones cloro	0,002%	0,002%
Densidad relativa real	2,638	2,668
Absorción	1,29%	0,91%
Coeficiente de Desgaste Los Ángeles	19	--
Angulosidad	97%	--
Porcentaje de impurezas	0,07%	--
Índice de Lajas	12,3%	--

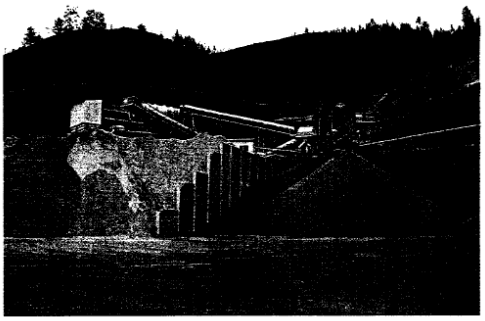
GRANULOMETRÍA

	% QUE PASA														
TAMIZ (UNE)	25	20	18	12,5	10	8	6,3	5	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
TRITO	108	99	74	29	5	1									
ARROCILLO				100	86	61	35	10	6	1					
ARENA							100	99	94	72	60	49	24	8	4

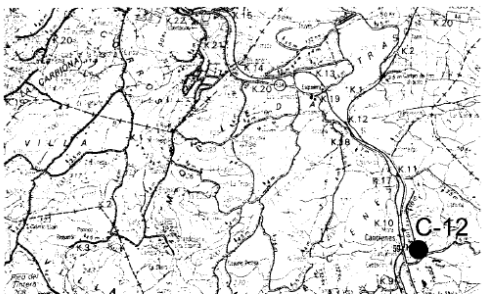
Los ensayos facilitados por la propiedad son de fecha octubre de 2003

UTILIZACIÓN
El árido de esta cantera cumple para su utilización como zahorra artificial.

PERSPECTIVA



PLANO DE SITUACIÓN
ESCALA 1:50.000



PLANTA DE SUMINISTRO H-1: "LA ESTRELLA"

TIPO DE MATERIAL
Todo tipo de hormigones.

PROPIETARIO
Hormigones La Estrella, S.A.
Grupo Martínez Núñez.
Avda. del Bierzo, 73. 24390 Dehesas. Ponferrada (León).
Tfno: 987 413 074
Fax: 987 411 260

SITUACIÓN
Carretera N-634, a 300 m del borde izquierdo a la altura del P.K. 567,6.
San Pedro de Benquerencia. 27792 San Cosme de Barreiros (Lugo).

DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
37 km por la carretera N-634.

CANTERA SUMINISTRADORA
Se abastece de árido de canteras de la propiedad en Ponferrada (León) y Noreña (Asturias).

PLANO DE SITUACIÓN

ESCALA 1:50.000

PLANTA DE SUMINISTRO H-2: "MARIÑA"

TIPO DE MATERIAL
Todo tipo de hormigones.

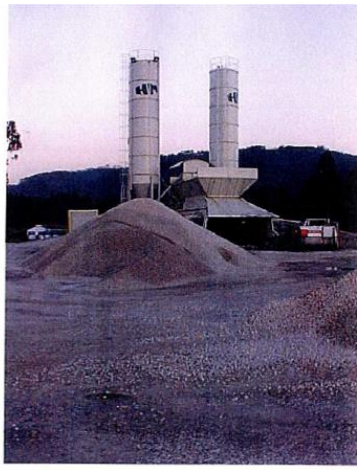
PROPIETARIO
Hormigones Mariña, S.L.
Parque Empresarial de Barreiros.
Tfno.: 982 596 428
Fax: 982 596 440

SITUACIÓN
Carretera N- 642, P.K. 27,8.
San Cosme de Barreiros. Barreiros. Lugo.

DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
40 km por las carreteras N-642 y N-634.

CANTERA SUMINISTRADORA
Árido grueso: Cuarzos Industriales. El Barqueiro. Coruña.
Árido fino: Áridos del Cantábrico. Xove. Lugo.

PERSPECTIVA



PLANO DE SITUACIÓN

ESCALA 1:50.000

PLANTA DE SUMINISTRO H-3: "PREBETONG LUGO"

TIPO DE MATERIAL
Todo tipo de hormigones.

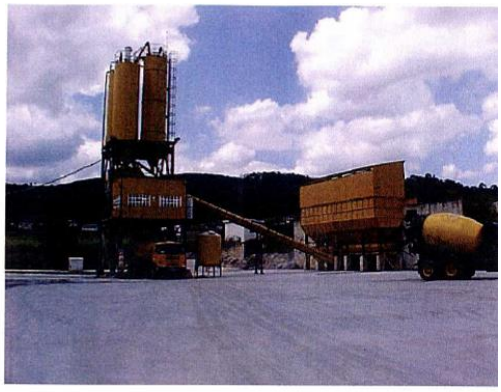
PROPIETARIO
Prebetong Lugo, S.A.
Avda. Benigno Rivera, s/n. Pol. Ind. del Ceao. 27003 Lugo.
Tfno: 982 209 121 – 982 209 126
Fax: 982 209 272

SITUACIÓN
Carretera N-634, P.K. 556,1 a 400 m del borde izquierdo. Villaframil. Ribadeo (Lugo).
Tfno: 982 130 601

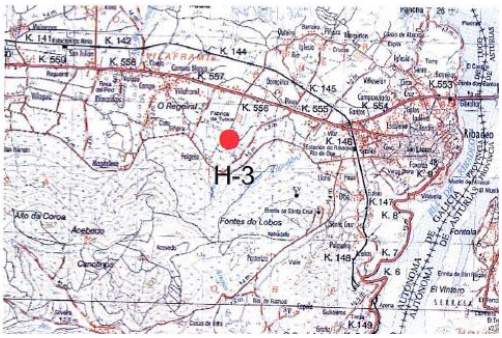
DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
25 km por la carretera N-634.

CANTERA SUMINISTRADORA
Se abastece de árido calizo de una cantera de la propiedad en Carqueixo (Lugo) y un arenero en Baralla.

PERSPECTIVA



PLANO DE SITUACIÓN
ESCALA 1:50.000



PLANTA DE SUMINISTRO H-4: "HORLACASA"

TIPO DE MATERIAL
Todo tipo de hormigones

PROPIETARIO
HORLACASA (Hormigones La Caridad, S.A.).
C/ Calvo Sotelo 16, 3º. Oviedo.

SITUACIÓN
Carretera N-634, a la altura del P.K. 534,0 en el borde derecho, con acceso por la antigua N-634.
Salgueiras, s/n. 33750 La Caridad (Asturias).
Tfno: 985 637 138

DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
2 km por la N-634.

CANTERA SUMINISTRADORA
Se abastece de árido calizo de la Cantera C-6 "Trasmonte", de la misma propiedad y situada en Luarca y de la cantera C-7 "Rencaños".

PERSPECTIVA

PLANO DE SITUACIÓN
ESCALA 1:50.000

PLANTA DE SUMINISTRO H-5: "HORVALSA"

TIPO DE MATERIAL
Todo tipo de hormigones.

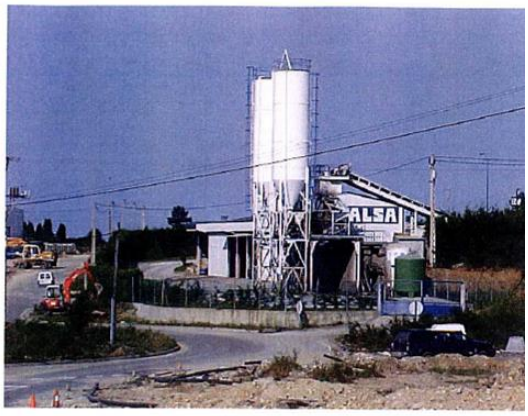
PROPIETARIO
HORVALSA (Hormigones de Valdes, S.A.).
Pol. Ind. Río Pinto, s/n. 33719 Jarrio, Coaña (Asturias).
Tlfno: 985 473 203

SITUACIÓN
Pol. Ind. Río Pinto, junto a la carretera N-634.

DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DEL TRAMO
5 km por la carretera N-634

CANTERA SUMINISTRADORA
Se abastece de árido cuarcítico de la cantera Rencaños (C-7) y la cantera El Estrellín (Avilés).

PERSPECTIVA



PLANO DE SITUACIÓN

ESCALA 1:50.000

ANEJO-6: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO....1
2.- CONSIDERACIONES PREVIAS....1
3.- ALTERNATIVAS....3
3.1.- ALTERNATIVA-0....3
3.2.- ALTERNATIVA-1: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS....3
3.2.1.- Agrupación de vertidos en núcleos con red de saneamiento....3
3.2.2.- Agrupación de vertidos de núcleos sin red de saneamiento....12
3.2.3.- Alternativas de materiales....16
3.2.4.- Alternativas de trazado....16
3.2.5.- Alternativas para optimización del modelo hidráulico....18
3.2.6.- Alternativas de equipos electromecánicos y bombeos....19
3.2.7.- Alternativas de ubicación de la EDAR....19
3.2.8.- Alternativas de depuración y procesos de tratamiento de agua asociados a la agrupación de vertidos....21
3.3.- ALTERNATIVA-2: MULTIPLES DEPURADORAS....24
4.- CONCLUSIONES....25
4.1.- AGRUPACIÓN DE VERTIDOS....25
4.1.1.- Agrupación de vertidos de Serantes....25
4.1.2.- Agrupación de vertidos de Rapalcuarto....32
4.1.3.- Estación de bombeo Xungueiras - Estación de bombeo pretratamiento....33
4.1.4.- Bombeo del pretratamiento a EDAR....33
4.1.5.- Agrupación de vertidos de la zona este de Tapia de Casariego....34
4.1.6.- Agrupación de vertidos de la Roda, Pórcia y Campos....35
4.2.- EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO....37
5.- APÉNDICES....45
5.1.- APÉNDICE 6.1.1. AGRUPACIÓN DE VERTIDOS: ESTUDIO DE MATERIALES
5.2.- APÉNDICE 6.1.2. AGRUPACIÓN DE VERTIDOS : ALTERNATIVAS DE TRAZADO
5.3.- APÉNDICE 6.1.3. AGRUPACIÓN DE VERTIDOS: ALTERNATIVAS DE UBICACIÓN DE EDAR
5.4.- APÉNDICE 6.1.4. AGRUPACIÓN DE VERTIDOS: ALTERNATIVAS DE TIPOLOGÍA DE EDAR TEMPORAL.
5.4.1.- Introducción
5.4.2.- Conclusiones
5.5.- APÉNDICE 6.1.5. AGRUPACIÓN DE VERTIDOS: ALTERNATIVAS DE EDAR-TAPIA DE CASARIEGO
5.6.- APÉNDICE 6.2. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE EDAR DE PEQUEÑAS POBLACIONES: SERANTES, RAPALCUARTO Y LA RODA
5.7.- APÉNDICE 6.3. PLANOS

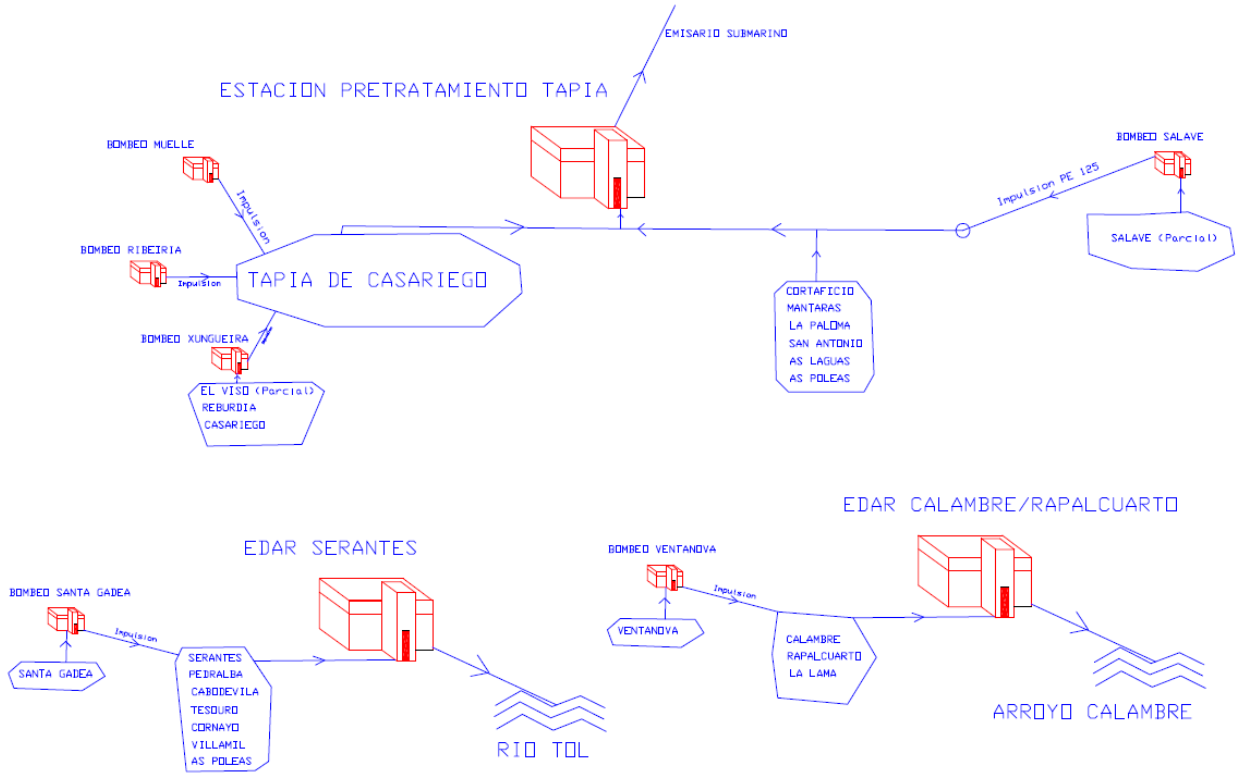
1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente documento tiene por objeto definir el estudio de alternativas multicriterio en el que se analizan aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales para la determinación de la solución óptima a diseñar en el concejo.

El presente documento desarrolla en detalle las diferentes alternativas desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, cuya denominación y numeración no tiene porqué coincidir con la finalmente incluida en el Documento Ambiental, ya que este último simplifica las alternativas a continuación expuestas, y parte de soluciones ya preseleccionadas.

2.- CONSIDERACIONES PREVIAS

El concejo de Tapia de Casariego cuenta en la actualidad con una red de saneamiento separativa – mixta mayoritariamente estructurada en los siguientes sistemas:



- Sistema de Tapia de Casariego:
  - El sistema incorpora actualmente el saneamiento de Tapia de Casariego y núcleos limítorfes (Casariego, el Viso (parcialmente) y Reburdia), Cortaficio, Mántaras, la Paloma, San Antonio, As Laguas y As Poleas, y Campos de Salave .
  - El sistema tiene previsto incorporar a Porcía, Campos, el Vallón, ni la parroquia de la Roda, si bien estos núcleos tienen vertidos directos a rroyo y fosas sépticas sin agrupación ni red de colectores de saneamiento en baja, pendiente de desarrollo.
  - Su capacidad de colectores se puede considerar adecuada en cuanto a su capacidad, aunque algo limitada a situación futura. El estado de la red presenta puntos singulares con tramos de colector colapsado , deficitarios y de baja pendiente.

  - Las aguas residuales de los núcleos que disponen de red de saneamiento en baja son transportadas al denominado colector A y A2 de Tapia de Casariego donde se procede a un prestratamiento de gruesos y vertido directo al mar mediante un emisario submarino de diámetro 200 mm de polietileno con una longitud total de 884m y un total de 24 difusores, para una capacidad de 70 l/s, inferior a la prevista a futuro.
  - Dicho tratamiento no cumplen la Directiva 91/271.

- Sistema de Rapalcuarto:
  - El sistema de Rapalcuarto recoge las aguas sanitarias de Calambre, Rapalcuarto, la Lama y Ventanova, que dispone de un bombeo.
  - La red de colectores de saneamiento en baja está configurada como red separativa-mixta desarrollada en los años 80-90, y conformada por colectores comprendidos entre 200 y 300 mm, que transportan las aguas sanitarias hasta la EDAR de Rapalcuarto
  - La EDAR de Rapalcuarto dispone de un tratamiento biológico dimensionada para un caudal punta de 5.6 l/s y 387 h-e. cuyos rendimientos obtenidos son próximos a 70-85% en DBO y 80-90% de DBO, no cumpliendo los requerimientos actuales especificados por la Directiva 91/271. Por otro lado la capacidad de la EDAR es limitada para caudales futuros, así como eventos de vertidos puntuales ganaderos, que generan alivios no deseados al arroyo Calambre.

- Sistema de Serantes:
  - La red de saneamiento de Serantes comprende los núcleos de Sta. Gadea. Villamil. Penela, Comayo. Tesouro. El Campo. Caleya, San Pelayo. La Lomba, El Prado, Pedralba. -Serantes. Carbayal. El Crucero. El Regueiro. Casanova. El Foristo. El Barrero, Cabodevila y Vilanova. No incluye Rapacuarto ni Aventanova que se encuentran incluidos en su propio sistema.
  - La red de colectores de Serantes desarrollada en los años 80-90, se considera genéricamente separativa con pequeños aportes de pluviales, la red está desarrollada con diámetro máximo DN 300mm de fibrocemento, con pendientes muy limitadas en la incorporación a la EDAR.
  - La EDAR, se trata de una planta de tratamiento biológico de fangos activados en oxidación total dimensionada para 1250 He y 6.5l/s de caudal punta. cuyos rendimientos obtenidos son próximos a 70-85% en DBO y 80-90% de DBO, no cumpliendo los requerimientos actuales especificados por la Directiva 91/271. Por otro lado la capacidad de la EDAR es limitada para caudales futuros, así como eventos de vertidos puntuales ganaderos en situación actual, que generan alivios no deseados al río Tol

Desde el punto de vista normativo los sistemas existentes no cumplen la Directiva 91/271, ni el Decreto 19/1998 por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo de la Ley 1/1994, definen los sistemas de interés regional para poblaciones superiores a 2000 habitantes equivalentes o que afectan a zonas sensibles, escenario en el que se encuentra Tapia de Casariego.

Po otro lado, el Gobierno del Principado de Asturias, con objeto de impulsar el desarrollo de la Ley 1/1994 de abastecimiento y saneamiento de aguas en el Principado de Asturias desarrolló, el Plan director de saneamiento del Principado de Asturias 2002-2013, contemplaba la agrupación de vertidos de Serante, Rapalcuarto y Tapia de Casariego, así como la construcción de una EDARen Tapia de Casariego con capacidad suficiente para garantizar el tratamiento en periodos estacionales. Igualmente planteaba como alternativa la adecuación de las EDAR de Serantes y Rapalcuarto, y la construcción de una EDAR de bajo coste en la Roda.

3.- ALTERNATIVAS

Con objeto de mejorar los sistemas de tratamiento de Tapia de Casariegho, y en cumplimiento con la Directiva 91/271 y Plan director de saneamiento del Principado de Asturias, se plantean las siguientes alternativas:

3.1.- ALTERNATIVA-0

Se corresponde con la alternativa de no ejecutar nada y dejar el sistema de saneamiento como está. Dicha alternativa queda desechada tanto por incumplimiento normativo como ambiental.

3.2.- ALTERNATIVA-1: AGRUPACIÓN DE VERTIDOS (COLECTORES)

La alternativa-1 consiste en agrupar los vertidos de los sistemas existentes de las parroquias y núcleos de Tapia de Casariego hasta una EDAR única ubicada en el entorno de Tapia de Casariego, considerando el desarrollo urbanístico de Tapia de Casariego y desarrollo industrial de Cortaficio y Serantes, todo ello previsto hasta el año 2040, incluyendo la fuerte estacionalidad vacacional.

El resumen de la agrupación de vertidos y su planteamiento global, se esquematiza a continuación:

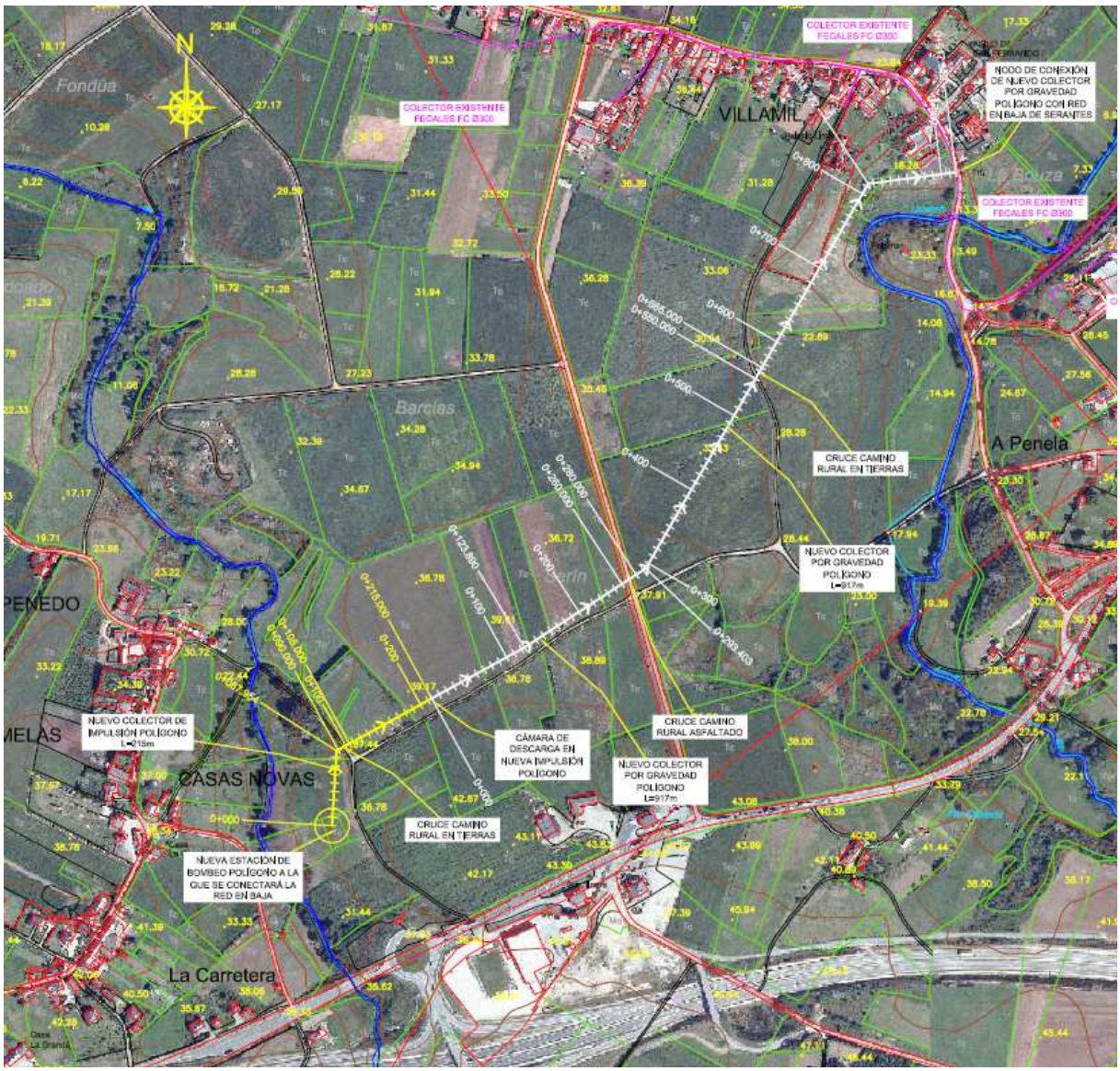
3.2.1.- Agrupación de vertidos en núcleos con red de saneamiento

AGRUPACIÓN DE VERTIDOS OESTE

A continuación se expone la agrupación de vertidos de los núcleos ubicados al oeste del término municipal de Tapia de Casariego:

- Polígono de Serantes (futuro desarrollo) a colector-K Serantes:
  - Los vertidos actuales de la gasolinera y alguna nave colindante son vertidos como sistema unitario en dirección la autovía A8 y recogidos por la red de saneamiento de Salcedo.
  - Actualmente no existe ni se ha desarrollado el Polígono de Serantes, si bien existe previsión de desarrollo en el PGOU. Considera la necesidad de recoger la totalidad de caudales aportados por el futuro desarrollo del polígono.

    La topografía actual tiene una pequeña cumbre que vierte lel 50%de las aguas hacia el arroyo Peñarronda y el 50% restante al arroyo Péligos, por lo que será necesario en un futuro crear una plataforma con pendiente hacia el arroyo Péligos para enviar la totalidad de caudales por gravedad hacia el sistema Serantes, o en su defecto disponer un bombeo que recoja la vertiente hacia el Arroyo de Peñarronda y aportaciones de la gasolinera existente..
  - Ante la incertidumbre de las condiciones de desarrollo, el presente proyecto opta por disponer de un bombeo en el futuro polígono de Serantes que intercepta con el colector existente y recoja los vertidos actuales de la gasolinera y futuro desarrollo del polígono con la aportación total del mismo.
  - Se ejecutará un pequeño tramo de impulsión con tubería de PE-100 PN6 DN 90 mm, necesario para salvar la diferencia de cota existente y estimado en 5.0m
  - Los caudales son transportados por un colector de gravedad de DN 400 mm PVC hasta interceptar el colector –K existente de Villamil (a la altura del P-19-20) que convergerá en el sistema existente y finalmente será transportado al futuro estanque de tormentas y bombeo de Serantes

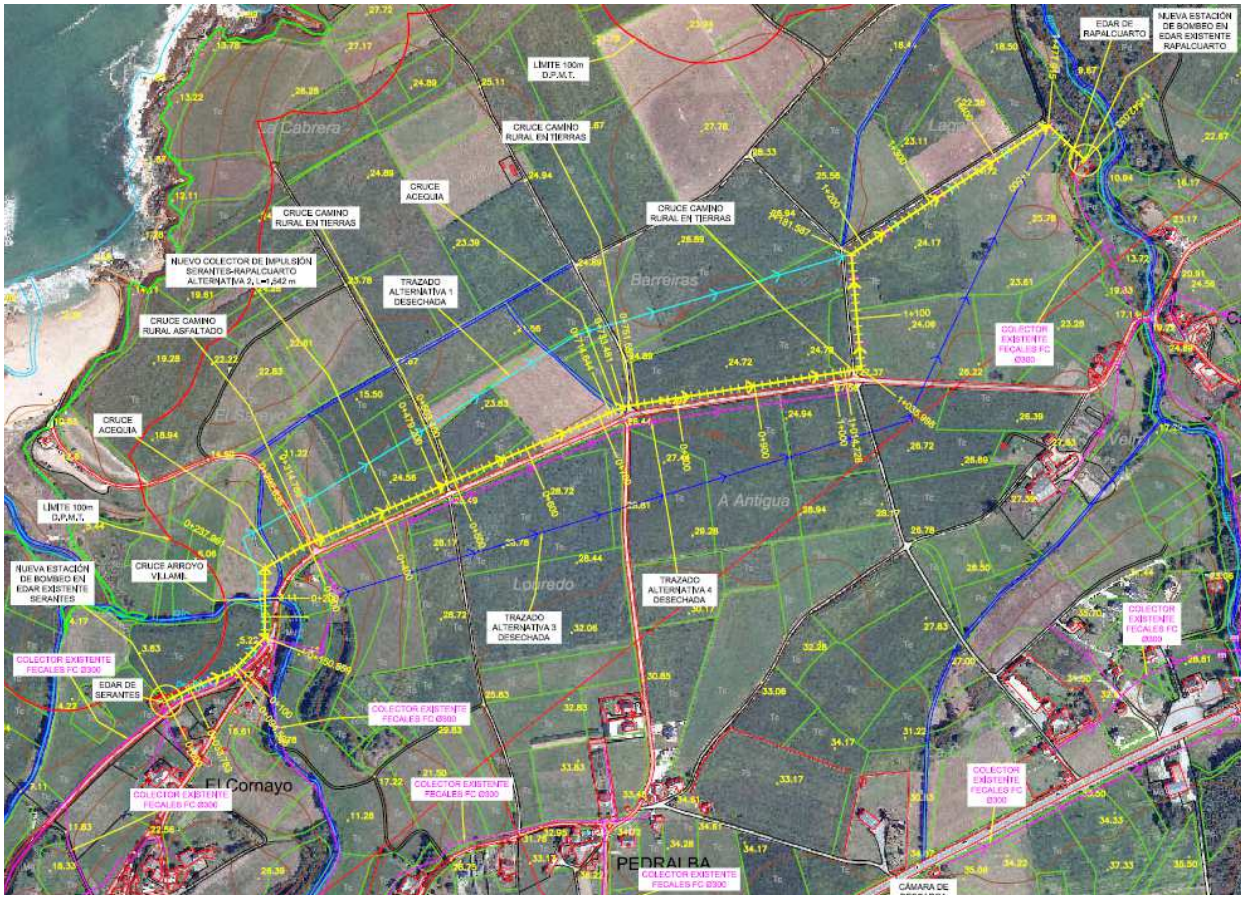


- Sistema Serantes
  - La red de saneamiento en baja existente de Serantes, se deja como está considerando el desarrollo, estacionalidad y crecimiento para el año 2040. El sistema comprende los núcleos de Sta. Gadea. Villamil. Penela, Comayo. Tesouro. El Campo. Caleya, San Pelayo. La Lomba, El Prado, Pedralba. -Serantes. Carbayal. El Crucero. El Regueiro. Casanova. El Foristo. El Barrero, Cabodevila y Vilanova
  - Se interferirá con el colector –J existente y el colector-D en la ubicación de la EDAR existente, y se dispondrá de un estanque de tormentas (500m3) capaz de laminar los futuros caudales de desarrollo y estacionalidades previstas, donde se dispondrá de una estación de bombeo-Serantes (2+1R) para un caudal máximo de bombeo similar a 1.5 Qm-futuro (incluyendo el caudal industrial). Esta estación de bombeo ha de funcionar adecuadamente para situación actual garantizando tiempos de retención no superiores a 60 minutos..

    (*Nota: el dimensionamiento del estanque de tormentas, y bombeo conlleva el estudio de alternativas-1, 2 y 3 de TT Serantes, en el cual se analizan los volúmenes requeridos y capacidad de bombeo. A mayor caudal a bombear desde Serantes implicará mayor capacidad en los bombeos de Rapalcuarto,, Xungueiras,, y pretratamiento, y Mayor será el diámetro de*

los colectores de impulsión de cada ramal. Finalmente mayor será el caudal entrante en la EDAR)

- La estación de bombeo se ubicará en la actual EDAR de Serantes donde convergen todos los colectores del sistema actual de Serantes y el futuro polígono.
- Se procederá a la retirada de fangos, y demolición de la EDAR de Serantes existente, así como su integración ambiental. Durante la fase de obras y de demolición de la EDAR existente, se prevé un tratamiento provisional compuesto por un pretratamiento fino, biológico y desinfección que garantizará la calidad de vertido del efluente, y cuya capacidad estimada es de 20 m3/h.
- Los caudales recibidos en el estanque de tormentas serán transportado mediante una impulsión de polietileno PE-100/PN6 DN160 mm hasta la futura estación de bombeo de Rapalcuarto. Dicho colector se denomina "Impulsión Serantes-Rapalcuarto"
- Se estudian 4 alternativas de trazado para la impulsión de Serantes-Rapalcuarto , con longitudes y características muy similares, si bien se opta por la alternativa-2 que discurre paralela a la carretera GR-E9 a una distancia mínima de 5.0m, por disponer menor número de cruzamientos de arroyo, afecciones a servicios, y garantizar mejor acceso a la explotación mediante el uso de dicha carretera.



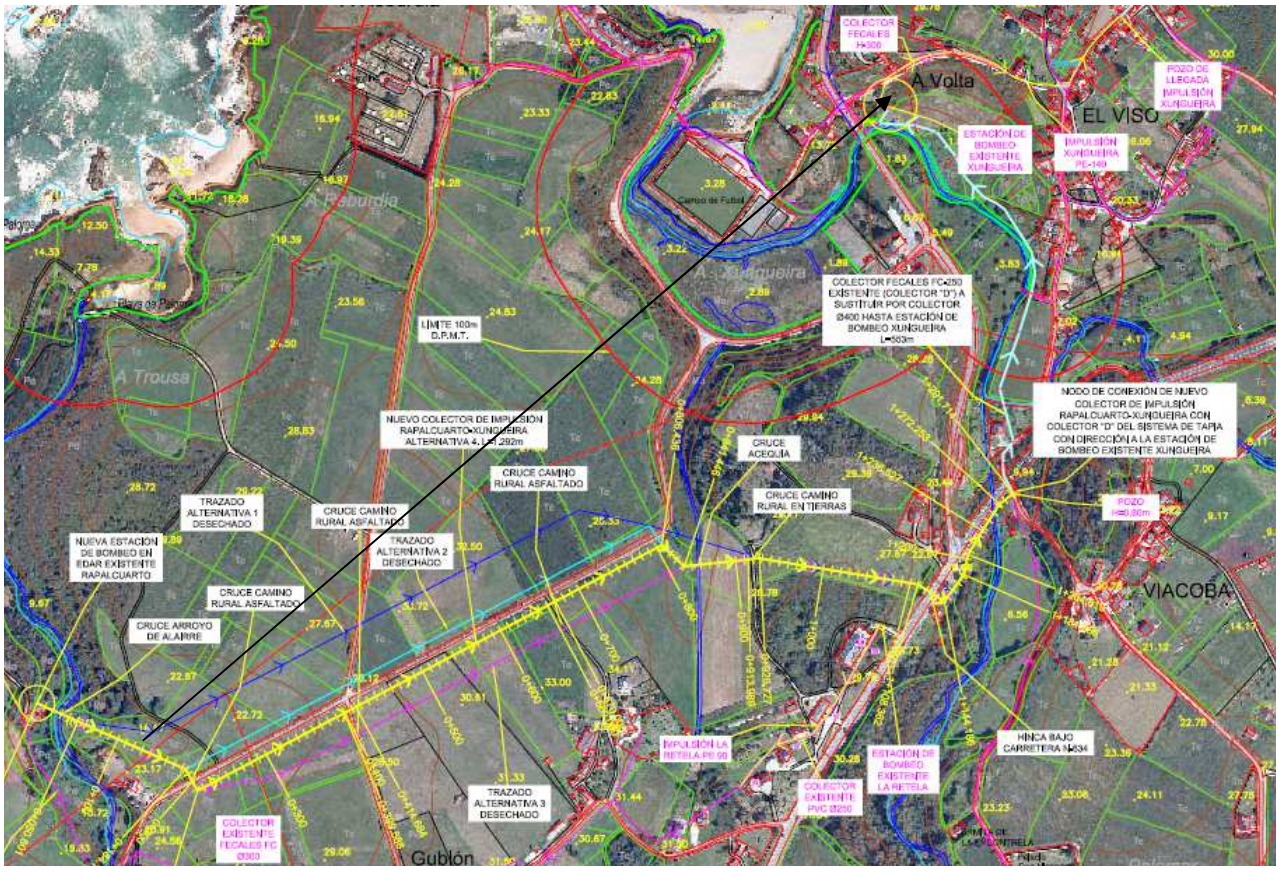
- Sistema Rapalcuarto
  - Se dispondrá de una estación de bombeo ubicada en las inmediaciones de la EDAR de Rapalcuarto existente, que recogerá los caudales del sistema actual de Rapalcuarto-Calambre y los que son transportados por el colector de impulsión "Serantes-Rapalcuarto".

    La estación de bombeo se dimensiona para un bombeo (2+1R) que dote de flexibilidad y garantía de funcionamiento tanto en situación actual como futura. El caudal máximo de diseño

es próximo a 5 Qm-futuro. El pozo de bombeo dispone de un volumen de almacenamiento se dimensiona para tiempos de arranque de 10.0minutos. Además la estación de bombeo dispondrá de una cámara de almacenamiento con alivio con volumen de almacenamiento TDSU de 20 minutos de retención y 10l/s-Ha impermeable, aunque considerando la existencia de un sistema separativo-mixto y la limitación máxima de capacidad del colector general.

- Se procederá a la retirada de fangos, y demolición de la EDAR de Rapalcuarto existente, así como su integración ambiental. Durante la fase de obras y de demolición de la EDAR existente, se prevé un tratamiento provisional compuesto por un pretratamiento fino, biológico y desinfección que garantizará la calidad de vertido del efluente, y cuya capacidad estimada es de 20 m3/h.
- Desde la estación de bombeo de Rapalcuarto parte el colector de impulsión "Rapalcuarto-Xungueira" ejecutado con tubería de polietileno PE-100/PN6 DN 180mm y una longitud estimada de 1292m que converge en el colector –D de Tapia de Casariego, encargado de transportar el caudal hasta la estación de bombeo de Xuungueiras.

  Se plantea un total de 5 alternativas de trazado de colector de impulsión , todas ellas condicionadas por la ubicación del punto de ejecución de hinca de menor longitud y coste para conexión a la estación de bombeo Xungueiras o al colector-D, al igual que la necesidad de ejecutar un menor número de cruces con la carretera GR-9



En su tramo final y para salvar la gran diferencia de cota topográfica, afección DPH, DPMT y carretera N-634, se ha previsto la ejecución de una hinca teledirigida hasta su conexión en el colector-D o Bombeo de Xungueiras *(nota: Se han estudiado 4 alternativas de hincas con longitud en planta próxima comprendidas entre 150-175-380 y 450 m, cuyo coste está asociado a la necesidad de rehabilitación del colector-D)*

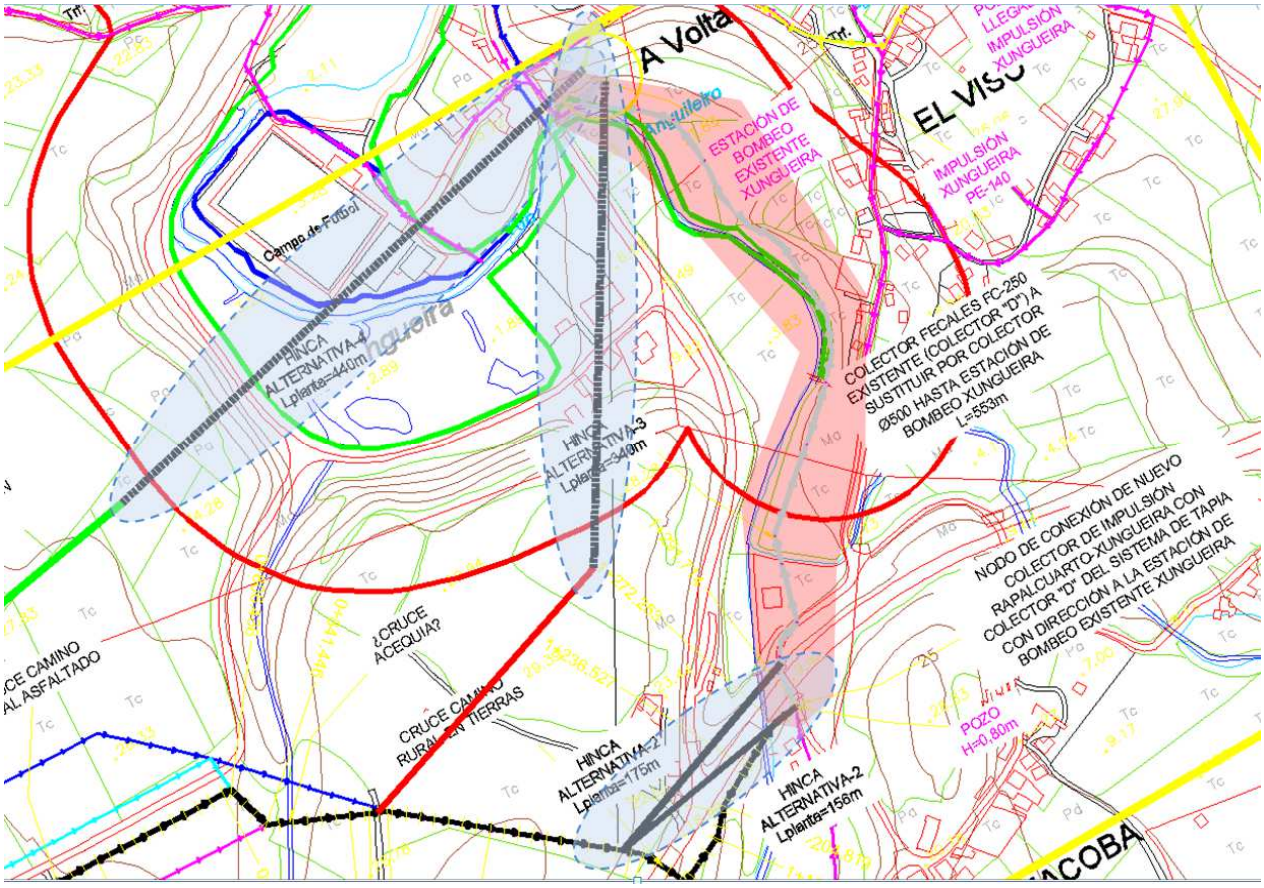
- Colector-D a estación de bombeo de Xungueiras

- El colector-D configurado por una tubería de DN250-300mm FC recoge los caudales de Casariego, el Viso y la Retela. El colector de impulsión . Su construcción data de los años 90.

  Su pendientes es de 0.3% tras el cruce mediante hinca sifonada de la N-630, presentando aterramientos y filtraciones.

  Al incorporar el caudal transportado por la impulsión de Rapalcuardo - Xungueiras, se supera la capacidad prevista de dicho colector-D (Qmax colector-D para H/D=0.75: 0.055 m3/s), requiriendo optar bien por disponer un aliviadero previo en el pozo de conexión anterior a la hinca N-630 que limite la aportación de caudales o bien reponer e incrementar el diámetro del tramo de colector D pasando de 300mm a PVC 500mm, hasta la estación de bombeo de Xungueiras..

- La ejecución de la reposición y rehabilitación del colector-D existente afecta tanto a D.P.M.T. como a D.P.H, por lo que se analiza el sistema de "bursting" por considerarse de menor impacto ambiental. (*nota: dicho sistema dispone de una limitación de ampliación de diámetro de hasta 370mm para un colector existente de 300mm*), así como la alternativa para no tocar dicho colector se plantea prolongar la hinca teledirigida desde diversos puntos hasta la propia estación de bombeo de Xungueiras, resultando longitudes próximas entre 340m y 440m..

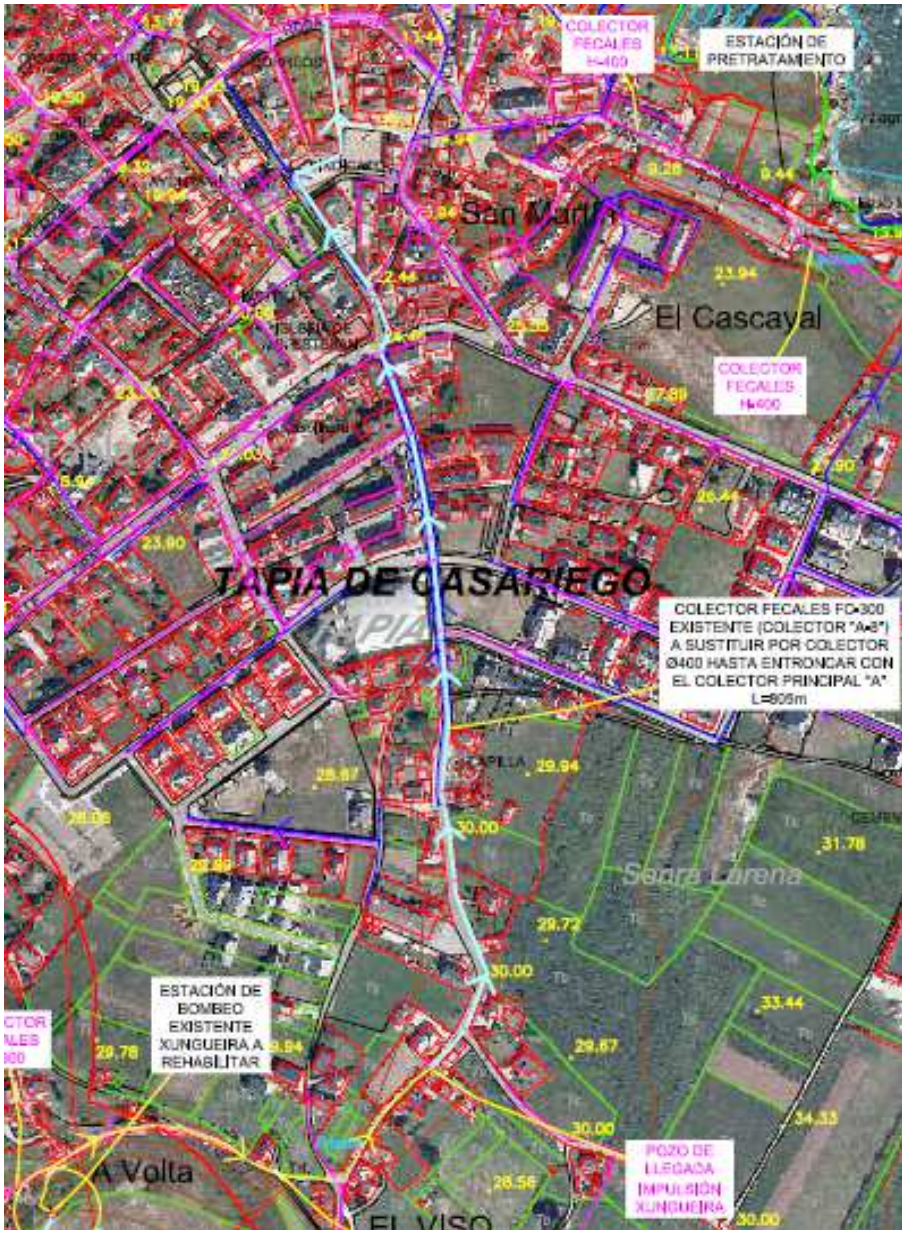


- La estación de bombeo de Xungueiras recoge las aguas provenientes del colector de impulsión Rapalcuarto-Xungueiras, Colector-D (Csariego,, el Viso, La Retela), y los colectores E (La Lota y Entreplayas) y colector F (la Volta).

  Al no disponer el bombeo de existente de suficiente potencia se hace necesario sustituir los grupos de bombeo existentes por unos nuevos de mayor caudal y manométrica. Por otro lado, el análisis hidráulico de la cantara de bombeo verifica la insuficiencia de capacidad hidráulica, así como la ausencia de volumen de retención requerido de lavados previo alivio de acuerdo con los requerimientos de la C.H.C. Es por ello que se opta por modificar y adecuar una nueva

estación de bombeo de Xungueiras que cumpla los requisitos hidráulicos exigidos, cuya ubicación será colindante a la existente.

- Rehabilitación del colector de impulsión y colector-A8
  - El colector de impulsión del Bombeo de Xungueiras discurrirá por un trazado igual al existente, analizándose la posibilidad de aprovechamiento del existente: En cuanto al aprovechamiento para uso de la conducción de impulsión existente de PE-100/PN6 DN 140mm, se analiza su capacidad, estado y su uso sin reposición o la ejecución de unan nueva conducción paralela a la misma.
    - La opción de no aprovechamiento supone colocar una tubería de diámetro nominal DN 200mm paralela a la misma en un espacio confinado, resultando grupos de bombeo de manométrica Hm=45mca (Potencia total=26 Kw) , así como la necesidad de afectar a unos 315m de calzada.
    - La opción de aprovechamiento de la conducción al 100% sin construcción de una conducción paralela requiere colocar bombas con manométricas de Hm=65mca (Pot. Total=36Kw) y sin necesidad de afectar a 315m de calzada, pero con potencia superior y de mayor consumo energético.
    - La opción de aprovechar la conducción existente y otra tubería paralela de 140mm, resulta bombas con manométricas de Hm=45mca, si bien afecta a los mismos 315m de pavimento , aunque a un coste ligeramente menor.
  - El colector de impulsión (I2) existente vierte en el pozo del colector A-8 que discurre por gravedad con pendientes de 4.7% y 0.5% hasta conectar con el colector-A de pretratamiento. Dicho colector está ejecutado con fibrocemento PVC DN 300mm, al que vierten y se conectan acometidas y colectores A8.5, A8.6, A5, etc.. Ante la posible deficiencia de estado defectuoso y limitación de caudal se opta por colocar un colector paralelo de DN400m PVC.



- Colector-A DN500 existente , Bypass a pretratamiento y bombeo a EDAR
  - Todo el caudal anteriormente expuesto proveniente de la zona Oeste del municipio, junto con los aportes de las cuencas y bombeos del núcleo de Tapia son recogidos por el colector-A existente de DN500 HA, que discurre por la Calle San Martín .
  - Dicho colector-A será interceptado a la altura del pretratamiento mediante una estructura de regulación y alivio, que dispondrá de una estación de bombeo, encargada de impulsar el caudal a tratar hacia la futura EDAR de Tapia de Casariego y aliviar al pretratamiento existente los excedentes. Al ejecutarse dicha estructura de regulación y estación de bombeo a lo largo de la calle San Martín será necesario disponer de cobijas móviles para el acceso y mantenimiento.
  - La conducción de impulsión a la EDAR se ejecutará con tubería de PE-100/PN-6 de 400mm de diámetro, y discurrirá a lo largo de la calle San Martín y camino vecinal, que si bien está incluida dentro de la banda de 200m de DPMT y PESC, no se considera de importancia singular por encontrarse antropizado y discurrir el trazado por un camino vecinal pavimentado.

- La ejecución de las obras incluirá el aprovechamiento de las instalaciones de pretratamiento y emisario existente, siendo necesario la ampliación y reposición de los grupos de bombeo, así como recrecido por seguridad de los canales de desbaste.

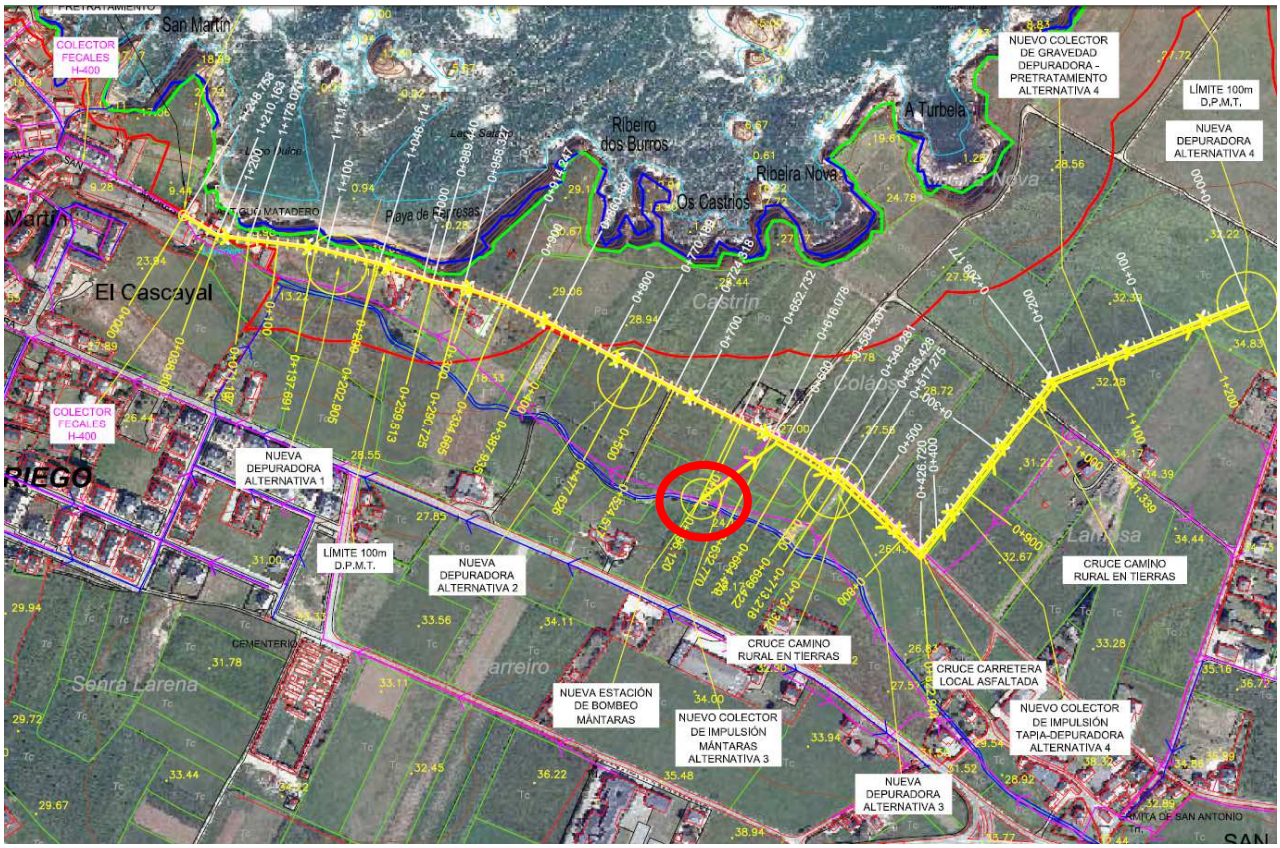
AGRUPACIÓN DE VERTIDOS ESTE

A continuación se expone la agrupación de vertidos de los núcleos ubicados al este del término municipal de Tapia de Casariego:

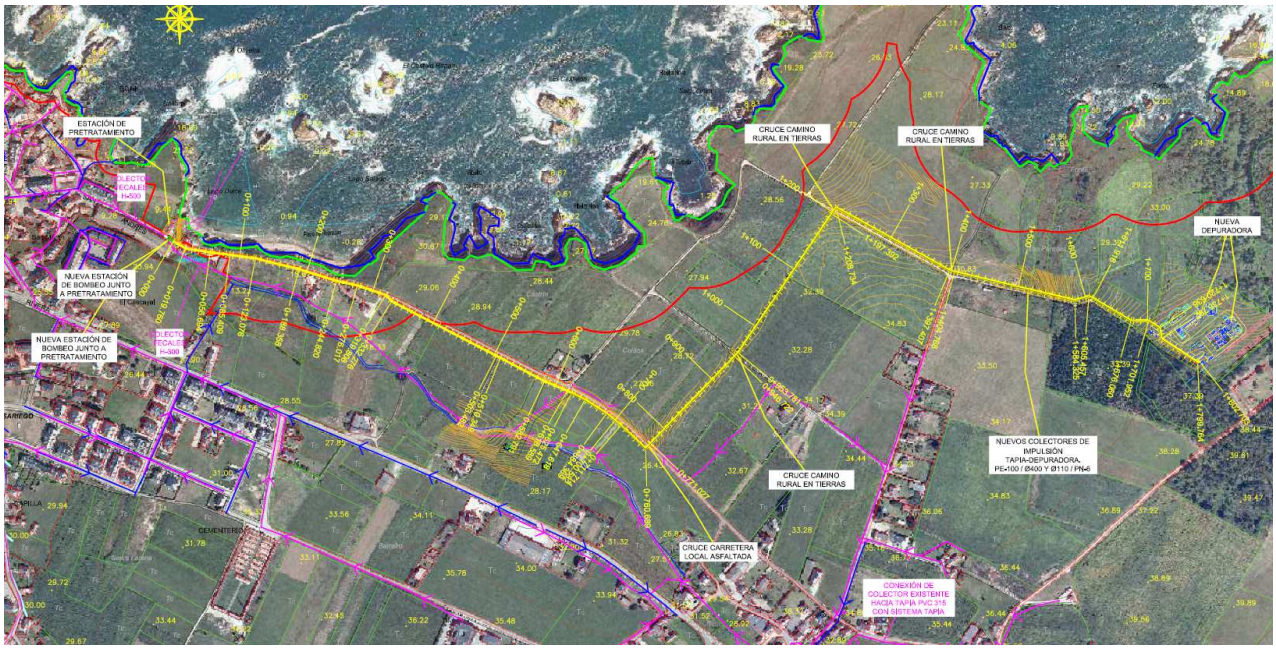
- Campos de Salave
  - La agrupación de vertidos de los núcleos de la zona este y sur de Tapia se realiza aprovechando las infraestructuras de red en baja existentes del "Sistema Tapia de Casariego"desde Campos de Salave.
  - Campos de Salave dispone de un sistema de saneamiento separativo-mixto con una red de colectores en baja con diámetros comprendidos entre 200mm y 300mm.. Los colectores existentes fueron dimensionados para futuras conexiones de la Roda, Pórcia y Campos.
  - El sistema de saneamiento futuro debe incorporar la aportación de la Roda por su extremo sur al ramal-4 de PVC 315 mm y la aportación de Campos, El Vallín y Porcia que se conectará al colector por el este al ramal general de PVC 315mm
  - Dichos colectores han sido comprobados con las nuevas hipótesis de crecimiento y expansión expuesto en el Anejo-9, verificándose su capacidad, por lo que no se considera necesario su adecuación.
  - Los caudales son transportados al bombeo de Salave existente para ser impulsados al colector Salave-Mántaras. El funcionamiento hidráulico de la estación de bombeo (grupos y volúmenes de cántara) ha sido verificada para caudales futuros considerándose adecuados, por lo que no será necesario realizar remodelación y/o ampliación de la misma.
- Mántaras, Cortaficio, San Antonio, Las Palomas
  - El colector general de unión de Campos de Salave a Tapia de Casariego es de diámetro DN315 mm de PVC, el cual además de transportar el caudal del bombeo de Salave (14.08l/s) recoge las aguas negras y escorrentía de las viviendas del Cortaficio y Folgueiras hasta conectarse al colector general de San Antonio.
  - El dimensionamiento considera la construcción y aporte del 100% del polígono de Cortaficio, considerando un desarrollo de un sistema separativo.
  - Actualmente el sistema existente es separativo con aporte puntual de pluviales. Al existir diámetros máximos de 300mm, y pendientes limitativas de capacidad (0.5-1%), la aportación máxima de pluviales en el diseño ha sido considerada y limitada por la capacidad máxima del colector existente.
  - Interfiriendo al colector general A-1 existente, de 300 mm FC, que une San Antonio con el actual pretratamiento se colocará una estación de bombeo (Bombeo-Mántaras), que recogerá las aportaciones de Las Poleas, San Antonio, Mántaras, A Paloma, Viademonte (parcialmente), así como la aportación proveniente del sistema de Salave, e impulsará el caudal hasta la nueva ubicación de la EDAR.
    - *Nota: La necesidad de dicha estación de bombeo es válida sólo para las ubicaciones de la EDAR correspondientes a las alternativas-2, 3, 4, aprovechando la mayor cota geométrica existente respecto al bombeo del tratamiento, que se traduce en un menor coste energético y de explotación.*
    - *En el caso de no disponer de bombeo de Mántaras, el colector A1 y A2 existente de diámetro DN 300mm no dispondrá de la capacidad de transporte suficiente por lo que será necesario*

su sustitución por uno de diámetro DN 500 PVC, igualmente será necesario incrementar los grupos de bombeo y capacidad de transporte en la impulsión de pretratamiento a EDAR.

- El colector de impulsión de la estación de bombeo-Mántaras a EDAR (alternativa-2, 3 y 4) se ejecutará con tubería PE-100/PN6 DN315mm, aprovechando el trazado del colector de impulsión desde el bombeo de pretratamiento-EDAR., minimizando así la afección.



Para la alternativa-5 de ubicación de la EDAR (alejada del núcleo urbano) será necesario incrementar la longitud de los colectores de impulsión y vertido:



3.2.2.- Agrupación de vertidos de núcleos sin red de saneamiento

Actualmente los núcleos de Porcía, Campos, y la Roda disponen de un sistema de saneamiento conformado por fosas sépticas y vertidos directos a arroyos, sin que se disponga de una agrupación de vertidos en baja. Dicha competencia se considera municipal, por lo que el presente proyecto no se extiende ni desarrolla el diseño de dicha futura red en baja.

Para ello, y en reunión mantenida con los responsables de ASTURAGUA y CHC, se han ubicado puntos ideales donde deberán conectarse la futura red de colectores. Posteriormente se optó para que el presente proyecto incluyera el desarrollo de la red secundaria y terciaria, aasí como la acometida a las viviendas.

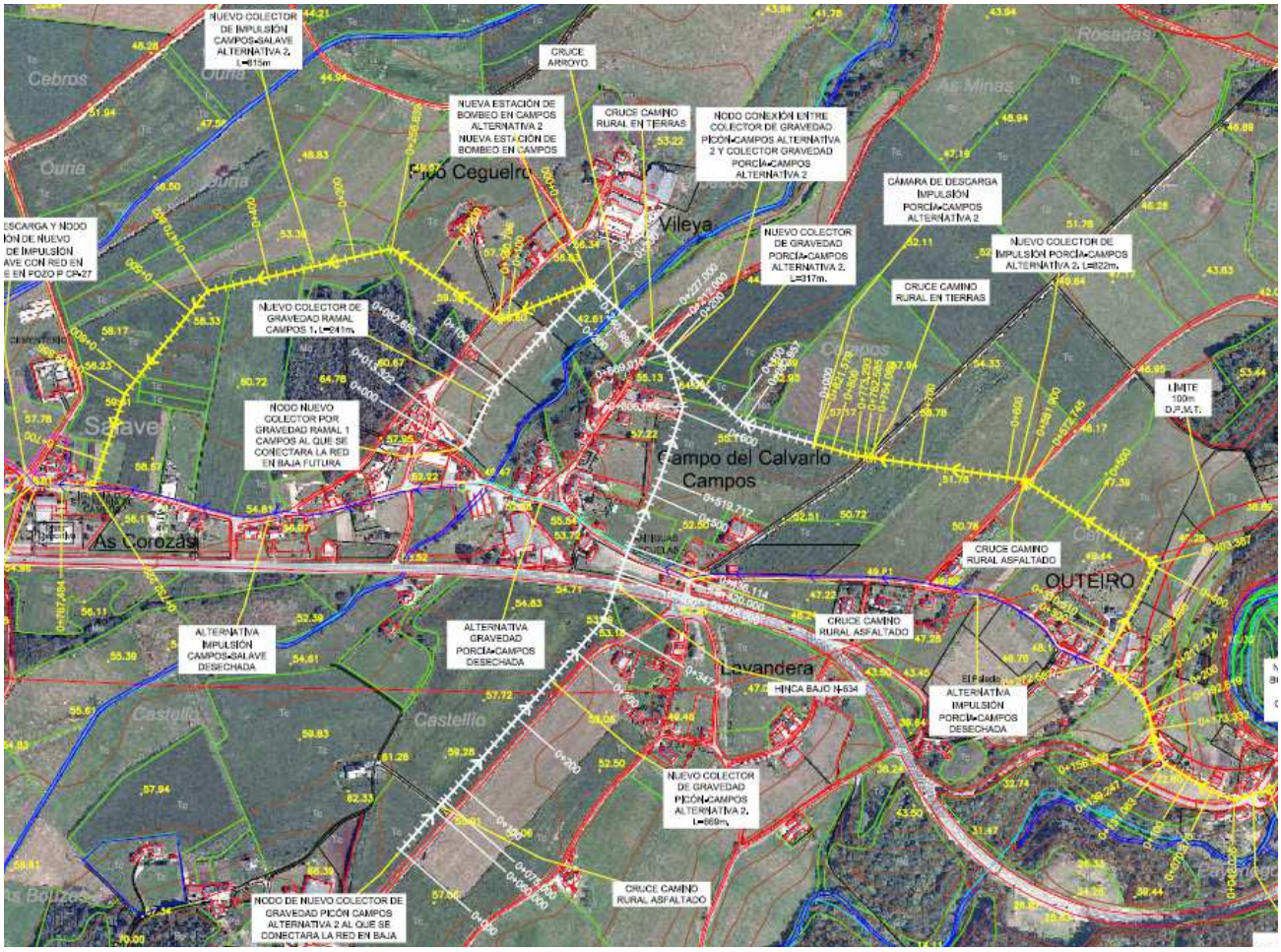
- Porcía, Campos, y Picón
    - Los núcleos de Campos, Porcía el Vallín y Picón pertenecen a la parroquia de Campos de Salave. Desde el punto de vista urbanístico toda la zona está definida como núcleo rural excepto Porcía y el Vallín, que se encuentran dentro del PESC. Además Vallín y Porcia se encuentran ubicados dentro de la definición de "Costas" del POLA y PGOU e incluido casi en toda su superficie en D.P.M.T. por lo que no es previsible ningún desarrollo urbanístico asociado a crecimiento. La edificabilidad existente es muy dispersa y de muy baja densidad con vertidos directos al río Porcía y a pozos sépticos.
    - El núcleo de Campos, Vallín y Porcía no dispone de red de saneamiento en baja desarrollado, existiendo fosas sépticas en viviendas y vertidos directos al cauce del río Porcía y el arroyo de Campos.
    - La subcuenca de Picón se caracteriza por estar compuesta por viviendas aisladas de carácter rural. De igual forma no dispone de saneamiento de aguas negras ni red de pluviales
    - Para agrupar los vertidos de Porcía y Campos es necesario transportar las aguas hasta el colector-2 de Serantes y salvar dos cerros con diferencias de cotas próximas a 45m,.

      Para ello se requiere dos estaciones de bombeo (Bombeo-Porcía y Bombeo Campos), ubicando la estación de bombeo de Porcía fuera del DPMT, y la impulsión a lo largo de las calles vecinales de Outeiro para evitar discurrir a lo largo de la N-630.

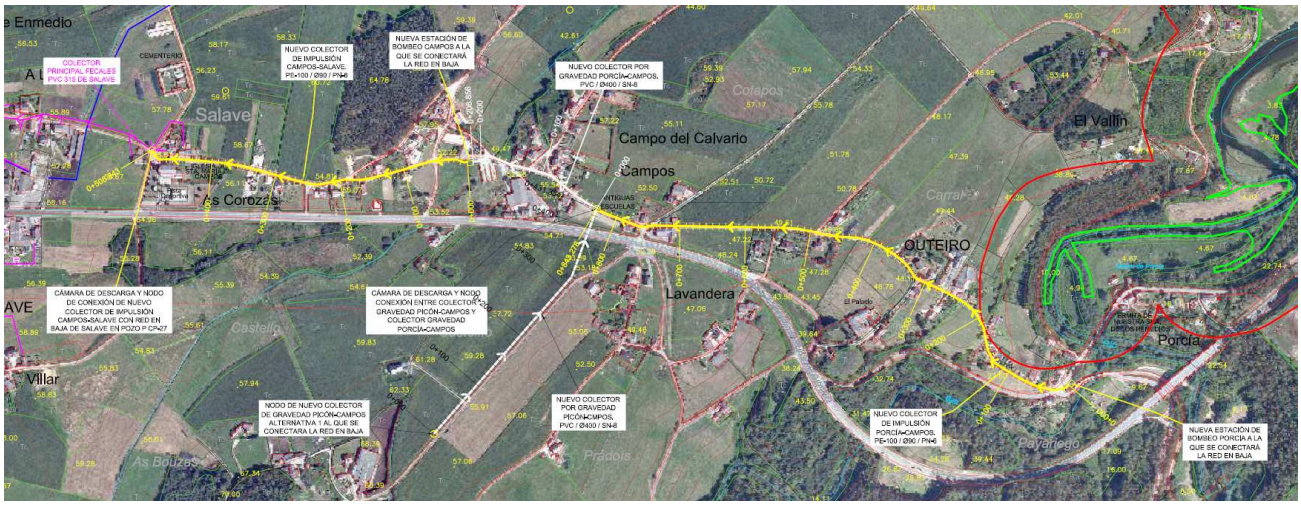
      Posteriormente se ejecutará un colector de gravedad DN400 PVC SN8 que cruzará el arroyo Campos hasta conectar con la estación de bombeo de campos (B2-CS-Campos)

      Desde el Bombeo de Campos será necesario ejecutar un colector de impulsión para salvar el segundo cerro que verterá en el colector de Salave.

      Se estudian dos trazados alternativos: El primero de los trazados discurre fuera de los terrenos urbanizados, pero en el interior de la denominación PESC. Esta actuación requiere bombeos suplementarios para recoger la red secundaria y terciaria a desarrollar:



La segunda de las alternativas discurre por el tramo urbano recogiendo todos los vertidos de las viviendas, para lo que es necesario realizar acometidas y una red secundaria y terciaria. En esta circunstancia las estaciones de bombeo se cambian de ubicación:



Finalmente esta será la alternativa seleccionada para el desarrollo del presente proyecto ya que si bien el coste es muy superior permite recoger los vertifos de la red secundaria.

- La agrupación de vertidos de Picón se realizará por gravedad con tubería PVC DN400 SN8 y conectará con el colector de gravedad Porcía-Campos. El trazado del colector tendrá que cruzar la carretera N-634 mediante hinca de acero helicoidal.

- Para la definición del trazado se han estudiado dos alternativas, siendo desechada la alternativa que discurre por las calles y caminos vecinales tanto por dificultad técnica (ejecución en espacios confinados con afección a servicios y pavimentos) como mayor coste e impacto social.. Por otro lado, la alternativa seleccionada de los colectores de Porcía-Campos, Campos-Serantes y Picón-Campos discurre por terrenos y prados de cultivo de interés ambiental bajo sin afectar a bienes de interés cultural o patrimonial, si bien se encuentran clasificados como PESC y POLA.

- La Roda
  - La Parroquia de la Roda está conformada por viviendas y naves dispersas de carácter rural disperso, sin disponer de red de saneamiento en baja. Para definir la agrupación de vertidos se han definido varios puntos de conexión de la futura red de saneamiento.
  - La agrupación de vertidos de la Roda se estructura en tres ramales:
    - Ramal izquierdo: recoge la aportación de Cabiyón y la estación de ferrocarril, incluyendo las naves. El trazado de dicho ramal está condicionado por el paso bajo el arroyo Gamazá cuya cota es limitante. Se han estudiado las alternativas de trazado con gravedad con y sin funcionamiento sifonado e impulsión. La alternativa para funcionamiento por gravedad ha quedado desechada por los grandes desmontes provocados, así como el condicionamiento de la baja cota resultante en la conexión con el colector general. La alternativa de funcionamiento con sifón ha quedado desechado técnicamente como criterio de diseño. Finalmente se ha optado por una impulsión PE-100 PN6 DN90mm que permita salvar libremente el arroyo Gamazán.

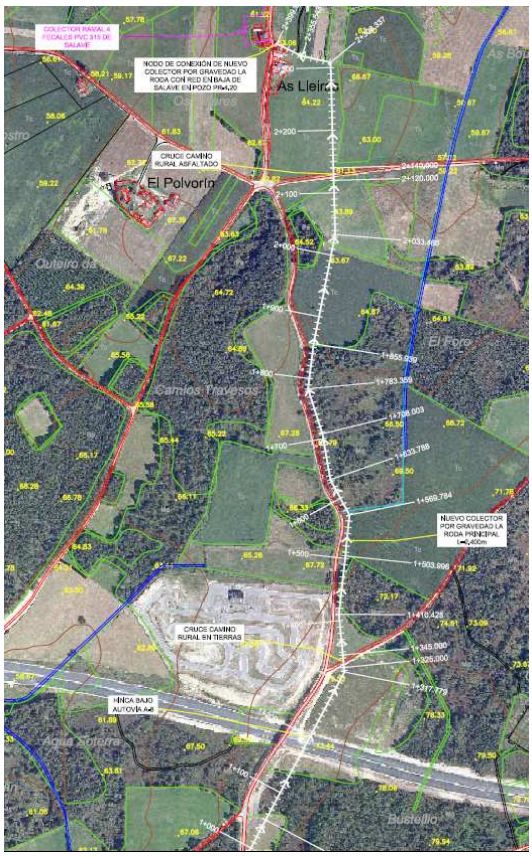
      El trazado de la impulsión cruza la carretera autonómica AS23 que se ejecutará con hinca.

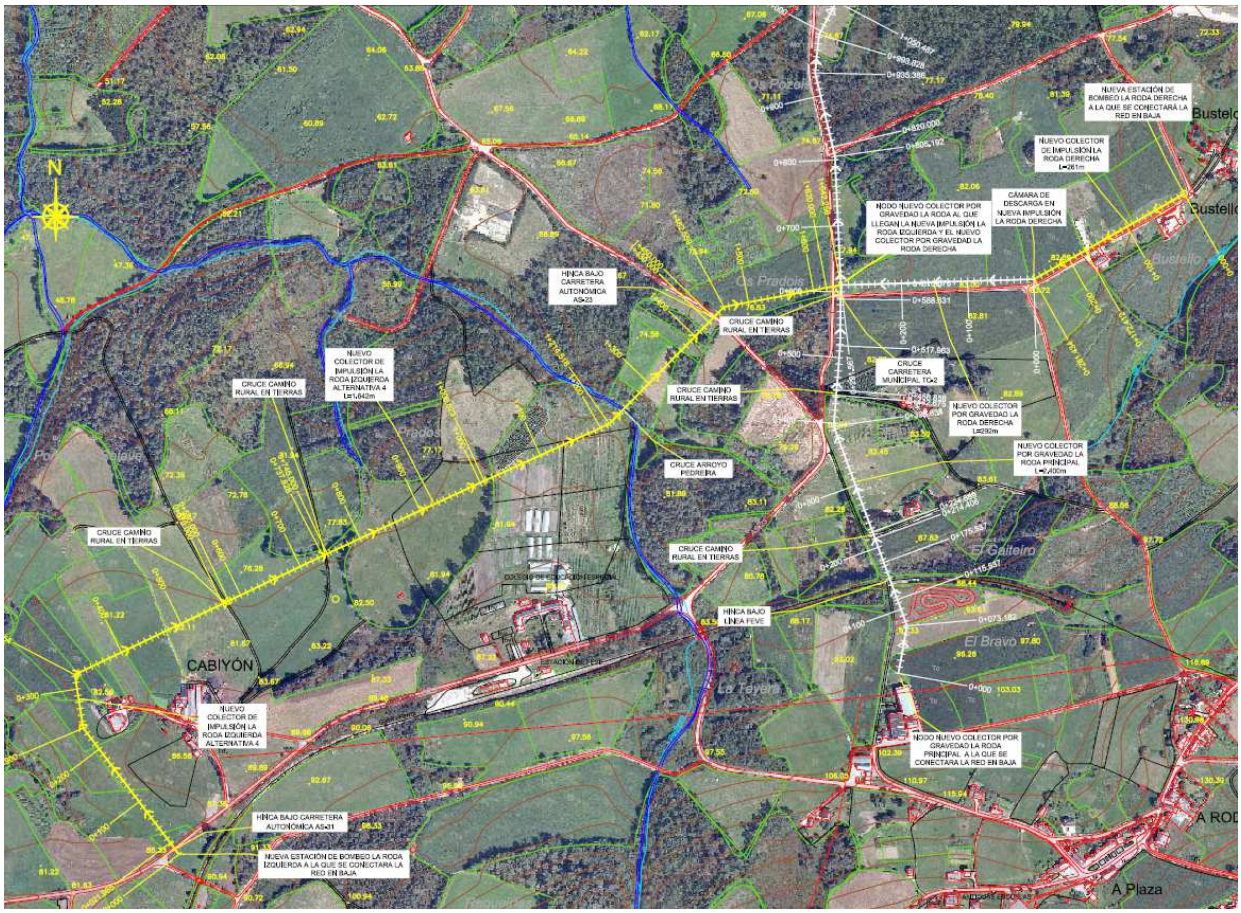
    - Ramal derecho Bustelo: recoge las aportaciones de las naves y edificaciones de Bustelo mediante un pequeño bombeo que permite salvar la diferencia de cota existente en el trazado. Alternativas por gravedad han quedado desechadas por los grandes desmontes provocados, así como el condicionamiento de cota establecido por el colector principal.

    - Ramal principal de la Roda: Se corresponde al eje principal al que se incorporan los ramales izquierdo y derecho.

      El colector parte de un nodo establecido aguas abajo del núcleo de la Roda al que se conectará hipotéticamente el futuro saneamiento. El funcionamiento se dimensiona por gravedad conformado por un colector de diámetro 400 mm de de PVC-SN8 que conectará con el colector general de Campos.

      El trazado discurre paralelo a la carretera TC-2 a una distancia superior a 8.0m y a lo largo de fincas clasificadas como rústicas. El alzado está condicionado por el cruce bajo ferrocarril y el cruce de la autovía A8, que se ejecutarán mediante hincas de acero helicoidal de diámetro DN600 de 8 mm de espesor con longitudes de 40m y 80m respectivamente disponiendo de pozos de registro ubicados a ambos extremos, y a una distancia superior a 8.0m del pie de talud.


NODO DE CONEXIÓN DE NUEVO COLECTOR POR GRAVEDAD LA RODA CON RED EN BAJA DE SALAVE EN POZO PRAVIA
As Lleiras
CRUCE CAMINO RURAL ASFALTADO
El Polvorín
NUEVO COLECTOR POR GRAVEDAD LA RODA PRINCIPAL
CRUCE CAMINO RURAL EN TIERRAS
HINCA BAJO AUTOVÍA A-8
Bustello


N
NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO LA RODA DERECHA A LA QUE SE CONECTARA LA RED EN BAJA
NUEVO COLECTOR DE IMPULSIÓN LA RODA DERECHA
CÁMARA DE DESCARGA EN NUEVA IMPULSIÓN LA RODA DERECHA
NODO NUEVO COLECTOR POR GRAVEDAD LA RODA AL QUE LLEGAN LA NUEVA IMPULSIÓN LA RODA IZQUIERDA Y EL NUEVO COLECTOR POR GRAVEDAD LA RODA DERECHA
HINCA BAJO CARRETERA AUTONÓMICA AS-23
CRUCE CAMINO RURAL EN TIERRAS
NUEVO COLECTOR DE IMPULSIÓN LA RODA IZQUIERDA ALTERNATIVA 4
CRUCE CARRETERA MUNICIPAL TO-2
NUEVO COLECTOR POR GRAVEDAD LA RODA DERECHA
NUEVO COLECTOR POR GRAVEDAD LA RODA PRINCIPAL
CRUCE ARROYO PEDREIRA
CABIYÓN
HINCA BAJO LÍNEA FEVE
NUEVO COLECTOR DE IMPULSIÓN LA RODA IZQUIERDA ALTERNATIVA 4
NODO NUEVO COLECTOR POR GRAVEDAD LA RODA PRINCIPAL A LA QUE SE CONECTARA LA RED EN BAJA
HINCA BAJO CARRETERA AUTONÓMICA AS-31
NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO LA RODA IZQUIERDA A LA QUE SE CONECTARA LA RED EN BAJA
A Plaza

En consecuencia, se han realizado los siguientes estudios para la definición de la solución a desarrollar:

3.2.3.- Alternativas de materiales

El análisis de materiales se adjunta en el Apéndice 6.1.1, cuyas conclusiones se resumen a continuación:

a) Tuberías de gravedad

- Los diámetros de las tuberías de acuerdo con el dimensionamiento hidráulico siempre resultan inferiores o iguales a 500mm, por lo que analizan los materiales de tuberías de PVC, PE (polietileno), PP (polipropileno) y HA (hormigón armado).
- Se considera la solución de tubería de PVC la más adecuada técnica y económicamente por estar favorecida tanto por su baja rugosidad que mejora la condición de transporte , como por su peso, facilidad constructiva y puesta en obra que `permite disminuir los costes d ejecución. A efectos mecánicos se opta por tubería SN8 con apoyo sobre base granular de arena con ángulo de 180º y rellenos en riñoneras con suelo seleccionado con tamaño máximo 33mm compactado al 95% del próctor normal, debiendo ser capaz de absorber cargas correspondientes a tráfico urbano y agrícola superiores de 37tn.
- El diámetro mínimo adoptado como condición de diseño es de DN 400mm, debiéndose cumplir en todos casos las condiciones de diseño hidráulico definidas en el Anejo-2.

b) Tuberías a presión

- Los caudales de bombeo en las impulsiones a presión son muy variables, siendo en la mayor parte de los casos muy bajos, por lo que el principal condicionante de diseño corresponde a garantizar al menos velocidades mínimas de 0.6m/s en las impulsiones.
- Se opta por un diámetro mínimo de 90mm.
- Respecto a los materiales se analizan los materiales siguientes: PVC-U, PVC-O PE(polietileno), y FD (Fundición), optándose por tuberías de polietileno PE-100 con junta soldada al ser las presiones de trabajo muy bajas y todas ellas próximas a PN6, por su menor rugosidad, precio, facilidad de ejecución y minimizar los macizos de anclajes.

3.2.4.- Alternativas de trazado

El diseño de trazado para la definición de alternativas han seguido los criterios estipulados en el Anejo-2. El estudio de alternativas de trazado se incluye en el Apéndice 16.1.2, en el que se realiza mediante un análisis multicriterio, donde se ponderan los siguientes aspectos:

- Aspectos ambientales (proximidad a LIC, ZEPA, afección a flora, fauna, …, y número de cruces con arroyos) y de afección arqueológica e interés patrimonial (la afección al camino de Santiago y proximidad a elementos de interés). El peso de los aspectos ambientales y arqueológicos será de 33 puntos sobre 100 puntos totales.
- Aspectos técnicos relacionados con el comportamiento hidráulico del conjunto, y mejora de la explotación. El peso de los aspectos técnicos y funcionales será de 33 puntos sobre 100 puntos totales.
- Aspectos económicos, de acuerdo con la valoración comparativa de alternativas. El peso de los aspectos económicos será de 34 puntos sobre 100 puntos totales.

El resultado se muestra en el Apéndice 6.1.2 y las tablas adjuntas donde se incluye la valoración y observación a los diferentes aspectos analizados, así como el resultado de la ponderación de puntuaciones

En el Apéndice 6.1.2 también incluyen los planos de detalle y tablas de replanteo de cada una de las soluciones.

El resultado del análisis se resume en:

a) ALTERNATIVAS DE LA AGRUPACIÓN DE VERTIDO DE LOS NÚCLEOS DEL OESTE DE TAPIA DE CASARIEGO

- Polígono de Serantes –Colector-J: Se plantea un único trazado denominado Alternativa-1
- Seantes-Rapalcuarto: Se plantea un total de cuatro alternativas, seleccionándose la alternativa-2, que discurre paralela al camino GR-9 actualmente utilizado como "Camino de Santiago", y cuya afección es mínima y eventual. La traza discurre a una distancia superior a 8.0m del borde de la misma. Dicha solución ha sido seleccionada por su sencillez constructiva, y mejora del servicio de explotación al poder utilizarse el camino GR-9 en vez de requerir una banda de expropiación temporal mayor y servidumbre de paso. El número de cruces de arroyos y caminos es similar al de la alternativa-1 e inferior a las alternativas-3 y 4, con un coste equilibrado aunque ligeramente mayor que la alternativa-1 por disponer de un poco más de longitud.
- Rapalcuarto-Xungueira (colector-D): Se estudia un total de 5 alternativas, discurriendo todas ellas paralelas al camino GR-9 y divergiendo en la separación a borde de esta (>8m, y >30m), lo que permite el uso del camino GR-9 para el acceso a la explotación y ejecución de las obras. Por otro lado se diferencian en la actuación y punto de conexión de la hinca teledirigida a ejecutar.

  Respecto a la decisión global se ha considerado los costes de ejecución de hinca teledirigida en cuatro alternativas, dependiendo de si se conecta al colector-D (Alternativas1 y 2) que requerirá ampliar la capacidad del colector-D mediante "Bursting" o reposición directa, y las alternativas 3 y 4 que se conectan directamente con la futura ubicación del bombeo de Xungueira sin tener que remodelar el colector-D por no incrementarse el aporte previsto.

  Por otro lado se considera el análisis de afección ambiental de cada una de las alternativas estudiadas, tanto en el cruce y paralelismo al camino GR-9, como la afección a DPH y DPMT en la ejecución de las operaciones de "Bursting" o reposición del colector-D.

  La ejecución de "Bursting" sólo permite incrementar un diámetro a la tubería existente de 250 PVC (según datos de planos) y 300mm FC (según proyecto de construcción), lo que supone pasar a 350mm de diámetro máximo. Esta solución no resuelve el problema de capacidad del colector al aportar más caudal. En consecuencia sería necesario incrementar el diámetro del colector a DN500mm mediante la construcción de uno paralelo o la reposición del mismo, con el agravante de coste y afección ambiental de las tuberías de fibrocemento (en el caso de que se confirme su existencia)

  A la vista de las alternativas estudiadas se opta por la alternativa-4+ hinca alternativa-3, por darse la ventaja de disponer del camino CR-9 (actual camino de Santiago) para mantenimiento y ejecución de las obras, aunque discurra a distancia de 8.0m en vez de la recomendada de 30.0m (según indicaciones del técnico arqueólogo). Además permite tener menor afección ambienta en referencia a la reconstrucción del colector-Dal ejecutar una hinca directa hasta la estación de bombeo, evitando tener incrementar la capacidad del colector-D y la afección ambiental de la margen derecha del río Anguileiro, así como la afección a DPMT y DPH.

b) ALTERNATIVAS PARA LA AGRUPACIÓN DE VERTIDO DE LOS NÚCLEOS DEL ESTE DE TAPIA DE CASARIEGO

- Estación de bombeo de Mántaras a nueva EDAR. Las alternativas desarrolladas están vinculadas a la ubicación definitiva de la EDAR, considerándose la alternativa-4 como la óptima por su menor afección al PGOU, impacto visual y menor afección a DPMT.
- Porcía, Campos, y Picón: Se estudian dos alternativas, optándose por la alternativa cuyo trazado discurre por el casco urbano, ya que permite realizar las acometidas de las viviendas

de forma directa y sencilla, minimizando los costes de la red secundaria y compartiendo las zanjas para la red secundaria y la impulsión de la estación de bombeo. De igual forma se evita realizar la actuación dentro de la denominación de suelo PESC.

- La Roda
    - Ramal izquierdo: recoge la aportación de Cabiyón y la estación de ferrocarril, incluyendo las naves. El trazado de dicho ramal está condicionado por el paso bajo el arroyo Gamazá cuya cota es limitante. Se han estudiado 4 alternativas de trazado con gravedad con y sin funcionamiento sifonado e impulsión.

      La alternativa para funcionamiento por gravedad completa ha quedado desechada por los grandes desmontes provocados, así como el condicionamiento de la baja cota resultante en la conexión con el colector general.

      La diferencia de cota es mínima que podría quedar salvado mediante un sifón. La alternativa de funcionamiento con sifón por gtavedad ha quedado desechado técnicamente como criterio de diseño

      Las alternativas de impulsión directa desde Cabiyón (alternativas 3 y 4) conlleva la ejecución de dos estaciones de bombeo, una en Cabiyón y otra en la estación de FFCC y naves colindantes. Esta solución se ve penalizada por el coste de esta segunda estación de bombeo cuando realmente desde Cabiyón se puede ejecutar con una conducción por gravedad.

      Finalmente se ha optado por una alternativa mixta de gravedad en el primer tramo e impulsión PE-100 PN6 DN90mm que permita salvar libremente el arroyo Gamazán: De esta forma sólo será necesario ejecutar una única estación de bombeo entre la estación de FFCC y Cabiyón.

      El trazado de la impulsión cruza la carretera autonómica AS23 que se ejecutará con hinca.
    - Ramal derecho Bustelo: recoge las aportaciones de las naves y edificaciones de Bustelo mediante un pequeño bombeo que permite salvar la diferencia de cota existente en el trazado. Alternativas por gravedad han quedado desechadas por los grandes desmontes provocados, así como el condicionamiento de cota establecido por el colector principal. La alternativa seleccionada corresponde con la alternativa-2
    - Ramal principal de la Roda: Se corresponde al eje principal al que se incorporan los ramales izquierdo y derecho.

3.2.5.- Alternativas para optimización del modelo hidráulico

Para el análisis y optimización del modelo hidráulico de conjunto se han analizado las capacidades de los colectores existentes, así como los bombeos para las diferentes alternativas de trazado. Finalmente con objeto de minimizar los bombeos desde Rapalcuarto a Serantes, se analiza la curva de caudales entrantes y se dimensiona un estanque de tormentas capaz de almacenar los caudales entrante y un bombeo de caudal equivalente a 1.5 veces el caudal medio estacional –futuro(año 2040).

Por otro lado ante la variabilidad y fluctuación de caudales tanto en periodo invernal como periodo estacional en año actual como futuro será necesario independientemente de las potencias de los grupos de bombeo, disponer de caudalímetros en los bombeos, sondas piezométricas y variador de frecuencia, que permita ubicar varios puntos de funcionamiento sin disponer tiempos de retención excesivos en las cántaras, no tampoco generar caudales impulsados acumulados altos en la entrada de la EDAR, que obliguen a sobredimensionar le tratamiento.

El detalle de las alternativas estudiadas se adjunta en el anejo-10 “Agrupación de vertidos”, y su apéndice AP10.1 Cálculos hidráulicos.

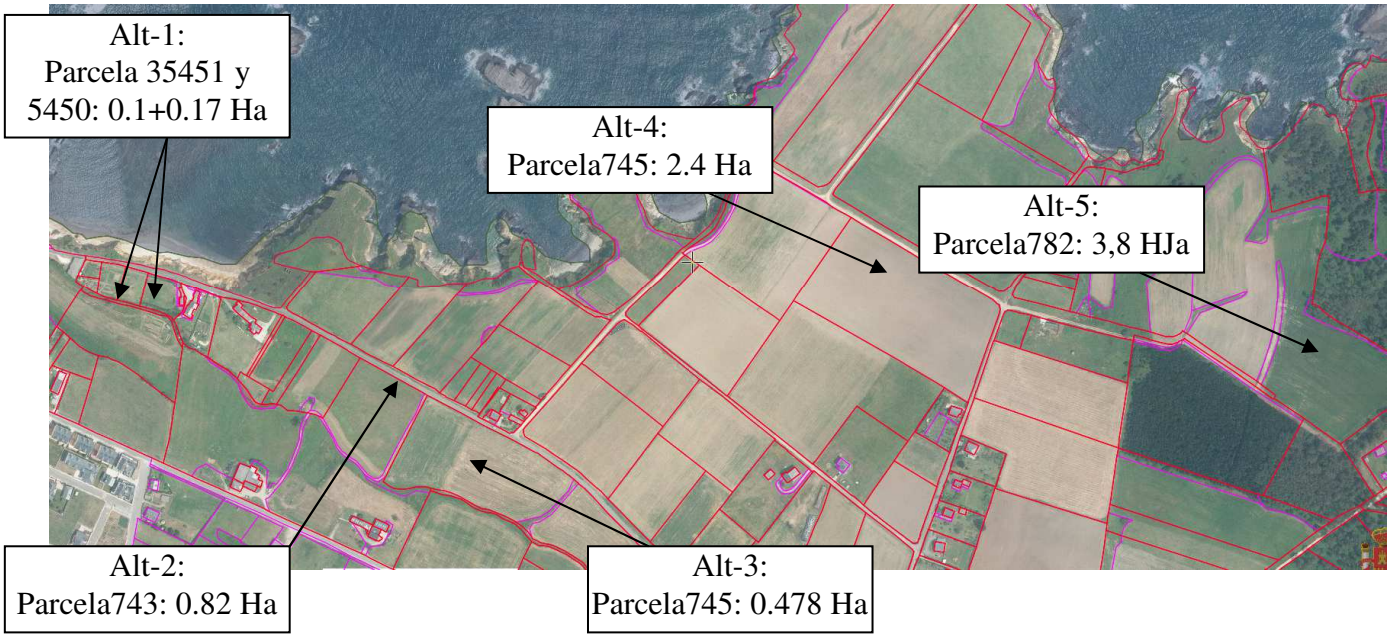
3.2.6.- Alternativas de equipos electromecánicos y bombeos

El análisis de los elementos y equipos electromecánicos a utilizar en las instalaciones de bombeo, y tanque de tormenta se analiza en detalle en el anejo-10 “Agrupación de vertidos”, y su apéndice AP10.1 Cálculos hidráulicos, y sus apéndices complementarios.

3.2.7.- Alternativas de ubicación de la EDAR

El estudio de alternativas se incluye en el Apéndice 6.1.4. adjunto al presente documento.

Se han identificado cuatro ubicaciones de la EDAR de Tapia de Casariego, según se adjunta a continuación:



Para cada alternativa se ha realizado un análisis multicriterio en el que se ponderan y analizan los siguientes aspectos:

- Orografía, dimensión y topografía de la parcela:
    - La orografía y dimensión se considera un dato, no procediéndose a la ponderación ni valoración
    - La parcelas de las alternativas 3, 4 y 5 son de mayores dimensiones, dotando de versatilidad al proceso, mientras que la parcela de las alternativas 1 y 2 disponen de menor superficie por lo que los procesos y dimensiones de la EDAR deben ser más ajustados. Esto normalmente tiene implicaciones económicas y de mayor coste energético.
- Clasificación del suelo según PGOU:
    - La clasificación de suelos se encuentra ponderada como 5 puntos sobre 100 puntos totales
    - Todas las alternativas se corresponden a clasificación POLA-PESC

- Afección Ambiental
    - Todas las parcelas seleccionadas se corresponden a praderas y pastos, estando la alternativas-1 antropizada.
    - Las parcelas se encuentran dentro de clasificación PESC, si bien no presentan afección ambiental singular.
    - La afección ambiental se ha ponderado con 10 puntos sobre 100 puntos totales.
    - Las alternativas 1 y 2 se encuentran dentro de afección a DPMT en la banda inferior a 100m para el caso de la alternativa-1, y entre 100 y 200m para la alternativa-2. Las alternativas 3 y 4 se encuentran fuera de la banda de 100m y 200m.
- Impacto visual y aceptación social_
    - El impacto visual u aceptación social se ha ponderado con 25 puntos sobre 100 puntos totales.
    - Si bien se ha considerado en el desarrollo de la implantación de la EDAR las medidas ambientales de integración paisajísitica y arquitectónica con objeto de que quede integrado en el entorno, así como medidas de desodorización y que estas se pueden considerar equivalentes en las diferentes ubicaciones, se ha analizado la el impacto visual y proximidad al núcleo de Tapia.
    - Dicho aspecto tiene especial interés por el carácter turístico-veraniego y estacional de Tapia de Casariego, en el que además se incluye el desarrollo urbanístico del Cascayal próximo a lasubicaciones definidas en las alternativas-1, 2 y 3, la necesidad de que la nueva EDAR de Tapia de Casariego no quede insertada en el núcleo a futuro, sino que esta esté lo suficientemente alejada y que no genere impacto visual ni afecciones generadas por olores.
- Coste energético:
    - Se evalúa la influencia económica y ambiental del coste energético generado por cada solución: La alternativa-1 presenta una ubicación de la EDAR más cercana al bombeo del pretratamiento y con un menor coste de infraestructura, mientras que la solución de ubicación-4, es la más alejada y el coste energético es mayo.
    - El coste energético se ha poderado con 5 puntos sobre el total.
- Coste de infraestructura:
    - Se procede a calcular el coste de infraestructura comparativamente, en el que se ve afectado por la mayor lejanía de la ubicación a los puntos de bombeo. Para el caso de la ubicación-1, no se requiere un bombeo en Mántaras, si bien la capacidad del colector existente se considera insuficiente requiriéndose la ejecución de un estanque de tormentas interpuesto con el colector existente o la reconstrucción de un nuevo colector de mayor capacidad.
    - Los costes de infraestructuras han sido ponderados con un peso de 25 puntos sobre el total

El resultado de la valoración técnico , económica y ambiental resulta de la aplicación de las ponderaciones y los pesos asignados. Como conclusión se obtiene:

Valoración : KxP	
Alt-1	30,00
Alt-2	25,75
Alt-3	66,25

Alt-4	66,65
Alt-4	68,65

A la vista de los resultados se puede observar que la alternativa-1, si bien es óptima económicamente, tiene un gran impacto ambiental y visual al encontrarse muy próximo del núcleo urbano, además de estar incluida en la línea de 100m de DPMT.

La alternativa-2, se presenta como una solución algo más alejada del núcleo que la alternativa-1, si bien no se solventa del todo la limitación de afección a DPMT, estando en la banda de 100 a 200m.

Las alternativas 3, 4 y 5 se plantean como soluciones posibles, siendo la alternativa-4 y 5 de mayor coste energético y de infraestructura por su mayor lejanía, pero de indudable aceptación social y visual, al encontrarse suficientemente alejado del núcleo y de la futura zona de desarrollo. La alternativa-3 presenta la ventaja de menor coste de inversión y energético, si bien no resuelve del todo el impacto visual.

A la vista de las alternativas estudiadas y debido a la mayor aceptación social, menor impacto visual y ambiental se opta por la alternativa-5.

3.2.8.- Alternativas de depuración y procesos de tratamiento de agua asociados a la agrupación de vertidos

En el Apéndice 6.1.5 se incluye el estudio de alternativas de la EDAR de Tapia de Casariego, analizándose las diferentes alternativas de proceso según la condición de caudales de diseño.

A este respecto se ha de indicar la singularidad del diseño de dicha EDAR , es que la capacidad de la misma se encuentra condicionada por los caudales bombeados una vez realizada la agrupación de vertido.

Los caudales que llegarán serán la suma de las combinaciones de los bombeos de Mántaras que agrupa los caudales procedentes de la zona este de Tapia de Casariego, y los bombeados por la estación de bombeo del pretratamiento que agrupa los caudales de la zona oeste (Serantes, Rapalcuarto, Casariego, …) y el núcleo de Tapia de Casariego.

El caudal máximo que puede llegar a la EDAR será la suma de los caudales máximos de los grupos de bombeo de Mántaras y pretratamiento, dimensionados para caudales máximos a futuro y en situación estacional, y equivalente a 5xQm.

La existencia de bombeos hace que los caudales máximos puedan ser bombeados a fecha actual, en caso de evento de lluvia y que los colectores actúen como sistema separativo-mixto, absorbiendo las aguas de pluviales (donde existan sumideros) a la máxima capacidad del colector.

Es decir, al disponer de grupos de bombeo diseñados para un caudal máximo, independientemente de que llegue más o menos caudal a la cántara, el caudal que bombearán será el indicado en el punto de funcionamiento de los grupos de bombeo. Si llega menos caudal, mayor será el tiempo de retención en la cantara de bombeo, pero cuando se alcance la cota definida en la sonda, se procederá al bombeo.

Por lo tanto la EDAR en situación actual a dimensionar ha de esperar que realmente puedan llegar los caudales máximos bombeados, siempre que coincidan las circunstancias y probabilidades.

Para evitar que estos bombeos generen puntas que condicionen el dimensionamiento de la EDAR, se opta por disponer de variadores de frecuencia en todos los grupos de bombeo, interponiendo puntos de funcionamiento en las curvas para bajos caudales de forma que permita laminar la entrega de caudales a la EDAR.

Además, se considera necesario disponer de un estanque –arqueta de regulación a la entrada de la EDAR, con almacenamiento mínimo de 1hora que equivale a un tanque de 400 m3. Este estanque permitirá reducir el dimensionamiento del pretratamiento y EDAR.

En consecuencia se opta por dimensionar la EDAR para el caudal máximo y caudal mínimo entrante. El caudal máximo se refleja en el siguiente cuadro:

CAUDALES (m3/s)	
Q1= caudal de B-TC-2	0,0531
Q2= Caudal de BTC-1	0,0860
2xQ1	0,1062
2xQ2	0,1719
2xQ1+2Q2	0,2782

En cuanto al caudal mínimo este ha de corresponder con el caudal entrante en tiempo seco en periodo no estacional que supone en el conjunto de los núcleos una población que apenas llega a 3500 habitantes. Aplicando el criterio de 250 litros * hab y día un volumen diario de 875 m3, lo que supone un caudal medio diario de 36,5 m3/h.

El reto por tanto de este sistema es que ha afrontar un abanico de caudales desde 36 a 1000 m3/h, lo que implica un alto nivel de escalonamiento y capacidad de regulación en bombeos intermedios, en la EDAR y en el bombeo del emisario submarino.

Esta necesidad de adaptabilidad preside en consecuencia todo el diseño del sistema y muy en particular el de la EDAR:

El caudal máximo que puede llegar a la EDAR es de 0,2782 m3/s, que hemos de considerar como el equivalente a 5 veces del caudal medio. Lo que sitúa el caudal medio en tiempo seco en torno de 0,2782 / 5 = 0,556 m3/s = 200 m3/h

Si tomamos este caudal como el medio diario, el vertido diario habremos de situarlo en 200*24 = 4800 m3 diarios.

Que, a su vez y considerando una dotación por habitante equivalente de 200 litros diarios, supondría estimar el vertido en 24000 habitantes, cifra que engloba las población, la cabaña ganadera y los desarrollos industriales previstos hasta el año 2040

Y por otro lado tenemos la previsión de caudal mínimo de 36,5 m3/h.

Por ello, el criterio que se ha empleado en el diseño ha sido:

	T Baja Actual	Proyecto	
Caudales:			
Caudal medio diario total Qd:	875,00	4800	m3/día
Caudal medio nominal sobre 24h/día	36,46	200,0	m3/h
Factor máximo pretratamiento s/ Qm:	3	3	
Caudal máximo en pretratamiento	109,4	600,0	m3/h
Factor máximo para tratamiento biológico, Qp:	2	2	
Caudal punta para el tratamiento primario y biológico	72,9	400,0	m3/h
Factor máximo de llegada por los colectores	5	5	
Caudal máximo llegada por colectores, Qmaxc, s/Qm	182,3	1000,0	m3/h

Por otro lado, el efluente se vierte con una conducción de retorno de diámetro DN 500 mm PVC al emisario existente que requiere ser bombeado. Actualmente se dispone de dos grupos de

bombeo de 35l/s y una tubería de diámetro interior 200mm de polietileno, resultando velocidades de 2.22 m/s.

Al ser el caudal saliente de la EDAR (bien tras tratamiento o por vertido en alivio) muy superior a la capacidad del emisario, será necesario incrementar los bombeos del emisario y ampliar la sección del emisario. Cabría pensar en una solución provisional de incrementar las bombas en una similar de 35l/s, obteniéndose velocidades de 3.35m/s. Incrementos de mayor caudal para el emisario existente no se hace técnicamente viable, alcanzando velocidades excesivamente altas, así como el riesgo de desplazamiento de los macizos de anclaje.

Posteriormente será necesario ampliar el número de grupos de bombeo y el emisario existente con otro nuevo conducto de DN 200mm.

En cuanto a las características del agua, esta se presenta como agua típicamente urbana, siendo necesario un proceso de tratamiento que permita garantizar la calidad de vertido de efluente de acuerdo con la Directiva 91/271, en el que además se incluirá la consideración a la eliminación de nitrógeno y fósforo.

Resumiendo, se establece como criterio de diseño:

- Cauda máximo entrante equivalente 5Qm.
- Depósito de regulación en cabecera de EDAR de 1h para gestión de caudales
- Pretratamiento dimensionado para el caudal total comprendido entre 5 y 3 Qm con un número de líneas que permita dotar de flexibilidad y fiabilidad al explotador
- Bypass a arqueta-depósito de salida a emisario
- Tratamiento biológico dimensionado para 1.7-2.0 Qm
- Tratamiento terciario de afino para 1Qm
- Depósito de gestión-almacenaje
- Colector de conexión a emisario conectado a cámara de bombeo de emisario
- Ampliación de grupos de bombeo de emisario : 1 Ud 35l/s

El cuanto a las tipologías y procesos de depuración en el Apéndice 6.1.5.se analizan múltiples procesos haciendo hincapié en procesos con biodiscos, MBR , biofiltros, aireación prolongada y fangos activados, cuyo resultado de valoración se resume en la siguiente tabla:

PROCESO	Garantía Depuración	Eliminación Nutrientes	Impacto Ambiental	Impacto Estético	Condicionantes Hidráulicos	Costes de Construcción	Costes Explotación	Superficie Necesaria	Facilidad Gestión	Suma
Lechos Bacterianos	5	4	5	5	3	8	8	5	5	48
CBR	6	4	8	8	3	8	8	7	6	58
Lechos Inundados	9	7	8	7	8	6	6	7	6	64
Filtros Biológicos	9	6	9	9	8	6	7	9	7	70
Alta Carga	6	5	7	7	7	7	6	7	6	58
Media Carga	7	6	7	7	7	7	6	6	6	59
Aireación Prolongada	9	8	8	7	9	7	6	6	9	69
SBR	9	7	8	7	6	8	6	7	6	64
MBR	9	9	8	7	9	5	5	8	4	64

A la vista de las soluciones estudiadas, se opta por la alternativa de filtros biológicos.

3.3.- ALTERNATIVA-2: MULTIPLES DEPURADORAS

La alternativa-2 se plantea adoptando un sistema de agrupación de vertidos similar al existente actualmente, con la ejecución de una nueva EDAR en Tapia de Casariego y la reconstrucción de las EDAR´s de Serantes y Rapalcuarto.

En el Apéndice 6.2.1 se desarrolla en detalle el estudio de alternativas de pequeñas depuradoras, que se resume a continuación:

- Sistema Tapia de Casariego:
    - El sistema funciona con la red de colectores tal y como está actualmente, en el que se considera las mismas ampliaciones poblacionales y sectoriales definidas en la alternativa-1. (100% de la construcción del polígono de Cortaficio, desarrollo urbanístico del Cascayal, …)
    - La agrupación de vertidos de Tapia de Casariego considera la incorporación futura de Porcía, Campos y la Roda. No se considera la aportación de los núcleos de la zona Oeste (Seantes y Raplcuarto)
    - Será necesario ubicar una EDAR de características muy similares a la indicada en la alternativa-1 para el tratamiento de las aguas del núcleo de Tapia y núcleos de la zona este. Las características y coste constructivo de la EDAR será muy similar al definido en la alternativa-1 ya que el único caudal de aporte diferencial corresponde a unos 19l/s de Serantes y Rapalcuarto
    - La ubicación de la EDAR será la misma que las indicadas anteriormente, por lo que el análisis de ubicaciones y costes de infraestructuras y energético será semejante al indicado en apartados anteriores.

    ➔Como resultado de los análisis se puede concluir que las infraestructuras asociadas a la agrupación de vertidos de la zona oeste será muy similar al definido en la alternativa-1, con muy ligeros ahorros provocados por una reducción de caudal de tratamiento en un 6.8%, y el caudal bombeado desde pretratamiento en un 11%. Dichos ahorros son casi despreciables en cuanto a los costes de la infraestructura a ejecutar , por lo que no se procede a su valoración comparativa.
- Sistema Serantes:
    - El sistema funciona tal y como está actualmente , proponiéndose la demolición de la EDAR existente y reconstruyendo una nueva de capacidad suficiente y proceso adecuado. Dicha EDAR corresponde a un caudal máximo de tratamiento de 35 l/s y 3600 habitantes equivalentes.
    - Como alternativa al diseño de la EDAR se puede plantear un tanque de tormentas de 200m3 que permita laminar las puntas de diseño.
    - En cuanto al proceso para este tipo de depuradoras y de acuerdo con el Apéndice 6.2.1, se opta por un tratamiento mediante biodiscos por su economía frente a soluciones como SBR y fangos activados .
    - El diferencial de coste entre la construcción de una nueva EDAR (según la tipología de tratamiento adoptado) y las infraestructuras requeridas para la agrupación de vertidos (tanque de tormentas de 400m3, bombeo y conducción de impulsión de DN 125 mm PE-100 con una longitud de 1542m) resulta entre 94.000€ y 262.000€.

RESUMEN	Serantes
Análisis de costes de alternativa-1: Agrupación de vertidos	420.553,38
Alternativa 2,1: EDAR tipo SBR	821.963,00

Alternativa 2,2: EDAR fangos activos de baja carga+aireación prolongada	932.750,00
Alternativa 2,3: EDAR con biodiscos	723.425,00

- Sistema Rapalcuarto:
  - El sistema funciona tal y como está actualmente , proponiéndose la demolición de la EDAR existente y reconstruyendo una nueva de capacidad suficiente y proceso adecuado. Dicha EDAR corresponde a un caudal máximo de tratamiento de 7.5 l/s y 600 habitantes equivalentes.
  - Como alternativa al diseño de la EDAR se puede plantear un tanque de tormentas de 200m3 que permita laminar las puntas de diseño.
  - En cuanto al proceso para este tipo de depuradoras, se estudia un sistema SBR, fangos activos con aireación prolongada y biodiscos, optándose por la alternativa2.3 correspondiente a un tratamiento mediante biodiscos por economía e integración paisajística. El detalle del análisis del proceso de depuración se adjunta en el Apéndice 6.2.1.
  - El diferencial de coste entre la construcción de una nueva EDAR y las infraestructuras requeridas para la agrupación de vertidos (estación de bombeo y conducción de impulsión de DN 160 mm PE-100 de 1500m con hinca de 350m) resulta entre 253.000€ y 462.000€

RESUMEN	Rapalcuarto-Calambre
Análisis de costes de alternativa-1: Agrupación de vertidos	470.114,50
Alternativa 2,1: EDAR tipo SBR	612.869,74
Alternativa 2,2: EDAR fangos activos de baja carga+aireación prolongada	733.025,00
Alternativa 2,3: EDAR con biodiscos	565.037,50

4.- CONCLUSIONES

A la vista de los análisis multicriterio realizado de las diferentes alternativas se concluye que la alternativa más ventajosa por su menor impacto ambiental, coste de infraestructura y de explotación corresponde a la alternativa-1 de agrupación de vertidos.

El objeto del presente proyecto será garantizar el cumplimiento de la Directiva 91/271 y Plan director de saneamiento del Principado de Asturias mediante la agrupación de vertidos de los núcleos y parroquias de Tapia de Casariego, y construcción de una nueva EDAR en la parcela definida como alternativa-4.

El alcance de los trabajos se estructura de la siguiente forma:

4.1.- AGRUPACIÓN DE VERTIDOS

4.1.1.- Agrupación de vertidos de Serantes

La agrupación de vertidos del sistema Serantes se realiza mediante:

4.1.1.1.- Agrupación de vertidos del futuro polígono Serantes

Los trabajos consisten en recoger los vertidos tanto de la gasolinera y edificaciones existentes, como del 100% del futuro desarrollo del Polígono de Serantes.

Ante la incertidumbre de las condiciones topográficas de desarrollo del futuro polígono, el presente proyecto opta por disponer de un bombeo que intercepta con el colector existente y recoja los vertidos actuales de la gasolinera y el 30% de las aguas negras del futuro desarrollo del polígono según la topografía existente.

a) Colector de gravedad de conexión

Se dispondrá de un colector de diámetro DN400 PVC SN8 que interferirá al colector existente que discurre paralelo a la carretera N634 y se conectará a la nueva estación de bombeo (B-Pol-Serantes). La zanja será trapezoidal de 0.8m de base y talud 1H/5V. El tubo apoyará sobre una base de arena silícea 0.15 cm con un ángulo de apoyo de 180º. El relleno de riñoneras se ejecutará mediante suelo seleccionado compactado al 95% del próctor normal con tamaño máximo de árido de 33mm, y el relleno de cobertura se ejecutará mediante material adecuado procedente de excavación o préstamo compactado al 95% del proctor normal con tamaño máximo de árido de 150mm.

Las secciones de cruzamiento de camino quedan definidas en el Anejo-2: Criterios de diseño.

b) Estación de bombeo:

Para salvar la diferencia de cota de la topografía existente, se dispondrá de una estación de bombeo.

La estación de bombeo se dispondrá a una distancia superior a servidumbre de la carretera N-634, ocupando una superficie próxima de 400m2.

Se configura la estación de bombeo con tres elementos diferenciados:

- Pozo de gruesos: Pozo de gruesos de dimensión interior de 2.5x2.5m y una profundidad mínima de 1.0m desde la cota roja del tubo entrante. Para el desbaste de gruesos se dispone de una cesta de recogida de gruesos de 50mm de paso, y dimensiones 0.8x0.8m configurada por barrotes 8x12x3 de acero inoxidable AISI-316L.

  Adosado a la arqueta se dispondrá de un aliviadero de longitud 1.0m y dimensionado para lámina de vertido inferior a 0.25m. Se dispondrá de una pantalla de deflectora de flotantes de polipropileno reforzado y estructura de acero inoxidable AISI 316L, y posteriormente de un tamiz de malla de paso 6 mm.

- Cámara de descarga de alivio: Adosado al pozo de gruesos se dispone de una cámara de descarga de alivio de dimensiones interiores 1.0 x 2.0, con profundidad mínima de 1.0 respecto la cota de aliviadero. Adosada a dicha arqueta se dispone de otra arqueta de dimensión 1.0x1.0, donde se aloja una clapeta antiretorno para evitar que en caso de crecidas de arroyo pueda verse afectada la entrada de caudal.

- Cámara de bombeo: Junto al pozo de gruesos de dispone de la cámara de bombeo de dimensiones 2.5x2.5m y profundidad mínima 1.0m respecto la solera del pozo de gruesos. En dicha cámara se dispondrá de una pantalla deflectora y muros antivórtices de separación de los grupos de bombeo. Los cálculos hidráulicos de las estaciones de bombeo se han realizado siguiendo las recomendaciones del CEDEX y del Hidraulic Institute.

Los grupos de bombeo se han dimensionado condicionados por la velocidad mínima de diseño de 0.6m/s y diámetro mínimo de la impulsión de DN90mm PE-100 PN6.

Para la gestión de los grupos de bombeo se dispone de sonda de control de nivel y accionamiento mediante ultrasonidos y reserva con boya de posición. Se establecen diversos puntos de funcionamiento mediante la instalación de variador de frecuencia, para evitar tiempos de retención excesivos y graduar el caudal a lo largo de la red de colectores. La gestión de los grupos de bombeo se realiza mediante CCM.

Cada colector de impulsión dispondrá de válvula de corte, carrete de desmontaje, válvula de retroceso, ventosa trifuncional y válvula de sobrepresión. Toda la valvulería de control se dispone en

arqueta adosada de dimensión 2.5x1.5x1.5m.

La construcción de la estación de bombeo es enterrada y ejecutada con hormigón armado HA-30/B20/IV-Qb-SR, según los criterios estructurales definidos en el Anejo-2 y Apéndice 10.2. Se dispondrá de cuñas de regulación HM-20 y cuñas antiincrustación.

Para manejo y gestión de equipos se dispone de polipasto de cadenas manual de 1000Kg.

Toda la estación de bombeo se cubrirá mediante paneles rígidos antideslizantes y estructura de PRFV dimensionada para una carga de 1tn/m2 y barandilla tubular perimetral extraíble de PRFV de 1.1m de altura. El acceso a las diferentes cámaras se realiza mediante pates de polipropileno separados cada 0.3m, y se dispondrá de protecciones tipo barco en pozos de profundidad superior a 2.5m.

La estación de bombeo dispondrá de una edificación integrada estéticamente en el entorno, conformada por:

- Estructura de hormigón armado con cerramiento de bloque Split enfoscado interiormente con dos manos de pintura plásticas y exteriormente revestido con placas de pizarra multicolor estéticas y cerramiento de entarimado de madera tratado.
- Dos puerta de dos hojas 2x95x375 cm de carpintería metálica lamas estética incluso guías y herrajes de colgar, cerco, contra cerco, y herrajes de colgar y seguridad, herrajes de tiro, correderas o practicables, totalmente pintada color negro dos manos.
- Ventanas perfil UGLASS armado acristalada de seguridad 5+5mm con perfil exterior de aluminio lacado estético, provista de perfil de cerco con patillas de anclajes, sellado con masilla a base de silicona.
- Acristalamiento en coronación con estructura de aluminio y revestido estéticamente mediante tablones de madera tratados.
- Lamas para colocación en huecos de ventilación de locales realizados en Acero S-275J mediante perfiles de 100 mm de ancho y espesor de lama de 5 mm, perfiles L50-5
- El solado de la zona de bombas dispondrá de pintura antideslizante
- La cubierta estará conformada por losa estructural sobre la que se dispondrá de lámina asfáltica impermeable, mortero de regularización rastreles de madera cada 0.6m y correas cada 0.2m donde apoyará losetas de pizarra negra tipo Galicia de dimensiones 400x250mm. La cubierta volará 0.5m sobre cerramiento.

Exteriormente a la edificación dispondrá de acerado perimetral de 1.0m de ancho.

El acceso se realiza mediante un camino de 4.0m de ancho con pavimento y superficie preparada para aparcamiento:

- Pavimento de adoquín tipo lanza ecológico o similar de 18x12x8 sobre capa de arena (6 cm) y base de zahorra artificial de 20 cm compactada al 95% PM
- Pavimento ajardinado constituido por tierra vegetal, sustrato germinal preparado a base de sustrato con compost enriquecido con arcilla y fibras de 2 a 3 cm. de espesor, rejilla de RC-LDPE tipo Ecocésped o similar rellena de sustrato y precultivado con césped con engranajes entre sí. sobre 30 cm de zahorra artificial

Se dispondrá de puerta de acceso de dos hojas de 2.5x2.0m, y puerta peatonal de 2.0x0.85. Exteriormente se dispone de cerramiento 2.0m de altura compuesto por malla 10x30-63 galvanizada en caliente plastificada color (a elección de la dirección facultativa) en bastidores tubulares de acero S-275J de 1ª calidad galvanizado en caliente, de diámetro 80 mm y 1.5 mm de espesor, sobre muro de hormigón blanco de 0.25x0.35m de altura variable, en acabado visto, sobre zapata de hormigón HM-20.

Para el acceso desde exterior se preparará un camino de acceso ejecutado con zahorra artificial

de 5.0m de ancho con 30 cm de espesor compactada al 95% del próctor normal, y cunetas perimetrales.

Con objeto de integrar paisajísticamente la estación de bombeo se dispondrá de ajardinamiento de la superficie no pavimentada. En terrenos no afectados y dedicados a ajardinamiento se dispondrá de formación de césped por siembra de una mezcla de 3 especies rústicas. Perimentralmente se dispondrá de un seto estético y pantalla visual.

c) Colector de impulsión

Se ejecutará un pequeño tramo de impulsión con tubería de PE-100 PN6 DN 90 mm, necesario para salvar la diferencia de cota existente y estimado en 7.0m.

La zanja prevista será trapezoidal de similares características a las del colector de gravedad expuesto en apartados anteriores. Se dispondrá de arquetas con anillos prefabricados con junta estanca EPDM sobre base de hormigón armado y tapa de fundición DN600 para carga de tráfico D-400.

La rotura de carga se realizará en una arqueta donde comienza el colector de gravedad.

d) Colector de gravedad

El colector de gravedad será de diámetro DN400 PVC SN8, ejecutado con sección trapezoidal según se expone en apartados anteriores.

Se dispondrá de arquetas de cambio de dirección y registro cada 50m, cuya tipología y dimensión será conforme las fichas y modelo de la Confederación Hidrográfica del Norte, si bien la arqueta se ejecutará prefabricada con juntas estancas y apoyado sobre base de hormigón.

El trazado del colector discurre paralelo a caminos vecinales y cruzando fincas rústicas, hasta conectar con el colector –K existente de Villamil (a la altura del P-19-20) donde convergerá en el sistema existente y finalmente el caudal será transportado al futuro estanque de tormentas y bombeo de Serantes

4.1.1.2.- Agrupación de vertidos de Serantes

El sistema de agrupación comprende los núcleos de Sta. Gadea. Villamil. Penela, Comayo. Tesouro. El Campo. Caleya, San Pelayo. La Lomba, El Prado, Pedralba. -Serantes. Carbayal. El Crucero. El Regueiro. Casanova. El Foristo. El Barrero, Cabodevila y Vilanova, así como la aportació que viene del futuro Polígono de Serantes anteriormente comentada.

a) Estanque de tormentas y estación de bombeo

Se interferirá con el colector –J existente y el colector-D en la ubicación de la EDAR existente de Serantes. Para ello se ejecutará una conexión mediante un colector de diámetro 400mm PVC SN8, y se interpondrá un pozo de registro.

En la ubicación de la actual EDAR y se dispondrá de un estanque de tormentas (400m3) capaz de laminar los futuros caudales de desarrollo y estacionalidades previstas, y una estación de bombeo-Serantes (2+1R) para un caudal máximo de bombeo similar a 1.5 Qm-futuro (incluyendo el caudal industrial). Esta estación de bombeo ha de funcionar adecuadamente para situación actual garantizando tiempos de retención no superiores a 60 minutos.

Como paso previo será necesario disponer de una depuradora provisional y un colector interceptor que conecte con dicha EDAR provisional. La EDAR provisional será compacta ubicada en la parcela colindante, y estará conformado por un pretratamiento fino (tamiz rotativo y equipo premontado de flotación), biológico y desinfección que garantizará la calidad de vertido del efluente, y cuya capacidad estimada es de 20 m3/h.

Posteriormente se procederá a la retirada y tratamiento de fangos, y demolición de la EDAR de Serantes existente, así como su integración ambiental.

El tanque de tormentas estará configurado por los siguientes elementos:

- Cámara de entrada de dimensión 2.0x2.0, donde se dispondrá una compuerta de bypaas y de cierre de dimensión 0.5x0.5 tipo husillo de acero inoxidable AISI-16. La compuerta permanece siempre cerrada excepto en caso de sectorización del depósito de tormentas
- Canal de aguas bajas encargada de conducir el agua entrante al pozo de gruesos y estación de bombeo, así como la recogida de los lavados de las calles de almacenamiento. Dispondrá de una anchura de 2.0m y conformado por una transición en sección semicircular de diámetro 500 con cuñas laterales de 45º anti-incrustación El canal está diseñado con una pendiente del 2% para garantizarán velocidades superiores a 1m/s para tiempo seco, y así disponer de efecto autolavado.
- Depósito con capacidad de almacenaje, conformado por dos calles de lavado de 6.0m de ancho y 7.0m con pendiente de 2% hacia el canal de aguas bajas. Se dispondrá de basculantes de limpieza de diámetro 450 mm y 200l/m.
- Pozo de gruesos de dimensión 2.5x2.0m, donde se ubicará una cesta-reja de desbaste de gruesos con separación entre garrotes de 50mm y dimensión 1.0x1.20x1.5m. . Tendrá fondo tronco-piramidal invertido de fuerte pendiente con el fin de concentrar los sólidos decantados en una zona específica donde se puedan extraer de forma eficaz, para lo que el pozo se equipará con los equipos necesarios para su recogida, instalándose un sistema de extracción mecánica de residuos. Se ha considerado un rebaje de 1.0m desde el canal de aguas bajas.
- Pozo de bombeo de 2.5x2.5m con una cota de solera de al menos 1.0m desde la cota del pozo de gruesos, donde se ubican los grupos de bombeo (2+1R). Se dispondrá de pantalla deflectora de polipropileno para disipación de energía, y muros antivórtice.
- Aliviadero ubicado a la cota roja de tubería entrante mas 0.5m y longitud 1.0m. Para evitar vertidos a arroyo se dispondrá de pantalla deflectora de flotantes de 1.0m de alto, y tamiz de 6mm de paso autolimpiable.
- Cámara de alivio: El agua aliviada vierte a una cámara de alivio de 1.0 x 3.5m, y una profundidad mínima de 1.0m bajo la cota de aliviadero. Se dispondrá de cuñas anti-incrustación y formación de pendientes con hormigón HM-20.
- Conducto de vertido a arroyo: Se dispondrá de un colector de diámetro DN400mm PVC SN8 que se conectará al colector de vertido existente. Para ello se interpondrá un pozo de registro prefabricado sobre base de hormigón.
- Cámara de válvulas adosada a pozo de bombeo.

Toda la estructura se ejecutará con hormigón armado HA-30 B/20/IV-Qb, adoptándose los criterios de diseño definidos en el Anejo-2 y Apéndice 10.2

Se ha dispuesto acceso mediante escaleras tipo barco de acero inoxidable AISI-316L para alturas superiores a 3.0m y pates de polipropileno para el resto.

Como equipo de elevación se considera un polipasto con capacidad de carga de 1000Kg.

Los recintos de la estación de bombeo y pozo de gruesos estará cubierto mediante planchas rígidas antideslizantes de PRFV con sistemas extraíbles y abatibles , apoyado sobre estructura y perfilería de PRFV. Perimetralmente se dispone de barandilla tubular de PRFV extraíble.

Se prevé instalar un sistema de ionización del aire atmosférico que neutraliza y purifica el ambiente de cada uno de los tanques de tormenta. El aire del exterior es atraído por el ventilador a través de una rejilla con lamas montada en la pared exterior del edificio. El aire se conduce a través de unos filtros hacia la unidad ionizadora. El aire ionizado es impulsado hacia el interior de la sala de bombas a través de unos conductos de acero inoxidable helicoidal.

El número mínimo de renovaciones de diseño será:

- 5 renovaciones hora en cámara húmeda y 2m de altura de la superficie a tratar
- 3 renovaciones hora en los edificios secos y 3.75m de altura de la superficie a tratar

En la superficie del estanque de tormentas se dispondrá de una edificación integrada en el entorno, que cubre al pozo de gruesos, estación de bombeo y cámara de válvulas, de características y dimensiones similares a la definida en apartados anteriores:

- Estructura de hormigón y cerramiento de bloque Split con enfoscado interior y pintura de dos manos plástica, y exterior mediante paneles de pizarra estética multicolor y entarimado de lamas de madera tratada. Las ventanas serán de tipo U-GLAS y el acristalamiento de coronación con estructura de aluminio y revestimiento de madera exterior estético.
- Cubierta a dos aguas contrapeado conformado por losa de hormigón con impermeabilización asfáltica y correas de madera con tejado de pizarra color negro tipo Galicia.

Para la integración paisajística de la estructura del estanque de tormentas, se cubrirá su superficie de la estructura con 0.7m de tierras y 0.3m de tierra vegetal. Se dispondrá de pavimentos

El acceso al estanque de tormentas se realiza a través de un vial de 4.0m de ancho . Los tipos de pavimentos se ha diseñado de forma que permita el acceso a todos los puntos del estanque de tormentas mediante un vehículo ligero o un camión grúa requerido para la extracción de equipos u operaciones de limpieza. Por otro lado los pavimentos son diferentes en función si están o no encima de la cubierta del estanque de tormentas, la cual se ha considerado debe estar impermeabilizada.

- En terrenos no afectados y dedicados a ajardinamiento: Formación de césped por siembra de una mezcla de 3 especies rústicas.
- Adoquinado: En caminos de acceso y acerados de edificación: Pavimento ajardinado con acabado de adoquín jardinera, sustrato de vegetación/tepe de 3 a 5 cm. de espesor, adoquín de hormigón de 10x10x10 cm, relleno de sustrato y precultivado con césped. Incluso p.p. de remates, encuentros y formación de desagües, 5cm de capa de arena y 30 cm de sub-base de zahorra artificial compactada.
- Adoquinado: En cubierta de estructura, acerado de edificación que afecta a estructura de estanque de tormentas: Cubierta ajardinada con acabado de adoquín jardinera, constituida por hormigón aligerado de espesor medio 10 cm. en formación de pendientes, con tendido de membrana proyectada de poliuretano adherida al soporte, fieltro geotextil de 200 g/m2; lámina separadora y deslizante de polietileno de alta presión de 190 g/m2, capa de drenaje y retención de agua de polietileno reciclado, fieltro extra rígido de polipropileno/polietileno endurecido térmicamente,

capa de base de grava filtrante de 15 cm. de espesor, sustrato de vegetación/tepe de 3 a 5 cm. de espesor, adoquín de hormigón de 10x10x10 cm, relleno de sustrato y precultivado con césped

- RC-LDPE: En el camino perimetral a la estructura con acceso a tamices: Pavimento ajardinado constituido por tierra vegetal, sustrato germinal preparado a base de sustrato con compost enriquecido con arcilla y fibras de 2 a 3 cm. de espesor, rejilla de RC-LDPE tipo Ecocésped o similar rellena de sustrato y precultivado con césped con engranajes entre sí. sobre 30 cm de zahorra artificial Incluso p.p. de remates, encuentros y formación de desagües
- RC-LDPE En cubierta de la estructura con posibilidad de pisado peatonal y vehículo ligero: Cubierta ajardinada constituida por hormigón aligerado de espesor medio 10 cm. en formación de pendientes, con tendido de membrana proyectada de poliuretano adherida al soporte, fieltro geotextil de 200 g/m2; manta protectora y retenedora de fibras sintéticas de polipropileno, capa de drenaje y retención de agua de polietileno reciclado, fieltro de polipropileno/ polietileno endurecido térmicamente, tierra vegetal, sustrato germinal preparado a base de sustrato con compost enriquecido con arcilla y fibras de 2 a 3 cm. de espesor, rejilla de RC-LDPE tipo Ecocésped o similar rellena de sustrato y precultivado con césped con engranajes entre sí. Incluso p.p. de remates, encuentros y formación de desagües
- Losa de hormigón: Cubierta ajardinada con acabado de losa de hormigón 80x50x10, constituida por hormigón aligerado de espesor medio 10 cm. en formación de pendientes, con tendido de membrana proyectada de poliuretano adherida al soporte, fieltro geotextil de 200 g/m2; lámina separadora y deslizante de polietileno de alta presión de 190 g/m2, capa de drenaje y retención de agua de polietileno reciclado, fieltro extra rígido de polipropileno/polietileno endurecido térmicamente, capa de base de grava filtrante de 15 cm. de espesor, sustrato de vegetación/tepe de 3 a 5 cm. de espesor, losa de hormigón de 100x50x10 cm, relleno de sustrato y precultivado con césped

En referencia a la red de drenajes, se ha dotado de un sistema perimetral de recogida de aguas pluviales mediante cuneta perimetral y dren corrugado poroso, D= 110 mm, e=3,2 con zanja de dimensiones 0,40 cm. de ancho por 0,60 cm. de profundidad, revestido de geotextil 295gr/m2 y relleno perimetral con material filtrante grava 40-80 hasta 25 cm, que serán conectados al colector de alivio. Igualmente en los puntos de entronque de los caminos de acceso se ha dotado de salvacunetas DN 300 HA, con muros y aletas.

En cuanto al cerramiento se ha considerado:

- Dos puertas de acceso de 2 hojas de 2.0x2.0m
- Una puerta peatonal de 0.85x2.10m
- Cerramiento perimetral en las caras paralelas a los caminos de acceso l de 2.0m de altura compuesto por malla 10x30-63 galvanizada en caliente plastificada color en bastidores tubulares de acero S-275J de 1ª calidad galvanizado en caliente, de diámetro 80 mm y 1.5 mm de espesor, sobre muro de hormigón blanco de 0.25x0.35m de altura variable sobre zapata de hormigón HM-20 de dimensiones definida en planos Incluso placas de anclaje de 120x120x2,mm, remates de esquina, berenjenos de junta, cordón asfáltico en juntas, incluido taladro para su colocación, con pernos de anclaje químicos de diámetro 6 mm y 120 mm de profundidad. Operaciones de cajeado de cimentación y posteriores rellenos localizados

b) Colector de impulsión

Se ejecutará un colector de impulsión de 90mm de diámetro PE-100/PN6, con sección trapezoidal de 0.8m de base, 0.15m de cama de arena con apoyo180º, relleno de suelo seleccionado tamaño máximo 33mm compactado al 95% del P.N. hasta 30 cm sobre clave de tubo y relleno de cubrición con suelo procednete de excavación o préstamos adecuado compactado al 95% del P.N. con tamaño máximo 150mm.

El trazado de la impulsión corresponde con la alternativa-2 que discurre paralela a la carretera GR-E9 a una distancia superior a 5.0m, por disponer menor número de cruzamientos de arroyo, afecciones a servicios, y garantizar mejor acceso a la explotación mediante el uso de dicha carretera.

En los puntos altos se dispondrá de ventosas trifuncionales de diámetro DN25/PN12, y en los cruces de arroyo se dispondrá de arquetas de desagüe y vaciado mediante cámaras de aislamiento.

La conducción de impulsión verterá a pozo de gruesos de la estación de bombeo de Rapalcuarto.

4.1.2.- Agrupación de vertidos de Rapalcuarto

a) Estación de bombeo

La agrupación de vertidos de Rapalcuarto-Calambre se realizará mediante la intercepción del colector general existente de unión con la EDAR, el cual se desviará y conectará a una nueva estación de bombeo denominada B-Rapalcuarto-1.

La estación de bombeo se ubicará en la parcela de la EDAR existente. Para ello, y como fase previa, se procederá a la retirada y tratamiento de fangos, y demolición de la EDAR de Rapalcuarto existente. Durante la fase de ejecución de obras y de demolición de la EDAR existente, se prevé el desvío del agua sanitaria hacia un tratamiento provisional compuesto por un pretratamiento fino, biológico y desinfección que garantizará la calidad de vertido del efluente, y cuya capacidad estimada es de 20 m3/h.

La estación de bombeo se dimensiona para un caudal máximo de 11.6 l/s, para lo que se dispondrá de 2+1R grupos de bombeo con objeto de dotar de flexibilidad y garantía de funcionamiento tanto en situación actual como futura. El caudal máximo de diseño es próximo a 5 Qm-futuro. El pozo de bombeo dispone de un volumen de almacenamiento se dimensiona para tiempos de arranque de 10 minutos. Además la estación de bombeo dispondrá de una cámara de almacenamiento con alivio con volumen de almacenamiento TDSU de 20 minutos de retención y 10l/s-Ha impermeable, aunque se pueda considerar la existencia de un sistema separativo-mixto y la limitación máxima de capacidad del colector general.

La estación de bombeo a la denominada tipo-2, con pozo de gruesos de 3.5x3.5m y solera de 1.0m bajo la cota roja del tubo, pozo de bombeo de 3.5x3.5m con escalón de 1.0m con muros perimetrales de 0.4m, y arqueta adosada de 3.5x2.0x1.5x0.3m. La edificación es de 11.4x6.3m exterior y la urbanización prevista con una superficie próxima a los 400 m2. Dispondrá de características constructivas, materiales, edificación y urbanización similares a los definidos en apartados anteriores, de forma que quede estéticamente y ambientalmente integrada en el entorno.

b) Impulsión Rapalcuarto-Xungueiras

Desde la estación de bombeo de Rapalcuarto parte el colector de impulsión "Rapalcuarto-Xungueira" que se ejecutará con tubería de polietileno PE-100/PN6 DN 140mm y una longitud estimada de 1495m que converge en el colector –D de Tapia de Casariego, encargado de transportar el caudal hasta la estación de bombeo de Xuungueiras.

El trazado discurre paralelo a la carretera GR-9, ejecutando en zanja los cruces de arroyos y caminos. La sección general será trapezoidal con 0.8m de base, 15 cm de cama de arena con apoyo 180º, relleno seleccionado de tamaño máximo 33mm compactado al 95% del próctor normal hasta 30 cm sobre clave de tubería y relleno de cobertura con suelo adecuado procedente de excavación o préstamo compactado al 95% del próctor normal. Finalmente se restituirá 30 cm de tierra vegetal.

A partir del PK 1+150, y fuera de la línea de afección de DPMT se ejecutará una hinca teledirigida de polietileno y 250mm de diámetro con una longitud estimada de 340m, donde se envainará la conducción de DN140 mm y se conectará directamente con la estación de bombeo de Xungueiras. Esta solución permite evitar la aportación de caudales al colector D de Casariego y su necesidad de ampliación de diámetro, así como reduce considerablemente la afección a DPH y DPMT.

Se dispondrá de válvulas de aireación trifuncionales, así como puntos de control de vaciados conformados por arquetas estancas prefabricadas sobre base de hormigón armado.

4.1.3.- Estación de bombeo Xungueiras - Estación de bombeo pretratamiento

a) Estación de bombeo

Actualmente existe una estación de bombeo en la margen derecha del río Xungueiras, encargado de recoger las aportaciones de los colectores-D (Csariego,, el Viso, La Retela), y los colectores E (La Lota y Entreplayas) y colector F (la Volta). La nueva aportación de caudales desde Rapalcuarto y Serantes obliga a la necesidad de ampliar y remodelar la estación de bombeo.

Para ello se ha previsto una estación de bombeo tipo-2 de características similares a las anteriormente expuestas. Dicha estación de bombeo se dispondrá adosada a la existente cuyo acceso se realiza por la rampa existente. Una vez ejecutada la nueva estación de bombeo se procederá al desvío de los colectores, su puesta en servicio y desmantelamiento y demolición de la existente o mantener la instalación existente como reserva de funcionamiento.

La estación de bombeo se encuentra a unos 15m del borde del cauce del río Xungueiras y dentro de DPMT, por lo que será necesario proceder a la autorización y permisos pertinentes tanto con Comisaría de Aguas de la CHC, como de la Dirección General de Costas.

b) Impulsión Xungueiras y colector-A8

El presente proyecto considera el aprovechamiento de la instalación de impulsión existente de diámetro DN 140mm. No obstante, se procederá a inspeccionar el estado de la impulsión existente de polietileno PE-100 y verificar su estado.

La impulsión existente vierte en un pozo de registro del denominado colector A-8 que discurre por gravedad. Este pozo será remodelado para ser conectado al nuevo colector, por lo que se ha previsto partidas presupuestarias necesarias para la afección de servicios.

c) Colector A8

Según los datos inspeccionados y analizados de los proyectos de ejecución del año 1987, el colector A8 es de diámetro DN 800 de fibrocemento. Si bien su capacidad, al incorporar los futuros caudales es justa, se opta por remodelar y restituir dicho colector por uno nuevo de DN 400 PVC-SN8, dejando así un margen de seguridad al futuro funcionamiento.

Para ello se ha previsto una zanja entibada de 1.2m de ancho donde se alojará la tubería de DN400 PVC SN-8 apoyado en cama de arena silícea de 15 cm de espesor y apoyo en 180º, posteriormente se realizará un relleno de suelo seleccionado con tamaño máximo de árido 33mm compactado al 95% del próctor normal. Finalmente el relleno de cobertura se realizará mediante suelo adecuado y un paquete de firmes similar al existente.

El trazado del colector será paralelo al existente adecuándose a la disponibilidad de espacios y servicios afectados, para lo que dispondrá de pozos de registro coincidiendo junto a la misma ubicación que existe actualmente de forma que se permita conectar las aportaciones de los colectores transversales y acometidas. En las zonas donde se permita por disponer espacio, se dejará en servicio el colector existente, y en los casos que nos sea posible se superpondrá el nuevo colector. La ejecución del colector supondrá la programación de fases sucesivas programadas con el servicio de explotación y mantenimiento, para lo que se dispondrá de bypass temporales.

4.1.4.- Bombeo del pretratamiento a EDAR

a) Bombeo del pretratamiento

Todo el caudal anteriormente expuesto proveniente de la zona Oeste del municipio, junto con los aportes de las cuencas y bombeos del núcleo de Tapia son recogidos por el colector-A existente de DN500 HA, que discurre por la Calle San Martín .

Dicho colector-A será interceptado a la altura del pretratamiento mediante una estructura de regulación y alivio, que dispondrá de una estación de bombeo, encargada de impulsar el caudal a tratar hacia la futura EDAR de Tapia de Casariego y aliviar el agua sobrante al pretratamiento existente.

Al ejecutarse dicha estructura de regulación y estación de bombeo a lo largo de la calle San Martín será necesario ajustar la dimensión de la misma a la anchura disponible y disponer de cobijas móviles para el acceso y mantenimiento. La estructura se ejecuta enterrada completamente bajo la calle, estando conformada por los siguientes elementos:

- Cámara de regulación encargada de almacenar los "first flush", con una anchura interior de 3.5m, una longitud de 5.0m y la solera al menos 1.50 m por debajo de la cota roja del colector-A.
- Cámara del pozo de bombeo: De dimensiones 3.50x3.50m para alojar los grupos de bombeo y pantalla deflectora. La profundidad de la solera será de al menos 1.0m bajo la cota del pozo de regulación. En el interior se dispondrá de dos grupos de bombeo y un grupo de reserva con capacidad máxima de bombeo de 172l/s. El funcionamiento de los grupos de bombeo se ha diseñado de forma que se establecen varios puntos de funcionamiento en función del nivel del agua en el interior del pozo de bombeo. Para ello se dispondrá de variador de frecuencia en todos los grupos de bombeo y nivel de ultrasonidos y boyas de reserva.
- Colector bypass: Se corresponde al colector de 500mm PVC SN8, que se conectará desde el pozo de regulación al canal de pretratamiento existente. Será el encargado de aliviar los excedentes no bombeados a la EDAR hacia el pretratamiento, y la reja de desbaste existente.

La estación de bombeo no dispondrá de caseta o edificación adosada, aprovechándose la edificación del pretratamiento para alojar los CCM´s y cuadro eléctrico. Sobre la estructura de hormigón y enrasado con la calzada de la calle se dispondrá de losas prefabicadas con tapas de fundición y acceso a las diferentes cámaras.

b) Conducción de impulsión a EDAR

La conducción de impulsión a la EDAR se ejecutará con tubería de PE-100/PN-6 de 400mm de diámetro, y discurrirá a lo largo de la calle San Martín y camino vecinal, que si bien está incluida dentro de la banda de 100m de DPMT y PESC, no se considera de importancia singular su afección durante la ejecución de las obras, por encontrarse toda la actuación en antropizado y discurrir el trazado por un camino vecinal pavimentado.

La sección de la tubería se compartirá con la tubería de retorno del efluente tratado de la EDAR que ha de conectarse con los grupos de bombeo del emisario que se ubican en la edificación de pretratamiento. Por ello se estima una anchura mínima de 2.20m, y una altura mínima de 1.50m, que se ejecutará mediante sección entibada y sección trapezoidal.

Posteriormente existe un tramo en el que se comparte la misma zanja la conducción de impulsión del pretratamiento de DN400 PE-100/PN6, la conducción de impulsión de mántaras DN315 PE-100/PN6 y la tubería de vaciado de efluente de la EDAR de DN500 PVC SN8, por lo que la anchura mínima será de 2.80m. Todo el trazado discurrirá a lo largo del camino existente y el borde de cuneta, hasta que se deriva hacia la EDAR, por lo que discurre a lo largo de las parcelas rústicas dentro de la clasificación PESC.

La ejecución de las obras incluirá el aprovechamiento de las instalaciones de pretratamiento y emisario existente, siendo necesario la ampliación y reposición de los grupos de bombeo, sus cuadros eléctricos, así como recrecido de los muretes de los canales de desbaste.

4.1.5.- Agrupación de vertidos de la zona este de Tapia de Casariego

a) Bombeo de Mántaras

La agrupación de vertidos de la zona este de Tapia de Casariego es recogida mediante una estación de bombeo que interfiere al colector general A1. A efectos de diseño, la estación de bombeo y su depósito de regulación se dimensiona incluyendo la aportación completa a año futuro de La Roda,

Pórcia, Campos, Salave, Cortaficio y Folgueiras Las Poleas, San Antonio, Mántaras, A Paloma, Viademonte (parcialmente), así como la aportación del 100% del futuro desarrollo del Polígono de Cortaficio y el desarrollo del Cayaral.

A la vista de los requerimientos hidráulicos se dispondrá de una estación de bombeo tipo-2, cuyas características y geometría se ha descrito anteriormente, la cual dispondrá de una edificación y urbanización totalmente integrada ambientalmente, estableciéndose además requerimientos para des-odorización y pantalla visual compuesta por un seto arbustivo.

Los vertidos de excedentes aportados serán aliviados al arroyo previo tamizado de 6mm, y retención de flotantes. La conexión y vertido al arroyo se ejecuta mediante un colector de DN500 PVC SN8, siendo la cota de vertido tal que no se produzcan remansos que inunden la estación de bombeo. Adicionalmente y ante la previsión de riesgos de aportaciones, se dispone de una clapeta antiretorno de DN400mm.

Debido a que la estación de bombeo considerará caudales aportados a futuro, y ante el riesgo de sobredimensionamiento de los caudales aportados a la EDAR, se opta por disponer de dos grupos y uno adicional de reserva con un caudal máximo de diseño de 106l/s, que dispondrán de variadores de frecuencia regulados mediante control de nivel de agua en el pozo de bombeo.

En el caso de no disponer de bombeo de Mántaras, el colector A1 y A2 existente de diámetro DN 300mm no dispondrá de la capacidad de transporte suficiente por lo que será necesario su sustitución por uno de diámetro DN 500 PVC, igualmente será necesario incrementar los grupos de bombeo y capacidad de transporte en la impulsión de pretratamiento a EDAR.

b) Colector de impulsión EB-Mántaras a EDAR

El colector de impulsión de la estación de bombeo-Mántaras a EDAR se ejecutará con tubería PE-100/PN6 DN315mm, con una sección trapezoidal de 0.8m de ancho de base. Posteriormente se aprovechará el trazado del colector de impulsión desde el bombeo de pretratamiento a la EDAR y la tubería de efluente de retorno que compartirán una sección común.

Se dispondrá de arquetas prefabricadas para alojamiento de ventosas trifuncionales y valvulería.

4.1.6.- Agrupación de vertidos de la Roda, Pórcia y Campos

Los núcleos de Porcía, Campos, y la Roda disponen actualmente de un sistema de saneamiento conformado por fosas sépticas y vertidos directos a arroyos, sin que se disponga de una agrupación de vertidos en una red en baja.

La agrupación de vertidos implica el desarrollo y ejecución de los colectores y estaciones de bombeo para recogida de caudales de los núcleos que actualmente no disponen de sistema de saneamiento en baja desde los diferentes puntos de agrupación estipulados. La ejecución estará vinculado al diseño final de dicha red de colectores en baja (red secundaria y red terciaria con acometidas a viviendas)

a) Agrupación de vertidos de Porcía, Campos, y Picón

Para agrupar los vertidos de Porcía y Campos es necesario transportar las aguas hasta el colector-2 de Serantes y salvar dos cerros con diferencias de cotas próximas a 45m, Para ello se requiere dos estaciones de bombeo (Bombeo-Porcía y Bombeo Campos).

El bombeo de Porcía se ubica fuera del DPMT en el punto de recogida de vertidos previsto. La estación de bombeo será del tipo-1, de geometría, características y materiales similar a la definida anteriormente en el Polígono de Serantes. Los grupos de bombeo y dimensiones están condicionados más por la explotación y requerimientos de caudal exigidos por la velocidad mínima circulante que por los propios caudales reales esperados.

La impulsión EB Porcía - EB Campos se ejecuta con tubería de polietileno PE-100/PN6 de

diámetro DN90mm (diámetro mínimo de diseño), que discurrirá con zanja entibada a largo de las calles vecinales de Outeiro. En dicha zanja se incluirá el colector de gravedad secundario DN 315 PVC a donde se conectarán las acometidas de vivienda. El trazado ha sido seleccionado por su mínima afección y accesibilidad.

Una vez superada la cota del primer cerro, se produce el vertido de la impulsión en una arqueta de rotura, desde donde parte un colector de gravedad DN400 PVC SN8 con sección trapezoidal de 1.2m de ancho de base, que cruzará el arroyo Campos hasta conectar con la estación de bombeo de campos (B2-CS-Campos)

Tras el arroyo de Campos, será necesario disponer de otra estación de bombeo (B2-CS-Campos) para salvar el segundo cerro para transportar los caudales hasta el colector general de Salave.

La estación de bombeo será del tipo-1, de iguales características y geometría a la anteriormente definida en Porcía. Dispondrá de acceso, edificación y urbanización integrada ambientalmente en el entorno.

Desde el bombeo de Campos partirá el colector de impulsión Campos-Salave, que se ejecuta con tubería de polietileno PE-100/PN6 de diámetro DN90mm con sección trapezoidal de 0.8m de ancho en la base. Las características y rellenos serán similares a los anteriormente expuestos, disponiendo de valvulería de ventilación y desagüe en los puntos necesarios del trazado.

La agrupación de vertidos de Picón se realizará por gravedad con tubería PVC DN400 SN8 y conectará con el colector de gravedad Porcía-Campos. El trazado del colector tendrá que cruzar la carretera N-634 mediante hinca de acero helicoidal de diámetro 700mm y espesor 8mm.

b) La Roda

La agrupación de vertidos de la Roda se estructura en tres ramales:

- Ramal izquierdo:
  - Recoge la aportación de Cabiyón y la estación de ferrocarril, incluyendo las naves. El trazado de dicho ramal está condicionado por el paso bajo el arroyo Gamazá cuya cota es limitante, por lo que se requiere un primer tramo de gravedad y un segundo tramo de impulsión, cuyos diámetros corresponden a los mínimos establecidos en el Anejo-2: Criterios de diseño: DN400mm PVC SN8 para tubería de gravedad y DN90mm PE-100/PN6 para la impulsión.

    El trazado de gravedad que parte de Cabiyón cruza la carretera autonómica AS23 mediante hinca de acero helicoidal de DN 700mm y espesor e=8mm, el ramal de impulsión cruza la carretera autonómica AS23 con hinca de acero helicoidal de diámetro DN300mm y espesor e=5mm.

    Igualmente el trazado de impulsión cruzará el arroyo Pedreira mediante excavación en zanja que dispondrá de una sección con manto de protección de escollera.
  - Para salvar la pequeña diferencia de cota existente, y junto a las naves de la estación de FFCC, se dispondrá de una estación de bombeo tipo-1, cuyas características, geometría, y materiales ha sido definida en apartados anteriores. Se ha de indicar que si bien los caudales aportados pueden requerir menores dimensiones de la estación de bombeo, grupos o diámetros de tuberías, el diseño se ha realizado en base a los requerimientos mínimos exigidos para una explotación adecuada y segura, definidos en el Anejo-2: Criterios de diseño.
- Ramal derecho Bustelo:
  - Recoge las aportaciones de las naves y edificaciones de Bustelo mediante un pequeño bombeo que permite salvar la diferencia de cota existente en el trazado. Tal y como ocurre con el bombeo del ramal izquierdo, este se ha dimensionado según las

dimensiones y geometría mínima definida en el Anejo-2: Criterios de diseño, adoptándose la estación de bombeo tipo-1, con características, geometría y materiales expuestos en apartados anteriores.

- El ramal de impulsión de DN90mm PE-100/PN6 parte de la estación de bombeo con una longitud de 261m, hasta conectar con el colector de gravedad de DN400mm PVC SN8.

- Ramal principal de la Roda:

  - Se corresponde al eje principal al que se incorporan los ramales izquierdo y derecho. El colector parte de un nodo establecido aguas abajo del núcleo de la Roda al que se conectará hipotéticamente el futuro saneamiento.

  - El funcionamiento se dimensiona por gravedad conformado por un colector de diámetro 400 mm de de PVC-SN8 correspondiente al diámetro mínimo de diseño, que conectará con el colector general de Campos

    La tubería se alojará en una sección trapezoidal de 1.2m de ancho de características similares a las indicadas anteriormente, alcanzándose una altura máxima de excavación de hasta casi 7.0m condicionado por el cruce de la hinca de la carretera A8, para lo cual se ha previsto la ejecución de bermas de 3.5m para la puesta en obra de la tubería.

  - El trazado discurre paralelo a la carretera TC-2 a una distancia superior a 8.0m y a lo largo de fincas clasificadas como rústicas. El alzado está condicionado por el cruce bajo ferrocarril y el cruce de la autovía A8, que se ejecutarán mediante hincas de acero helicoidal de diámetro DN800 de 8 mm de espesor, y DN 700mm de 8mm de espesor, con longitudes de 40m y 80m respectivamente disponiendo de pozos de registro ubicados a ambos extremos, y cumpliendo siempre una distancia superior a 8.0m del pie de talud.

    La pendiente del trazado se ha ajustado al terreno natural adoptándose siempre pendiente mínimas de diseño de 0.5%. Se ha dispuesto de pozos de registro perfabricados estancos de 1.2m de diámetro sobre base de hormigón armado, que se ubican cada 50m y en cambios de dirección.

  - Antes de conectarse el colector general de Serantes se dispondrá de una estructura aliviadero enterrada y ejecutada con hormigón armado HA-30, cuya función es la gestión de caudales entrantes y control de caudales aportados. Dicha estructura dispondrá de pantalla deflectora de flotantes y tamiz autolimpiable con malla de 6mm para predesbaste de vertidos.

    El agua de alivio será transportada mediante una tubería de DN-400 PVC SN8 hasta el arroyo Campos.

4.2.- EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO

Se procede a la agrupación de vertidos en una única EDAR dimensionada a futuro para unos 26.000 habitantes equivalentes ejecutada en fases ampliables.

El caudal máximo que puede llegar a la EDAR será la suma de los caudales máximos de los grupos de bombeo de Mántaras y pretratamiento, dimensionados para caudales máximos a futuro y en situación estacional, y equivalente a 5xQm.

La existencia de bombeos hace que los caudales máximos puedan ser bombeados a fecha actual, en caso de evento de lluvia y que los colectores actúen como sistema separativo-mixto, absorbiendo las aguas de pluviales (donde existan sumideros) a la máxima capacidad del colector.

Es decir, al disponer de grupos de bombeo diseñados para un caudal máximo,

independientemente de que llegue más o menos caudal a la cántara, el caudal que bombearán será el indicado en el punto de funcionamiento de los grupos de bombeo. Si llega menos caudal, mayor será el tiempo de retención en la cantara de bombeo, pero cuando se alcance la cota definida en la sonda, se procederá al bombeo.

Por lo tanto la EDAR en situación actual a dimensionar ha de esperar que realmente puedan llegar los caudales máximos bombeados, siempre que coincidan las circunstancias y probabilidades.

Según el esquema hidráulico, estos son caudales que pueden llegar a la EDAR

CAUDALES (m3/s)	
Q1= caudal de B-TC-2	0,0531
Q2= Caudal de BTC-1	0,0860
2xQ1	0,1062
2xQ2	0,1719
2xQ1+2Q2	0,2782

Para evitar que estos bombeos generen puntas que condicionen el dimensionamiento de la EDAR, se opta por disponer de variadores de frecuencia en todos los grupos de bombeo, interponiendo puntos de funcionamiento en las curvas para bajos caudales de forma que permita laminar lo máximo posible la entrega de caudales a la EDAR, gestionando los arranques y paradas mediante un sensor de nivel por ultrasonidos.

Por otro lado se ha de prever la presencia de caudales mínimos bombeados.

Por ello, el criterio que se ha empleado en el diseño ha sido:

	T Baja Actual	Proyecto	
Caudales:			
Caudal medio diario total Qd:	875,00	4800	m3/día
Caudal medio nominal sobre 24h/día	36,46	200,0	m3/h
Factor máximo pretratamiento s/ Qm:	3	3	
Caudal máximo en pretratamiento	109,4	600,0	m3/h
Factor máximo para tratamiento biológico, Qp:	2	2	
Caudal punta para el tratamiento primario y biológico	72,9	400,0	m3/h
Factor máximo de llegada por los colectores	5	5	
Caudal máximo llegada por colectores, Qmaxc, s/Qm	182,3	1000,0	m3/h

En cuanto a los parámetros de diseño establecidos, el diseño tiene en cuenta los criterios más exigentes de la directiva 91/271/CEE para vertido en zonas sensibles por cercanía a zonas de baños con bandera azul y como criterio de diseño establecido por la Dirección del Proyecto, superior a la que le correspondería por su ubicación y zona costera.

El agua tratada, a la salida del tratamiento secundario, deberá mantener las siguientes características:

Concentración DBO5: ≤ 25 mg/l

Concentración DQO: ≤ 125 mg/l

Concentración S.S.T. : ≤ 35 mg/l

pH	6 < pH < 9		

En cuanto al fango, tras la deshidratación, deberá tener las siguientes características:

Sequedad:	≥	25	± 2 %
Estabilidad (% peso de sólidos volátiles remanentes):	≤	55	% Mat Sec

El esquema de los procesos unitarios se resume en:

LÍNEA DE AGUA

- **Bombeos exteriores**, protegidos con desbaste de 30 mm de paso.
- **Depósito de regulación en cabecera** de EDAR para absorber las puntas entre los 5 Qm que pueden llegar a entrar y los 3 Qm que serían tratados. Su volumen de regulación será como mínimo de 1 hora a caudal medio futuro.

  Se dispondrá de un equipo de agitación aireación que garantice como mínimo una potencia relativa de 20 W/m3
- **Pretratamiento** dimensionado para el caudal de 3 Qm, con un número de líneas que permita dotar de flexibilidad y fiabilidad al explotador.

  Se habilitarán canales para los momentos de caudales bajos, 40 m3/h y para los altos, 1000 m3/h. Con anchos diferentes a cada situación.
- **Tamizado de los eventuales reboses** de agua bruta, para evitar impacto ambiental de vertidos de residuos sólidos. Será calculado para el máximo caudal entrante, 5 Qm futuro y tendrá malla de 6 mm
- **Desbaste de finos**, con paso de 3 mm. En 4 líneas en total, 1+1R para caudales bajos y 2+1R manual para caudales altos.
- **Sistema de descarga de camiones de fosas sépticas.** Compuesto por canal de desbaste y bombeo a cabecera de EDAR.
- **Desarenador y desengrase**, en canal aireado, en 3 líneas (1 Qm)
- **Discriminación** de caudales de agua pretratada:
  - 2 Qm hacia tratamiento secundario
  - 1 Qm hacia tanque de alivios
  - Hacia el by-pass general a bombeo emisario, con capacidad para 3 Qm
- **Tanque de alivios** para acumulación puntual de 1 Qm y posterior incorporación al biológico. Con geometría y equipamiento de decantador circular y puente de arrastre de lodos. Pozo de vaciados a cabecera.
- **Tratamiento primario Físico Químico,** dimensionado para 2 Qm, para reducir la carga entrante a los Biofiltros. Se proyecta en 4 líneas cada una de las cuales dispondrá de cámara de mezcla, doble cámara de floculación y decantación lamelar con sistema de barrido de lodos.
- **Tratamiento secundario biológico** dimensionado para 2 Qm. Proceso de Biofiltros con relleno mineral, flujo ascendente y establecido en 6 líneas. Equipamiento de lavado automático con agua y aire. Precedido **de tamizado a 1 mm** de paso con tamices 1+1R de tipo tambor y montaje en canal.
- **Tanques de almacenamiento** de agua para lavados, aguas fangosas procedentes de los lavados.

- **Tratamiento terciario** de afino, para 1 Qm, mediante filtración de anillas.
- **Tratamiento de desinfección** final, mediante equipos de ultravioleta en tubería.
- **Tanque de laminación de agua tratada** para retorno a bombeo de emisario, para no sobrepasar la capacidad del actual bombeo del emisario.
- **Colector de conexión** entre EDAR y cámara de bombeo de emisario
- Ampliación de grupos de bombeo de emisario : 1 Ud 35l/s
- Actuación futura de **incremento de la capacidad del emisario**, ampliando la tubería de impulsión.

LÍNEA DE FANGO

- **Purga de fangos primarios.** Mediante bombeo de las purgas de los decantadores a espesado.
- **Aguas de lavado de Biofiltro.** Que se almacenan para ser bombeadas a cabecera del F-Q
- **Espesado.** En una unidad con mecanismo de espesado
- **Deshidratación.** Con dos unidades de decantadora centrífuga y tres bomba de husillo para impulsión del fango espesado.
- Equipo de preparación de polielectrolito. Una línea y tres bombas dosificadoras.
- **Estabilización de fango.** Contando con el siguiente equipamiento:
    - Tolva de óxido cálcico
    - Tornillo dosificador
    - Mezclador de cal y fango en seco
    - Bomba de elevación fango estabilizado
    - Silo de almacenamiento de fango estabilizado

Además para dotar a la planta de flexibilidad se ha considerado:

- El desbaste se proyecta en varias líneas, para su funcionamiento en momentos de bajo caudal y de alto, de manera que no disminuya demasiado la velocidad en los canales, evitando que se produzcan decantaciones y con ellas generación de olores.
- El desarenado-desengrasado se dispondrá en tres líneas de manera que se pueda hacer frente a la gran variedad de caudales provocada por las características unitarias de la red. Se adaptará el número de líneas que se pondrán en servicio al caudal entrante de manera según la consigna del medidor de caudal.
- Una cámara de agua pretratada servirá para regular los caudales que se dirigen al tratamiento primario Físico Químico, directamente al Biológico en situaciones de baja carga orgánica, al tanque de alivios o directamente al emisario a través de la red de by-pass.
- El tratamiento primario, que se ha establecido en cuatro líneas, con el mismo número de dosificadores de manera que se adapten al caudal real de entrada y a la necesidad o no de aportar reactivos de floculación.
- El proceso físico químico podrá derivarse de manera que el agua pretratada pase directamente a la decantación.
- La decantación primaria podrá operarse poniendo en marcha nuevas unidades respecto a las necesarias en tiempo seco o bien con las líneas siempre operativas, esto es, llenas de agua, tanto en tiempo seco como en lluvia.

- También esta decantación podría ser derivada, pasando el agua pretratada al Biológico, ya que hay épocas en que la dilución con aguas pluviales originan que el agua bruta entre con baja carga orgánica.
- A la salida de la decantación, se establece igualmente la posibilidad de enviar el agua al Biológico o directamente al emisario tras el tratamiento físico químico, ya que habrá épocas en que tras el primario reforzado se puedan cumplir las condiciones de vertido.
- El caudal que se envía al tratamiento biológico debe ser regulado al objeto de que el exceso en tiempo de lluvia sobre el caudal máximo de diseño del tratamiento biológico se alivie hacia el vertido sin ningún tratamiento adicional. Aunque la instalación se ha previsto con eliminación de nitrógeno y fósforo, ha de ser posible dejar fuera de servicio estos procesos sin afectar sustancialmente al resto de la planta.
- Este Biológico se ha proyectado en seis celdas, de manera que se adapte el número de las que estén en servicio al caudal de entrada, permaneciendo el resto inundadas con agua limpia.

Como criterios de diseño de las instalaciones y con objeto de una mejor integración paisajística se establece;

- **Gestión y manipulación de residuos**

En general, se tratará de que las conducciones de trasiego de residuos estén cerradas y sus contenedores, en habitáculos independientes y provistos de tapas estancas.

La planta prevé una zona que permita las maniobras necesarias para la incorporación al sistema de tratamiento de los residuos transportados por los camiones de limpieza de alcantarillado así como el vaciado de fosas sépticas, con el diseño y las medidas necesarias para que su manipulación sea acorde a los criterios anteriormente mencionados.

- **Control de la generación y del tratamiento de olores**

El principio básico es que el valor de la afección odorífera en el exterior de la parcela no supere 10 ouE/m3 durante el 95% del tiempo correspondiente a un año medio. Además, se debe garantizar que las condiciones de trabajo no resulten dañinas para los trabajadores de la planta.

Se busca un adecuado diseño general para hacer frente a la problemática de olores de un modo integral.

Parámetros de diseño		Valores
Límites para salas accesibles a personas	Sulfhídrico (SH_2)	< 7 mg/m³
	Mercaptanos (CH_3SH)	< 1 mg/m³
	Amoniaco (NH_3)	< 18 mg/m³
Zonas no accesibles (depósitos cubiertos)	Sulfhídrico (SH_2)	< 25 mg/m³
	Mercaptanos (CH_3SH)	< 2,5 mg/m³
	Amoniaco (NH_3)	< 50 mg/m³
Garantías en el aire desodorizado	Sulfhídrico (SH_2)	< 0,1 mg/m³
	Mercaptanos (CH_3SH)	< 0,1 mg/m³
	Amoniaco (NH_3)	< 0,2 mg/m³
	Aminas (CH_3NH_2)	< 0,2 mg/m³

Salvo los reactores biológicos y los tanques de decantación secundaria, en su caso, se plantea la cobertura generalizada de los procesos, que se dotan con extracciones de aire localizadas.

Se minimizará la producción de olores evitando las condiciones hidráulicas que produzcan resaltos o caídas. En general, se eliminarán los huecos innecesarios en las losas que cubren los diferentes canales de distribución de agua. Los tamices y las compuertas contarán con carcasas que minimicen la propagación de olores.

Se favorecerá un flujo de extracción de aire viciado que no provoque cortocircuitos que puedan dar lugar a zonas con mucha renovación frente a otras que queden muertas, generando

condiciones de anaerobiosis y, por lo tanto, olores. Por este motivo, en los canales cuyas dimensiones y formas puedan favorecer la aparición de zonas de separación de flujo, se situarán agitadores o incluso, se podrá prever la introducción de aire mediante difusores.

El tratamiento de olores se llevará a cabo por medio de instalaciones de desodorización.

- **Control de ruidos**

Se adoptarán las medidas dotadas garantizarán los siguientes valores límite de inmisión: L k, d = 65 dB, L k, e = 65 dB y L k, n = 55 dB.

Las instalaciones deben de garantizar el cumplimiento de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre 4; la Ley 5/2009,

De un modo especial, habrán de tenerse en cuenta las medidas encaminadas a evitar y reducir la exposición a ruido mediante las decisiones de tipo estructural (selección de los equipos, concepción de los lugares de trabajo, etc).

- **Condiciones de habitabilidad y de acceso al público**

Se garantizará las condiciones adecuadas para el trabajo en los diferentes ambientes asociados a cada uno de los procesos. Para ello se considera fundamental que el diseño de la instalación facilite la consecución de estos objetivos pero que, además, existan los dispositivos adecuados para detectar las

En esa misma línea, se dotará a las instalaciones de servicios para aseo, limpieza e higiene en áreas singulares de la instalación de modo que se facilite su uso. Estas medidas se complementan con zonas de vestuario y comedor para los operarios

- **Diseño de la obra civil y edificaciones**

Se ha tenido en cuenta el diseño arquitectónica, estructural y de formas de los edificios, teniendo en cuenta el Impacto Ambiental y la construcción de la zona.;

a) Limitaciones en altura.: La altura libre no será inferior a 3,00 m en cualquiera de las diferentes salas.

b) Tipología arquitectónica.: En su diseño se tendrá en cuenta la posible incidencia de su geometría general y de las cubiertas, en particular, en la renovación de aire y desodorización.; Las cubiertas serán construidas sobre forjados inclinados incorporados estéticamente en el entorno

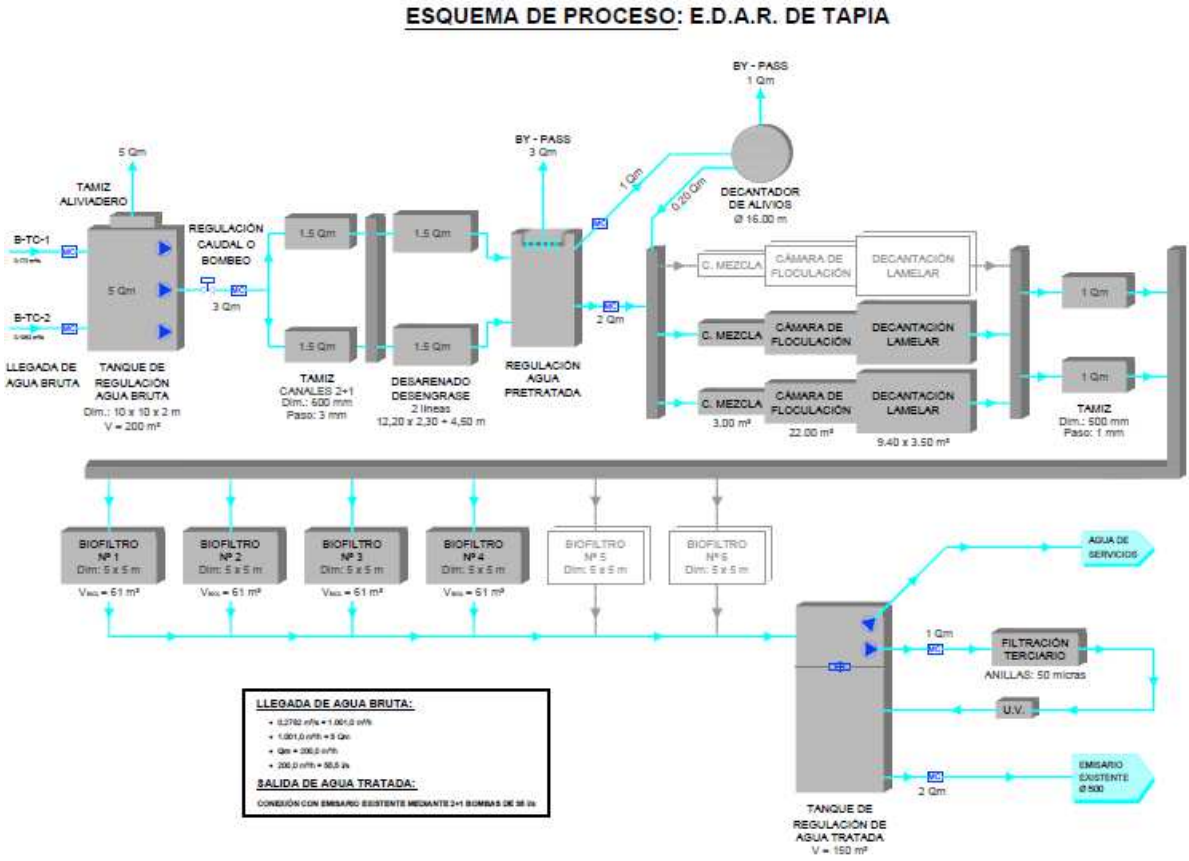
c) Tipos de pavimentos.: En general se considerarán pavimentos con mezcla bituminosa o monolíticos de hormigón pulido en fresco con espolvoreo de cemento y aporte de cuarzo gris claro, en todas las superficies de la EDAR, incluyendo todas las soleras de tanques, depósitos, pasarelas, etc., salvo las excepciones siguientes: Pavimentos monolíticos de hormigón pulido, con aporte de cuarzo-corindón, en zonas de paso con alta intensidad de tráfico; Pintura epoxi en base acuosa para zonas de paso, estancias húmedas y salas eléctricas, previa preparación de la superficie mediante granallado; Revestimiento epoxi antiácido para cubetos de retención; Suelos técnicos de altura no inferior a un metro, en salas de alta densidad de instalaciones (salas de centros de control de motores).

d) Situación de las conducciones de procesos y de las conducciones auxiliares; Se evitará la instalación de conducciones en las zonas de paso y, de no ser posible, se respetará la altura libre mínima de 2,20 m; Se procurará que todas las conducciones sean accesibles y estén colocadas en superficie sobre soportes o bandejas. Siempre que sea posible, se desarrollarán por la galería.

e) Iluminación: Se diseñará con una iluminación natural, cenital o en fachadas, que suponga, al menos, entre el 15% y el 20% de la superficie edificada en planta. Para ello se podrá emplear lucernarios, claraboyas, cristaleras o ventanales.; La iluminación artificial aportará entre 150 y 500 lux según las necesidades de las distintas salas, dando preferencia a aquellas tecnologías que supongan un bajo consumo energético.

f) Ventilación y climatización.: Se justificará el dimensionamiento de la ventilación y climatización de modo que se garanticen las condiciones de confort adecuados a cada tipo de trabajo.

g) Accesibilidad para mantenimiento y elementos de manutención. Se garantizará el acceso con los elementos de manutención propuestos a todas las salas (carretillas, transpaléts, etc).; Todos los accesos de vehículos se resolverán mediante puertas motorizadas que incluyan puerta de paso peatonal o acceso próximo; Todas las puertas contarán con accionamiento de cierreautomático.



Arbolado
Arbolado
Arbolado
LINEA DE SEGURIDAD

5.- APÉNDICES

5.1.- APÉNDICE 6.1.1. AGRUPACIÓN DE VERTIDOS: ESTUDIO DE MATERIALES

ÍNDICE

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO 3
2.- COLECTORES DE GRAVEDAD 3
2.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS TIPOLOGÍAS DE TUBO: 4
2.1.1.- Tuberías de policloruro de vinilo (PVC): RIB-LOC o similar 4
2.1.2.- Tuberías de Polietileno 5
2.1.3.- Tuberías de Poliéster reforzado con fibra de vidrio 6
2.1.4.- Tuberías de Hormigón 6
2.2.- VALORACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA 7
2.2.1.- Valoración económica 8
2.2.2.- Valoración técnica 9
2.2.3.- Consideraciones a la rigidez circunferencial en tuberías plásticas 13
2.3.- CONCLUSIONES A LA VALORACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA 20
2.3.1.- Costes de primera inversión. 20
2.3.2.- Proceso de construcción, ... 20
2.3.3.- Pérdidas de carga, la rugosidad de los materiales: 21
2.3.4.- Explotación, ... 23
2.4.- CONCLUSIONES: 23
3.- COLECTORES A PRESIÓN 24
3.1.- VALORACIÓN TÉCNICA DE MATERIALES 25
3.2.- VALORACIÓN ECONÓMICA 30
3.3.- VALORACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA 32
3.4.- CONCLUSIONES AL ESTUDIO DE MATERIALES 35
3.4.1.- Costes de primera inversión. 35
3.4.2.- Pérdidas de carga, la rugosidad de los materiales 35
3.4.3.- Construcción y puesta en obra 35
3.4.4.- Efectos de la explotación 35
3.4.5.- Conclusiones y recomendaciones particulares al proyecto 35

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente documento tiene por objeto analizar los materiales para utilización de colectores de gravedad e impulsiones asociado a los caudales de diseño, y teniendo en cuenta los condicionantes técnicos, funcionales, económicos y ambientales

2.- COLECTORES DE GRAVEDAD

De acuerdo con el análisis de caudales definido en el Anejo-9, y el dimensionamiento hidráulico definido en el Apéndice 10.1, los colectores a ejecutar en el presente proyecto serán de DN 400mm (establecido como diámetro mínimo) y DN500mm

A continuación realizamos un análisis técnico–económico de materiales de tuberías de mercado, y que se adecuan mejor a los requerimientos de coste de infraestructura, mantenimiento y explotación objeto de proyecto.

En el mercado se encuentran distintos tipos de tuberías función del diámetro y presión exigida, para su uso como colector (caudal en sección parcialmente llena – lámina libre) , entre los que cabe destacar:

- Tubería de PVC liso interior y corrugada exteriormente para diámetros (DE) desde 100 a 1000 mm. Liso desde 100 a 500 mm para SN4.
- Tubería de PVC armada: RIB-LOC o similar para diámetros superiores a 500 mm hasta 1800 mm.
- Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con gama de tuberías mayores a 200mm
- Tuberías de polietileno corrugado (hasta dimensiones de 1000mm, circunstancialmente 1200 mm)
- Tuberías de polipropileno corrugado con diámetros comprendidos entre 150mm y 1200mm
- Tuberías de hormigón armado con diámetros desde 300mm y clases 60,90 y 135

Las diferentes tuberías se ven sometidas a la siguiente normativa:

Tubería	Uso	Normativa	Comentario
PVC-U	Saneamiento con presión	UNE-EN 1456	Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado o aéreo con presión. PVC-U.
PVC-U	Saneamiento sin presión	UNE-EN 1401	Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. PVC-U.
PVC-U		prEN 13476	Sistemas de canalización en materiales termoplásticos para saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de paredes estructuradas de PVC-U, PE y PP.
PVC-U	Desagüe y alcantarillado	UNE-EN 752	Sistemas de desagüe y alcantarillado exteriores a los edificios
PE	Suministro y saneamiento de agua a presión	UNE-EN 13244	Sistemas de canalización en materiales plásticos enterrados o aéreos para suministro de agua en general y saneamiento a presión. PE.
PE	Saneamiento	PrEN 13476	Sistemas de canalización en materiales termoplásticos

Tubería	Uso	Normativa	Comentario
	sin presión		para saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de paredes estructuradas de PVC-U, PE y PP.
PP	Saneamiento sin presión	UNE-EN 1852	Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. PP.
PP		prEN 13476	Sistemas de canalización en materiales termoplásticos para saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de paredes estructuradas de PVC-U, PE y PP.
HA	Saneamiento	EHE-08	Otras normativas UNE
PRFV	Aplicaciones con y sin presión	UNE 53323	Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos para aplicaciones con y sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resinas de poliéster insaturado.

Además del diámetro nominal, para este tipo de tuberías, existen en la normativa vigente 4 clases de rigidez denominadas como SN2, SN4, SN8 y SN16, que equivalen a valores de la rigidez circunferencial específica inicial (o rigidez anular inicial) del tubo de 2, 4, 8 y 16 kN/m2.

No obstante lo anterior la clase SN2, por su muy baja rigidez, sólo se permite en diámetros nominales DN600 o superiores, por lo que no se usa en la práctica, y la clase SN16, apenas tiene fabricantes a nivel mundial. Para obras de saneamiento de cierta entidad, en la que existen colectores de la red principal, la clase de rigidez más habitual es la SN8.

A efectos del presente comparativo, nos centraremos por tanto en esta clase de rigidez SN8 adoptada como criterio de diseño.

Por otro lado, este tipo de tuberías se fabrican habitualmente en 3 tipos de materiales: PVC no plastificado (U-PVC), polietileno de alta densidad (PEAD), y polipropileno copolímero bloque (PP-B). Este último es un polímero constituido por cadenas de polipropileno a las que se les inserta bloques de etileno para mejorar las características mecánicas del material. En adelante hablaremos de PVC, PE y PP para denominar a estos materiales.

El análisis de la tipología del tubo debe estar sometido a un análisis económico y un análisis técnico sobre las cualidades exigidas al tubo para el dimensionamiento. A continuación se procede a una exposición de las características de los diversos tipos de tubos y un análisis de los precios de éstos basado en ofertas de mercado. Posteriormente se procederá a una valoración técnica de sus calidades y su adecuación a las exigencias del proyecto.

2.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS TIPOLOGÍAS DE TUBO:

2.1.1.- Tuberías de policloruro de vinilo (PVC): RIB-LOC o similar

Las características de estas tuberías, similares a las restantes de material plástico, pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Son ligeras. El peso específico 1,35-1,46 Kg/dm3
- Inertes a aguas agresivas y a la corrosión de las tierras.
- No existe peligro de obstrucción en los tubos, como resultado de la formación de residuos y óxidos. En consecuencia, podemos decir que la sección útil de los tubos permanece prácticamente invariable.

- La superficie interior de los tubos puede considerarse como "hidráulicamente lisa".
- Excelente comportamiento a las sobrepresiones momentáneas, tales como el golpe de ariete.
- Mejor comportamiento con corrientes vagabundas y telúricas.
- No favorecen el desarrollo de algas ni hongos, según ensayos de larga duración (5 años).

Para el caso de dimensiones superiores a 500 mm se utilizan las tuberías autoportantes de RIB-LOC o similar están fabricadas según las normativas DIN 16961 y UNE 53331 garantizando que la deformación circunferencial no sobrepasa un límite máximo establecido del 5% a los 50 años y muestra un coeficiente de seguridad superior a 2. La instalación se realiza con un relleno seleccionado compactado al 95% P.N. o con un recubrimiento de grava de granulometría 20/40.

El sistema de unión es macho-hembra con sellador de alta adherencia, el cual garantiza la estanqueidad, durabilidad y resistencia química a las aguas residuales.

En la tubería autoportante Rib Steel la deformación por cargas externas permanece invariable en el tiempo debido al elevado módulo de elasticidad del acero.

Todas estas tuberías son reforzadas estructuralmente mediante un revestimiento de hormigón quedando la tubería como un encofrado perdido colaborante.

Para el caso de tuberías menores o iguales a 500mm, dejan de ser competitivas económicamente.

2.1.2.- Tuberías de Polietileno

Las características de estas tuberías pueden resumirse en los siguiente puntos:

- Son ligeras
- Excelente estanqueidad
- Baja rugosidad, lo que supone una mayor capacidad hidráulica frente a otros materiales.
- Ausencia de incrustaciones
- Elevada resistencia a las tensiones y deformaciones altas con cargas instantáneas
- Aislante eléctrico
- Resistentes a bajas temperaturas.
- Resistentes al ataque químico o a la acción de terrenos agresivos
- Gran flexibilidad, lo que permite curvaturas importantes en la tubería.
- Muy susceptible a las fuentes de calor externas (coeficiente de dilatación de 0,22 mm/m ºC)
- Los sistemas de unión suelen ser soldadas, lo que siempre requiere una ejecución cuidadosa.
- La resistencia y el módulo de elasticidad disminuye con el tiempo por efecto de la regresión

PRESCRIPCIONES SOBRE EL MATERIAL (PE)

Características	Prescripciones	Parámetros del ensayos		Método del ensayo
		Característica	Valor	
Densidad	≥ 930 kg/m^3	Temperatura	(23 ± 2) °C	UNE-EN ISO1183
Índice de fluidez	MFR≤ 1,6	Temperatura Carga	190 °C 5 kg	UNE-EN ISO 1133 condición T
Resistencia a la presión interna (resistencia a largo plazo) 165 h	Ninguna rotura en el período del ensayo	Sistema de cierre Número muestras Temperatura ensayo Orientación Tensión circunf. Tipo de ensayo Duración	Tipos A o B 3 80 °C Libre 4,0 MPa Agua/Agua 165 h	UNE-EN ISO 1167 Parte 1 y 2
Resistencia a la presión interna (resistencia a largo plazo) 1000 h	Ninguna rotura en el período del ensayo	Sistema de cierre Número muestras Temperatura ensayo Orientación Tensión circunf. Tipo de ensayo Duración	Tipos A o B 3 80 °C Libre 2,8 MPa Agua/Agua 1000 h	UNE-EN ISO 1167 Parte 1 y 2
Estabilidad térmica	≥ 20 minutos	Temperatura	200 °C	UNE-EN 728

2.1.3.- Tuberías de Poliéster reforzado con fibra de vidrio

Existen varios tipos de tuberías de PRFV, que se clasifican según el tipo de fabricación, y que a su vez están comercializados por distintas firmas: Centrifugado (URALITA), "Filament Winding" (ECOPOL); Mandril continuo (FLOW TITE). Sus características generales se ven sometidas a la normativa actual y resistencia a compresión, junto con los límites de deformación. A continuación se adjunta las principales características:

- Resina ligante que aporta la resistencia química.
- Filler; incrementa la carga estructural de la resina.
- Cuarzo; incrementa las propiedades mecánicas
- Fibra de vidrio; refuerzo que aporta la resistencia mecánica al tubo.

La caracterización de las tipologías se realiza tomando como base los datos obtenidos del manual AWWA M-45.

El estudio mecánico de tuberías de PRFV se ha ejecutado para diámetros de tubo DN entre 1.400 y 1.600, y PN1 Atm suponiendo una rigidez mínima SN1000.

2.1.4.- Tuberías de Hormigón

Debido a su composición a base de arena, grava triturada, cemento y agua, posee las mismas características que la piedra natural, por lo que, en términos de ecología, supera a todo tipo de materiales por su reducido coste energético de producción, sus mínimos niveles de emisión a la atmósfera y la nula producción de residuos nocivos.

Tanto el revestimiento interior, como el exterior aseguran la protección de las partes metálicas contra la corrosión y las acciones exteriores. También el revestimiento interior se opone a la formación de concreciones asegurando un gradiente hidráulico débil y constante.

Este tipo de tubo permite:

- Fabricación en serie a demanda del cliente.

- Mayor resistencia a los efectos de impacto.
- Carencia total de incrustaciones.
- Rotura lenta y fácilmente detectable, por causas no imputables a la tubería.
- No estallan.
- Sin conservación.
- Gran durabilidad.
- Fácil colmatación.
- Disminución de la pérdida de carga a lo largo del tiempo.
- No son contaminantes.
- Menor consumo energético.
- Protección por pasivación permanente de las partes frente a la corrosión banda de presiones dimensionadas a demanda.

2.2.- VALORACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA

Se ha procedido a realizar una valoración técnica de los tubos objeto de éste análisis, e intervalos de diámetros entre 500 - 3000 mm, adoptándose como valor mínimo 500mm al ser este el diámetros mínimo considerado para transportar aguas negras en la combinación de los diferentes tramos

TUBOS	Diámetros
PVC	500-1000/1200
PVC-Rib loc	500-1800
PE	300-1000
PRFV	300-2200
HA	300-3000

Con objeto de valorar las cualidades técnicas de cada tipología de tubo, se han definido 13 parámetros que se han valorado puntuando de 1 a 5, siendo 5 la puntuación más positiva y alta. Posteriormente se ha ponderado por el coeficiente K, función de su importancia e idoneidad para el presente estudio.

PARÁMETROS	COEF PONDER (k)
1.PESO LINEAL /PESO ESPECIFICO	2
2. LONGITUD	4
3.MODULO DE ELASTICIDAD	4
4.LONGEVIDAD	4
5.UNIONES / ESTANQUEIDAD	1
6.RESISTENCIA MECÁNICA	5
7.RES. ATAQUES BIOLÓGICOS	2
8.CORROSIÓN / PARÁMETROS ELÉCTRICOS	2
9.RUGOSIDAD (HAZEN-WILLIAMS)	5
10.DILATACIÓN	1
11.COLOCACIÓN / INSTALACIÓN	5
12.MANTENIMIENTO	3
13.COSTO PIEZAS ESPECIALES	2

Posteriormente procederemos a realizar una nueva matriz de valoración técnico – económica,

Aplicando los coeficientes de valoración siguientes: 40% para la puntuación técnica y 60% para la puntuación económica.

La resultante será la solución técnico-económica más idónea para el proyecto.

2.2.1.- Valoración económica

Con objeto de proceder a realizar la valoración técnica la empresa INGIOPSA se puso en contacto con diversos proveedores de materiales, resumiéndose en la siguiente tabla:

HORMIGÓN ARMADO	
Tubería hormigón armado junta elastomérica 135 Ø300	26,21
Tubería hormigón armado junta elastomérica 135 Ø400	32,49
Tubería hormigón armado junta elastomérica 135 Ø500	46,61
Tubería hormigón armado junta elastomérica 135 Ø600	59,72
Tubería hormigón armado junta elastomérica 135 Ø800	117,09
Tubería hormigón armado junta elastomérica 135 Ø1000	164,23
Tubería hormigón armado junta elastomérica 135 Ø1200	214,87
Tubería hormigón armado junta elastomérica 135 Ø1500	307,36
Tubería hormigón armado junta elastomérica 135 Ø1800	446,37
Tubería hormigón armado junta elastomérica 135 Ø2000	535,18
Tubería hormigón armado junta elastomérica 135 Ø2500	667,97
PRFV	
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø300	83,27
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø400	92,37
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø500	115,05
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø600	137
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø700	178,12
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø800	215,62
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø900	250,1
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø1.000	294,87
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø1.200	404,89
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø1.400	495,87
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø1.600	611,78
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø1.800	751,71
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø2.000	940,56
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø2.200	1.157,21
Tubería PRFV PN 1 5.000 Ø2.400	1.331,60
PVC ESTRUCTURADO	
Tubería UPVC DN 400 PN 4	45,53
Tubería UPVC DN 315 PN 6	37,65
Tubería UPVC DN 400 PN 6	60,48
Tubería UPVC DN 315 PN 10	68,2
Tubería UPVC DN 400 PN 10	110,36
Tubería UPVC DN 315 PN 16	86,64
Tubería UPVC DN 400 PN 16	136,88
Tubería UPVC DN 315 PN 4	28,4
Tubería UPVC DN 250, 8 kN/m2	25,41
Tubería UPVC DN 300, 8 kN/m2	29,99
Tubería UPVC DN 400, 8 kN/m2	37,53
Tubería UPVC DN 500, 8 kN/m2	54,82
Tubería UPVC DN 600, 8 kN/m2	68,29
Tubería UPVC DN 800, 8 kN/m2	130,29

Tubería UPVC DN 1.000, 8 kN/m2	198,37
Tubería UPVC DN 1.200, 8 kN/m2	297,17

Los precios analizados no consideran descuentos de mercado ni por cantidad, estos se mueven en una banda relativamente estrecha, sobre todo si se tiene en cuenta la competencia entre los distintos fabricantes. Ello da lugar a que sobre los precios de tarifa se apliquen unos descuentos, negociables en cada caso, que pueden conducir a la paradoja de que una tubería más costosa en tarifa resulta, finalmente, más económica.

Estos precios analizados no se debe considerar los precios del presupuesto de este proyecto, sino precios de mercado con objeto de ser comparados.

Para el caso que nos compete, los precios analizados se corresponden a precios de tarifa a los que se puede considerar un descuento próximo entre 20 y 25%. Adicionalmente los costes de fabricación se ven incrementados a medida que se reduce la longitud del tubo. Por ejemplo, para el caso de tubo de PRFV, la tubería estándar es de 12 m de longitud, pudiéndose fabricar tubos de hasta 3,0 m.

Los tubos de Hormigón Armado tienen una longitud útil de 2,4 m, fabricándose piezas especiales en tramos curvos.

Genéricamente los tubos de PVC corrugado o reforzado son los más competitivos en todos los diámetros, especialmente para los diámetros menores.

Para diámetros mayores de 1000 mm , no se suelen fabricar tubos de polietileno reforzado. En la gama de diámetros de mayores de 1000 mm no se ha de mirar tan solo el precio del tubo, sino las capacidades portantes de los tubos, ya que el tubo de PVC aún siendo más económico en la base, suele requerir un refuerzo que encarece considerablemente el coste global de la instalación., por ello suele ser rentable la instalación del tubo de hormigón. El tubo de PRFV suele presentarse como el menos competitivo de todos, aunque con capacidades mecánicas superiores al PVC.

Por otro lado a la hora de valorar el coste del tubo se ha de considerar el diámetro interior y rugosidad, ya que aunque el tubo de PVC se construye para un diámetro interior distinto al nominal (inferior a este), dispone de una rugosidad mucho menor que el tubo de hormigón armado.

Respecto a la tipología de tuberías de hormigón armado no se ha realizado diferenciación económica de entre los tubos con cama y sin cama de base plana. Recomendándose base plana para tubos mayores de 1500 mm.

2.2.2.- Valoración técnica

Se han definido los siguientes parámetros de valoración, a fin de determinar la idoneidad de cada tipología de tubo:

1. Peso lineal-peso específico: El instalador valora el poco peso de los tubos.
2. Longitud: Interesa adquirir los tubos al máximo de largo que permita el transporte, por lo que se valora el rendimiento en la colocación. Es habitual 12m de largo. Longitudes menores de 6m incrementan el tiempo de montaje y juntas.
3. Modulo de elasticidad: Flexibilidad adaptable a asentamientos del terreno.
4. Longevidad: A la hora de proyectar debe considerarse la vida útil de la tubería.
5. Uniones-estanquidad: Mayor estanquidad, sencillez de su instalación, por ser más adecuada para los desplazamientos angulares y no perder la estanquidad con la dilatación.
6. Resistencia mecánica: Es importante definir las características de enterramiento de cada tipo de tubo y exigir que el fabricante y el instalador las cumplan.

7. Resistencia ataques biológicos: Deben tenerse en cuenta la acciones biológicas, la corrosión por bacterias sulfato reductoras y ferrobacterias.

8. Corrosión / parámetros eléctricos: En obras civiles cada vez es más apreciado el que las tuberías soporten la corrosión del líquido que transportan y del terreno en que se instala.

Los factores físicos y químicos que pueden agredir a tuberías de hormigón armado y que son, en conjunto, destacables desde el punto de vista de los problemas de durabilidad aparecidos en las aplicaciones normales de este producto son:

8.a) Ácidos

El ataque por ácido se puede producir desde dentro de la tubería (por el fluido que por ella circula), o desde fuera (por el tipo de terreno que está en contacto con la tubería).

Se han encontrado dos tipos de ataques interiores. Uno es un fenómeno bioquímico consecuencia de procesos anaerobios, que se pueden llegar a dar en ciertas situaciones muy especiales y desafortunadas en redes de saneamiento con poca pendiente, muy horizontales, en zonas muy cálidas y sin caudales ni aireación. El segundo tipo lo producen efluentes de tipo ácido, que circulen indebidamente por una red de saneamiento no preparada específicamente para recibirlos.

El ataque bioquímico tiene como características:

Presencia de ácido sulfúrico.

Aunque el volumen total de ácido sea escaso, la concentración del mismo es elevada, hasta un 5%, por lo que en alto porcentaje reaccionará con las superficies expuestas de hormigón.

La existencia de un medio ácido depende de un tipo de condiciones muy poco frecuentes en las tuberías de saneamiento. Actualmente existen medios de predicción y detección de estas condiciones específicas, y medios para prevenirla, aunque ninguno mejor que el de una red proyectada con pendientes adecuadas por la que circulen caudales suficientes con la ventilación adecuada.

La circulación de disoluciones ácidas está prohibida, puesto que un efluente de tipo ácido resultaría dañino para el proceso de tratamiento del mismo efluente. La medida de la acidez se consigue mediante la lectura del pH; así un efluente con pH 5,5 se considera agresivo, mientras que por debajo de 5 se considera altamente agresivo. Frecuentemente se utilizan corrientes de efluente intermitentes con incrementos cíclicos del valor del pH para mitigar los efectos de la acidez del efluente sobre las tuberías de saneamiento.

El ataque exterior a las tuberías de un sistema de saneamiento depende de un número de parámetros elevado, ya que implica muy diversas condiciones. Este fenómeno es por tanto menos predecible. Además, la cantidad de ácido debido a corrientes entre los materiales del suelo será mucho menor que en el caso anterior, por lo que el pH no es el único dato necesario para evaluar la agresividad. El otro valor necesario se mide en miligramos equivalentes de ácido por cada 100 gramos de suelo, y mide la acidez total del suelo.

La medida del pH puede conseguirse de manera suficientemente exacta en campo con un medidor normalizado. Para obtener la acidez total del suelo, es necesario tomar muestras en la profundidad en la que va a situarse la tubería, por que en caso contrario, obteniendo muestras solamente de la superficie, los resultados pueden dar lugar a errores.

Dentro del grupo de ácidos debe hacerse mención especial al ácido sulfhídrico (H2S). Dicho ácido, en forma gaseosa, resulta tóxico; se produce mediante digestión anaerobia de los fangos que circulan por la red de saneamiento a altas temperaturas. Este gas puede oxidarse resultando ácido sulfúrico (H2SO4) altamente agresivo; para que dicha oxidación tenga lugar es necesaria la participación de una serie de bacterias que pueden llegar a encontrarse en zonas cálidas, y cuando no hay circulación ni de aire ni de aguas por la red de saneamiento.

Para evitar la presencia de ácido sulfhídrico, han de asegurarse condiciones aerobias, para lo que se ha de cuidar la pendiente de proyecto y construcción evitando situaciones de estancamiento de aguas, asegurando un caudal suficiente así como la debida aireación de la tubería. Para evitar estancamientos debidos a depósitos de sedimentos en los tubos, se considera normal no bajar de 0,3 m/s la velocidad cuando el efluente no contenga arena y de 0,6 m/s cuando en el efluente esté presente la arena. La temperatura del efluente puede limitarse pero deberá controlarse al mismo, sobre todo si es de tipo industrial, mediante análisis periódicos que registren el pH, la demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días, la demanda de oxígeno y la temperatura.

Para el caso de tubos de hormigón, la Norma UNE 127.010 en su Anejo D, da una serie de características para el hormigón utilizado en zonas en las que, por su escasa pendiente, poco caudal o escasa ventilación, sea posible la aparición del ácido sulfhídrico:

El cemento deberá ser resistente a los sulfatos. (Se recomienda el uso de cemento SR). El árido empleado será como mínimo de un 80% calizo. El contenido de sulfatos de los áridos, expresado en SO3, se limita al cuatro por mil del peso total del árido. La relación agua/cemento será como máximo de 0,45.

8.b) Sulfatos

Los sulfatos de sodio, magnesio y calcio presentes en los suelos, aguas subterráneas o efluentes, pueden resultar agresivos al hormigón hecho con cemento Portland, mediante reacciones químicas con ciertos componentes del hormigón, principalmente con hidratos de aluminato tricálcico para formar sulfoaluminato de calcio. Esta reacción se acompaña de una expansión por lo que puede llegar a producirse un agrietamiento del hormigón. La situación es típica de aquellas condiciones donde la concentración de sulfatos, y en particular de calcio, en la superficie del tubo ha sido producida por la exposición de éste a atmósferas gaseosas, (industriales, lluvia ácida), que contienen gases sulfurosos capaces de dar por disolución (y en casos también por oxidación) ácido sulfúrico. La exposición de los tubos a estas atmósferas es más dañina que la correspondiente a cualquier concentración de sulfatos en el agua

8.c) Cloruros

El efecto más perjudicial de los cloruros sobre las tuberías de hormigón es la posible corrosión de los redondos de acero de las armaduras de los tubos de hormigón armado.

8.d) Heladas

En el caso de tuberías de hormigón, los daños causados por ciclos de hielo-deshielo se producen debido a que el agua penetra en los poros y fracturas del hormigón; se hiela, aumentando su volumen, lo que produce un aumento de tensión suficiente para poder llegar a fracturar el hormigón; el caso contrario, es decir el deshielo de un poro lleno de agua, produce una disminución del volumen de agua en el poro, lo que implica la aparición de tensiones igualmente perjudiciales para el hormigón. La agresividad de las condiciones de exposición viene dada por la frecuencia de los ciclos de hielo-deshielo

8.e) Resistividad eléctrica de los suelos..

La medida de la resistividad puede considerarse indispensable en todo proyecto de canalización de tuberías.

Respecto a la agresividad se suelen considerar los siguientes valores:

Suelos de resistividad superior a 100 Ωxm son poco AGRESIVOS

Suelos de resistividad comprendida entre 50 y 100 Ωxm son DEBILMENTE AGRESIVOS.

Suelos de resistividad inferior 50 Ωxm son AGRESIVOS y esto tanto más cuanto la resistividad es débil.

Fuertes variaciones de resistividad registradas sobre un paraje, permiten conducir a un cierto riesgo de corrosión por aireación diferencial o por formación de pilas geológicas sobre todo en obras de acero enterradas.

No obstante la medida de la resistividad no permite descubrir a priori los riesgos de corrosión bacteriana electrolítica por corrientes vagabundas, ya que:

De una parte, las bacterias se encuentran, en general, en terrenos margosos o arcillosos (débil resistividad).

De otra parte, las zonas de débil resistividad constituyen zonas preferentes de circulación de corrientes vagabundas cuando ya existen.

8.b) Dieléctricas

Para atravesar líneas de ferrocarril y evitar efectos de corrientes vagabundas debe escogerse una tubería con esta característica.

8.c) Agresividad interior

9. Rugosidad y diámetro: A efectos hidráulicos es importante que los tubos tengan la superficie interior muy lisa.

Se consideran los siguientes parámetros de rugosidad:

MATERIAL	n	Comentario
Galería	0, 015	Estado actual
Tubo de Hormigón armado	0,012-0,015	IETCC
Tubo de PRFV (sin distinción del procedimiento contructivo)	0,009-0,012	AWWA
Tubo de PVC, PP y PE	0,008-0,012	Saenger(1997); Asetub; Mayol

A efectos de diseño hidráulico también es muy importante analizar el diámetro interno de la tubería para poder comparar adecuadamente la capacidad hidráulica y correlacionar el coste de cada material.

Tuberías de polietileno

DIMENSIONALES: DIÁMETRO NORMALIZADO EXTERNO (OD)

DN/OD	110	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1200
Di min	90	105	134	167	209	263	335	418	527	669	921	1005
Di med	92	107	138	186	216	271	343	427	535	678	951	1030

DIMENSIONALES: DIÁMETRO NORMALIZADO INTERNO (ID)

DN/ID	300	400	500	600	800
Dext	350	465	580	700	930
Di min	294	392	490	588	785
Di med	300	400	500	600	800

PESOS (kg/ml) PARA LA CLASE 4: DIÁMETRO NORMALIZADO EXTERNO (OD)

DN/OD	110	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1200
PESO (kg/ml)	0,8	1,0	1,5	1,8	2,9	4,6	7,0	12,0	17,7	24,5	40,5	56

PESOS (kg/ml) PARA LA CLASE 4: DIÁMETRO NORMALIZADO INTERNO (ID)

DN/ID	300	400	500	600	800
PESO (kg/ml)	5,6	9,0	13,9	20,4	39,1

Tuberías de polipropileno

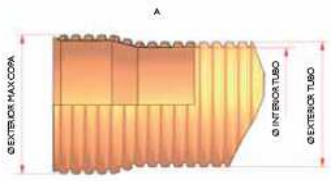
Valores exigidos en prEN 13476				Tubos PVC-U corrugados doble capa		PLOMYSAN di
DN/OD PP	d_{min} PP	DN/ID PVC-U	d_{min} PVC-U	de	di	di
160	134	---	---	---	---	139.6
		150	145	160	145	
200	167	---	---	---	---	174.0
		200	195	210	181	
250	209	---	---	---	---	218.8
		250	245	263	226	
315	263	---	---	---	---	273.0
		300	294	315	285	
400	335	---	---	---	---	348.2
		400	392	423	362	
500	418	---	---	---	---	433.4
		500	490	539	485	
630	527	---	---	---	---	542.2
		600	588	649	590	

DN/OD = Serie Diámetro Nominal Diámetro Exterior.
DN/ID = Serie Diámetro Nominal Diámetro Interior

Tuberías de PVC-SN8 corrugadas

Tubos doble pared Teja SN8 - 6 metros longitud /*Tubagens de dupla parede Telha SN8 - 6 m longitude*

DN (mm)	Ø Exterior tubo	Ø Interior tubo	Ø Exterior max. copa	Código	€ /m
160	160,0	146,0	182,0	1111818	**11,44**
200	200,0	182,0	228,0	1111819	**15,63**
250	250,0	227,5	284,0	1111820	**25,41**
315	315,0	285,2	358,0	1001998	**33,01**
400	400,0	364,0	448,0	1111822	**53,99**
500	500,0	451,8	563,0	2130991	**96,75**
630	649,2	590,0	734,0	1002147	**109,02**
800	855,7	775,0	954,0	1002148	**176,81**
1.000	1.072,3	970,0	1.222,0	1002149	**257,91**
1.200	1.220,0	1.102,9	1.379,0	1127518	**352,87**



Tubos doble pared Teja SN8 - 3 metros longitud /*Tubagens de dupla parede Telha SN8 - 3 m longitude* NUEVO

DN* (mm)	Ø Exterior tubo	Ø Interior tubo	Ø Exterior max. copa	Código	€ /m
160	160,0	146,0	182,0	1117056	**12,18**
200	200,0	182,0	228,0	1117057	**16,88**
250	250,0	227,5	284,0	1128456	**26,41**
315	315,0	285,2	358,0	1002287	**34,25**
400	400,0	364,0	448,0	1113032	**56,06**

10. Dilatación: En ciertos materiales la resistencia mecánica puede verse afectada por los cambios de temperatura, ya que pueden perder resistencia mecánica.
11. Colocación-Instalación: El peso de la tubería y la longitud son fundamentales para disminuir costos de instalación. Debe ponderarse el que se necesite menos volumen de excavación
12. Mantenimiento: Cuanto menor es el mantenimiento, la explotación será más económica.
13. Coste Piezas especiales: Debe procurarse que cada línea de tuberías disponga de accesorios en el mismo material que los tubos que la constituyen.

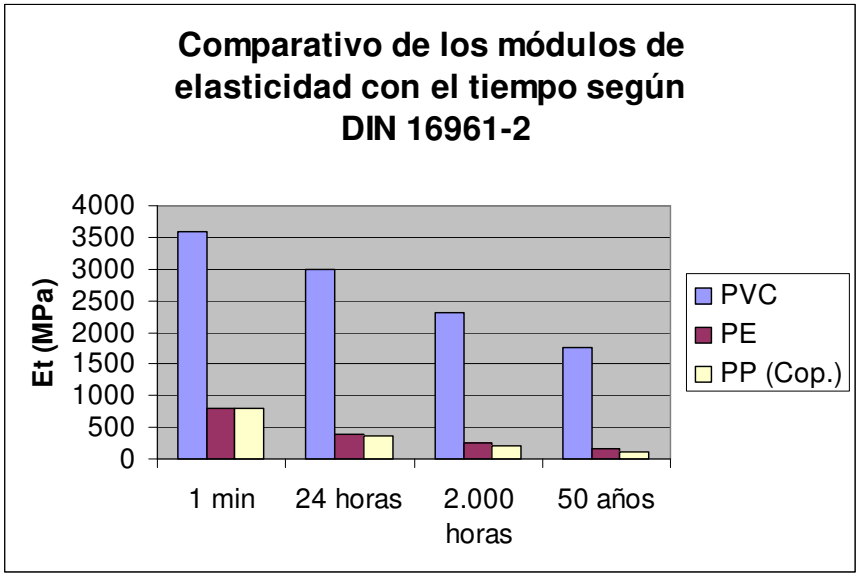
2.2.3.- Consideraciones a la rigidez circunferencial en tuberías plásticas

La rigidez circunferencial específica (o rigidez anular) de los tubos plásticos corrugados de doble pared, es, en el caso de la rigidez nominal SN8, de como mínimo 8 kN/m2. Sin embargo este valor es sólo el correspondiente al momento inicial del tubo antes de ser sometido a esfuerzos, ya que

con el tiempo la rigidez del tubo disminuye si actúan sobre él cargas tanto de tierras como de tráfico u otro tipo, como así ocurre en la realidad.

Esto es debido al comportamiento de fluencia de los materiales plásticos cuando están sometidos a esfuerzos, que da lugar a una caída del módulo de elasticidad con el tiempo, lo cual a su vez se traduce en una pérdida de la capacidad resistente del material plástico.

Además, la caída del módulo de elasticidad no es lineal con el tiempo, sino que sigue unas curvas de regresión, características de cada tipo de plástico, que representan pérdidas muy bruscas al principio (entre las 0 y las 2.000 horas) y más suaves después, de forma que el valor del módulo de elasticidad se considera casi estable a los 50 años. La gráfica siguiente representa lo anterior, para los 3 materiales considerados, y según la norma alemana DIN 16961-2 de 2.000 (*Thermoplasic pipes and fittings with profiler outer and smooth inner surfaces*).



	1 min	24 hrs	2.000 hrs	50 años
PVC	3600	3000	2300	1750
PE	800	380	250	150
PP	800	360	210	120

Como vemos, las caídas del módulo de elasticidad son importantes ya a las 2000 horas (2,7 meses) en los 3 casos, pero especialmente en el caso del PE o el PP. De hecho, los coeficientes de fluencia (relación entre el módulo de elasticidad inicial y el correspondiente a un momento determinado), tienen a medio y largo plazo los siguientes valores:

	2,7 meses	50 años
PVC	1,5	2,0
PE	3,3	5,3
PP	3,8	6,5

En cuanto a la rigidez circunferencial específica (RCE) de un tubo plástico, su valor se calcula mediante la fórmula:

donde: $$RCE = \frac{Ec \cdot I}{dm^3}$$

Ec = módulo de elasticidad del material

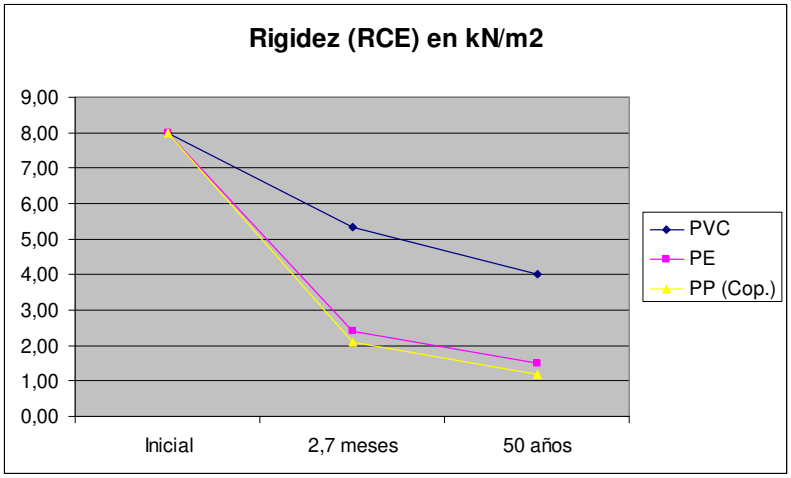
I = momento de inercia de la pared del tubo

dm = diámetro medio del tubo,

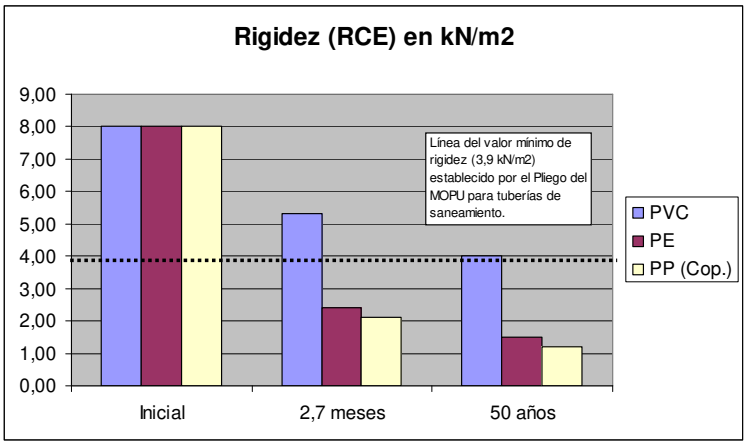
Para un tubo corrugado SN8 de un mismo diámetro nominal, los diferentes fabricantes juegan con los valores anteriores para conseguir una rigidez inicial de 8 kN/m2. Así, mientras que el valor de *Ec* es intrínseco del material como hemos visto, el diámetro medio del tubo y la geometría del perfil corrugado (y por tanto el momento de inercia *I* del mismo), varían, a veces considerablemente, según el fabricante. De hecho la forma de contrarrestar el bajo valor inicial de *Ec* en los tubos fabricados con polietileno y polipropileno, consiste en fabricarlos mediante una combinación de mayor valor de *I* (por ejemplo con una mayor altura de corruga) y menor valor del diámetro medio. Esto último implica un menor diámetro interno, lo que redunda en una menor capacidad hidráulica (ver apartado 3).

Lo que en cualquier caso sólo varía con el tiempo es el valor de Ec, por lo que la caída de la rigidez de los diferentes tubos será función sólo de de la variación que sufre el módulo de elasticidad, es decir del material con el que se fabrica el tubo.

Como consecuencia de ello, existen diferencias muy acusadas de rigidez a medio y largo plazo para los materiales habituales: PVC, PE y PP, tal y como se muestra en el gráfico siguiente.



Si tenemos en cuenta, el valor de la rigidez exigida por el Pliego de Prescripciones Técnicas para Tuberías de Saneamiento del MOPU (1986), cuyo valor es de 3,9 kN/m2, vemos que, en el caso de tubos fabricados en PE o PP, dicho valor no se cumple al poco de haber sido instalados.



	Inicial	**2,7 meses**	**50 años**
PVC	8,00	5,33	4,00
PE	8,00	2,42	1,50
PP	8,00	2,11	1,20

De hecho tan sólo a las 2.000 horas (2,7 meses) de ser instaladas, la rigidez real de las tuberías en los 3 materiales comparados ha disminuido en los siguientes porcentajes:

PVC - 33,4 %

PE - 69,7 %

PP - 73,6 %

➔***Mientras que las tuberías de PVC mantienen una rigidez suficiente incluso a 50 años (4 kN/m2), las de PE y PP, poseen ya a las 2000 horas una rigidez de un 55% y un 60% menos que las de PVC respectivamente, lo cual resulta insuficiente para soportar las cargas habituales***, y con un gran riesgo de que los tubos colapsen y se destruya la instalación.

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	1. PVC corrugado	P..E.	2. PRFV (∅400-600 mm.)	3. HA (∅ 400-600 mm.)
PESO LINEAL / PESO ESPECÍFICO	Peso variable función de la dimensión, para DN=1400 se adopta 8-29 kg/ml 14 KN/m^3	12-50 kg/ml 9,55 KN/m	17-22 KN/m^3	440-2.500 kg/ml 25 KN/m3 5000-6000 Kg/ Ud (2.4m)
LONGITUD (m)	12-6,00-3,00 (variable)	12-6,00-3,00 (variable)	12,00-6-3,00	2,50-6,00
MÓDULO DE ELASTICIDAD (KN/mm^2)	3 (varia con la temperatura)	1	30	170
	Bajos módulos de elasticidad permiten mayor adaptación a asientos diferenciales, sin embargo son de peor resistencia mecánica, además de requerir una mayor compactación en riñoneras de tubo			
LONGEVIDAD	Durabilidad media (25 años)		Durabilidad media (25 años)	Larga durabilidad (50 años)
UNIONES / ESTANQUEIDAD	Junta elástica doble: Buen comportamiento ante la inestabilidad del terreno (asientos diferenciales)	Junta elástica simple (no hay doble): Buen comportamiento ante la inestabilidad del terreno (asientos diferenciales), si bien la ovalización del tubo puede hacer fallar el sistema de unión	Campana-espiga: Garantiza la estanqueidad (doble: presión y depresión) y elimina problemas en la línea producidos por cargas del terreno o de tráfico. Flexible se adapta al terreno, junta de rápida ejecución. Válvula de comprobación	Junta de Enchufe: Buen comportamiento ante la inestabilidad del terreno (asientos diferenciales)
	Las juntas rígidas no admiten asientos diferenciales ni deflexiones superiores de 2º, por tanto en el presente estudio recomendamos juntas flexibles, de más fácil ejecución, pero mayor coste económico.			
RESISTENCIA MECÁNICA	Soporta pocas deformaciones transversales, Se limita la colocación sobre apoyo de suelo granular. Nunca se puede colocar en base de roca u hormigón	Soporta pocas deformaciones transversales, Se limita la colocación sobre apoyo de suelo granular. Nunca se puede colocar en base de roca u hormigón	Elevada resistencia a la tracción, abrasión, flexión y aplastamiento. Baja resistencia a compresión, siendo necesario una elevada compactación en riñoneras de tubo.➔ Se limita la colocación sobre apoyo de suelo granular. Nunca se puede colocar en base de roca u hormigón Baja resistencia a succión	Gran resistencia a los efectos de impacto, rotura lenta y fácilmente detectable, por causas no imputables a la tubería. En caso de que existan fisuras en el hormigón la corrosión de la armadura reducen considerablemente la resistencia mecánica del tubo
RESIST. ATAQUES BIOLÓGICOS	No favorece el desarrollo de algas ni hongos	No favorece el desarrollo de algas ni hongos	No favorece el desarrollo de algas ni hongos	No favorece el desarrollo de algas ni hongos. Para el caso de sulfatos , cloruros u otros elementos requier hormigones especiales, así como recubrimientos específicos. (véase normativas al respecto)

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	1. PVC corrugado	P..E.	2. PRFV (∅400-600 mm.)	3. HA (∅ 400-600 mm.)
CORROSIÓN / PARÁMETROS ELÉCTRICOS	Soporta bien tanto la corrosión, tanto del líquido que transporta como del terreno en que se instala	Soporta bien tanto la corrosión, tanto del líquido que transporta como del terreno en que se instala	Soporta bien tanto la corrosión, tanto del líquido que transporta como del terreno en que se instala	Pueden tener problemas de corrosión en las armadura, en caso de aparición de microfisuras
RUGOSIDAD (HAZEN-WILLIAMS)	120	120	100	80
DILATACIÓN (Coeficiente de dilatación térmica)	Pueden presentar problemas de dilatación lineal (0,06-0,08mm/ºCm)		No presentar problemas de dilatación lineal	No presentar problemas de dilatación lineal ne condiciones normales, aunque en altas temperaturas pueden presentar problemas de dilatación.
COLOCACIÓN / INSTALACIÓN	- Manipulación: debido a su bajo peso se optimizan los rendimientos - Rendimientos: se obtienen entre 600 hasta 800 ml/día de montaje - Rápida ejecución de junta y elevados rendimientos de montaje Bajo coste de transporte por peso unitario de tubo	- Manipulación: debido a su bajo peso se optimizan los rendimientos - Rendimientos: se obtienen entre 600 hasta 800 ml/día de montaje - Rápida ejecución de junta y elevados rendimientos de montaje Bajo coste de transporte por peso unitario de tubo	- Manipulación: debido a su bajo peso se optimizan los rendimientos - Rendimientos: se obtienen entre 400 hasta 600 ml/día de montaje - Rápida ejecución de junta y elevados rendimientos de montaje - Bajo coste de transporte por peso unitario de tubo (aunque no por dimensiones)	-Manipulación: requiere grúas de alto tonelaje incrementando el coste de instalación - Rendimiento de instalación: medios bajo, en función de la topología del terreno - Transporte: requiere alto tonelaje y especiales para altos diámetros incrementando el coste del tubo
MANTENIMIENTO	No se prevén	No requiere mantenimiento	No requiere mantenimiento	Requiere observaciones puntuales de aparición de microfisuras que puedan generar corrosión de armaduras y perdidas de capacidad mecánicas
COSTO PIEZAS ESPECIALES	Piezas bajo pedido, su coste oscila 8 veces coste/ml	Piezas bajo pedido, su coste oscila 8 veces coste/ml	Piezas bajo pedido, su coste oscila 8 veces coste/ml	Piezas bajo pedido, su coste oscila 6 veces coste/ml

VALORACIÓN TÉCNICA (40%)

PARÁMETROS DE VALORACIÓN TÉCNICA	COEF	1. PVC	2. POLIETILENO /	3. PRFV	4. PVC-reforzado	5. HA

	PONDER	CORRUGADO		PE-corrugado							
		V	K*V	V	K*V	V	K*V	V	K*V	V	K*V
1.PESO LINEAL /PESO ESPECIFICO	2	5	10	4	8	3	6	5	10	2	4
2. LONGITUD	4	4	16	4	16	3	12	3	12	2	8
3.MODULO DE ELASTICIDAD (penaliza mayor módulo)	4	1	4	1	4	1	4	5	20	5	20
4.LONGEVIDAD	4	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12
5.UNIONES / ESTANQUEIDAD	1	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3
6.RESISTENCIA MECÁNICA	5	1	5	1	5	1	5	5	25	5	25
7.RES. ATAQUES BIOLÓGICOS	2	5	10	5	10	4	8	5	10	3	6
8.CORROSIÓN / PARÁMETROS ELÉCTRICOS	2	4	8	4	8	3	6	4	8	2	4
9.RUGOSIDAD (HAZEN-WILLIAMS)	5	5	25	5	25	4	20	5	25	2	10
10.DILATACIÓN	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2
11.COLOCACIÓN / INSTALACIÓN	5	4	20	4	20	3	15	1	5	3	15
12.MANTENIMIENTO	3	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9
13.COSTO PIEZAS ESPECIALES	2	2	4	2	4	2	4	1	2	3	6
Sub. Técnico	**40**		**129**		**129**		**106**		**143**		**124**
Valorac.s/ total	**185**		**70%**		**70%**		**57%**		**77%**		**67%**

PARÁMETROS DE VALORACIÓN ECONÓMICA	**COEF PONDER**										
	K	**V**	**K*V**	**V**	**K*V**	**V**	**K*V**	**V**	**K*V**	**V**	**K*V**
DN<1000 mm	60	5	300	2	120	1	60	3	180	4	240
DN 1000-2200 mm	60					2	120	3	180	5	300
DN>2200 mm - 3000 mm	60									5	300

ANÁLISIS COMPUESTO: TÉCNICO-ECONÓMICO					
DN<1000 mm	**429**	**249**	**166**	**323**	**364**
DN 1000-2200 mm			**120**	**323**	**300**
DN>2200 mm - 3000 mm					**300**

2.3.- CONCLUSIONES A LA VALORACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA

La conducción se ha de proyectar y ejecutar con materiales que garanticen el transporte del caudal exigido al mínimo coste posible, compatible con un coeficiente de seguridad adecuado.

Del análisis comparativo de precios podemos llegar a las siguientes conclusiones:

2.3.1.- Costes de primera inversión.

Los costes se mueven en una banda relativamente estrecha, sobre todo si se tiene en cuenta la competencia entre los distintos fabricantes. Ello da lugar a que sobre los precios de tarifa se apliquen unos descuentos, negociables en cada caso, que pueden conducir a la paradoja de que una tubería más costosa en tarifa resulta, finalmente, más económica.

Para el caso que nos compete, los precios analizados se corresponden a precios de tarifa a los que se puede considerar un descuento próximo entre 20 y 25%.

Los precios más competitivos se corresponden al P.P, luego al PE (Polietileno, función de la córruga) y PVC en todos los diámetros fabricados. Para diámetros mayores a 1000 mm será necesario el uso de tubos reforzados como el el caso del PVC tipo Rib loc o similar, pudiendo dejar de ser competitivo frente al hormigón y PRFV en el proceso constructivo ya que este requiere refuerzos de hormigón de entre 0.2 y 0.3 cm de HM-20 según el diámetro, lo que supone creación de accesos, encofrado de hastiales, ..., de ahí que la práctica habitual sea el uso de tubos de hormigón armado para estos diámetros.

De entre todos los precios, el PRFV es el menos competitivo requiriéndose rellenos con grava 5/15 o 20/40, aunque no debe despreciarse en terrenos adecuados, por su bajo peso y reducción en el coste de instalación frente al hormigón.

2.3.2.- Proceso de construcción,

El Polipropileno, PVC y Polietileno tiene la ventaja del menor peso y la mayor facilidad, por lo tanto , de su puesta en obra, requiriendo menor coste de maquinaria y accesos.

No obstante, para el caso que nos compete, especial importancia tiene la consideración a la deformabilidad del tubo como es el caso del PVC, PE y Polietileno.

Se definen rígidos todos aquellos tubos cuya sección de circunferencial no puede sufrir deformaciones horizontales ni verticales, sin que el tubo presente daños. La AWWA (American Water Works Association) clasifica como rígidos aquellos tubos en los que una deformación del 0,1% causa daños y semi- rígid de hasta el 3%.

Sin embargo se definen come flexibles aquellos en los cuales la solicitación externa puede causar cambios en la forma de la sección de circunferencial (para AWWA > 3%, adoptándose generalmente el límite en 5%) sin causar daños.

Para el caso de tuberías flexibles debiendo cumplir una deformabilidad inferior a 5 %. Esto supone que la instalación en zanja y condiciones de los materiales de relleno con las cargas de tráfico esperadas garanticen deformaciones inferiores a 5 % .De lo contrario sería necesario un refuerzo de hormigón o el uso de materiales que permitieran una mejor distribución de las cargas.

Normalmente en ninguno de los casos de tubos flexibles se recomienda el apoyo directo sobre cama rígida o roca, por lo que se recomienda su uso a no ser que se establezca una cama de granular (arena o garbancillo) superior a 20 cm (siendo recomendable 30 cm para diámetros superiores a 1000mm)

Adicionalmente, para el caso que nos compete, al existir un material pedregoso de tamaño mayor a 30 mm, será necesario tratar el material de relleno con objeto de aprovechar el resultante de la

excavación como material de cubrición, siendo por lo tanto necesario utilizar material seleccionado, que a su vez incrementa el coste del proceso constructivo convencional.

2.3.3.- Pérdidas de carga, la rugosidad de los materiales:

Tal y como se ha indicado anteriormente, al disponer de muy baja pendiente por lo que el parámetro de rugosidad afecta considerablemente al diámetro del colector:

Analizando un colector estándar de diámetro 400 mm (diámetro mínimo), se obtienen los siguientes resultados:

CAPACIDAD DE TUBERÍA DE PVC DN 400 SN8, n=0,1

		Pendiente	0,30%	0,49%	0,68%	0,87%	1,06%	1,24%	1,43%	1,62%	1,81%	2,00%
calado (m)	H/D	Seccion (m2)	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal
0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,002	0,006	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,009	0,024	0,001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,020	0,054	0,002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
0,035	0,095	0,005	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,0006
0,053	0,146	0,009	0,0005	0,0007	0,0008	0,0009	0,0010	0,0011	0,0012	0,0012	0,0013	0,0014
0,075	0,206	0,015	0,0011	0,0014	0,0016	0,0018	0,0020	0,0022	0,0023	0,0025	0,0026	0,0028
0,099	0,273	0,023	0,0019	0,0024	0,0028	0,0032	0,0035	0,0038	0,0041	0,0044	0,0046	0,0049
0,126	0,345	0,032	0,0030	0,0038	0,0044	0,0050	0,0055	0,0060	0,0065	0,0069	0,0073	0,0076
0,154	0,422	0,042	0,0043	0,0055	0,0064	0,0073	0,0080	0,0087	0,0094	0,0099	0,0105	0,0110
0,182	0,500	0,052	0,0058	0,0074	0,0087	0,0098	0,0108	0,0117	0,0126	0,0134	0,0142	0,0149
0,210	0,578	0,062	0,0073	0,0093	0,0110	0,0124	0,0137	0,0149	0,0160	0,0170	0,0180	0,0189
0,238	0,655	0,072	0,0088	0,0112	0,0132	0,0150	0,0165	0,0179	0,0193	0,0205	0,0216	0,0227
0,265	0,727	0,081	0,0101	0,0129	0,0152	0,0172	0,0190	0,0206	0,0221	0,0236	0,0249	0,0262
0,289	0,794	0,089	0,0112	0,0143	0,0168	0,0190	0,0210	0,0228	0,0245	0,0260	0,0275	0,0289
0,311	0,854	0,095	0,0119	0,0152	0,0179	0,0203	0,0224	0,0243	0,0261	0,0277	0,0293	0,0308
0,329	0,905	0,099	0,0123	0,0157	0,0185	0,0209	0,0231	0,0251	0,0269	0,0286	0,0303	0,0318
0,344	0,946	0,102	0,0124	0,0158	0,0186	0,0211	0,0233	0,0253	0,0271	0,0288	0,0305	0,0320
0,355	0,976	0,103	0,0122	0,0156	0,0184	0,0208	0,0230	0,0249	0,0267	0,0285	0,0301	0,0316
0,362	0,994	0,104	0,0119	0,0152	0,0179	0,0203	0,0224	0,0243	0,0260	0,0277	0,0293	0,0308
0,364	1,000	0,104	0,0115	0,0147	0,0173	0,0196	0,0216	0,0235	0,0252	0,0268	0,0283	0,0298

CAPACIDAD DE TUBERÍA DE POLIPROPILENO SN8 N=0,10

		Pendiente	0,30%	0,49%	0,68%	0,87%	1,06%	1,24%	1,43%	1,62%	1,81%	2,00%
calado (m)	H/D	Seccion (m2)	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal
0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,002	0,006	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,009	0,024	0,001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,019	0,054	0,002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002
0,033	0,095	0,005	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005
0,051	0,146	0,009	0,0005	0,0006	0,0007	0,0008	0,0009	0,0010	0,0010	0,0011	0,0012	0,0012
0,072	0,206	0,014	0,0010	0,0012	0,0014	0,0016	0,0018	0,0019	0,0021	0,0022	0,0023	0,0025
0,095	0,273	0,021	0,0017	0,0021	0,0025	0,0028	0,0031	0,0034	0,0036	0,0039	0,0041	0,0043
0,120	0,345	0,029	0,0026	0,0034	0,0040	0,0045	0,0049	0,0054	0,0057	0,0061	0,0065	0,0068
0,147	0,422	0,038	0,0038	0,0049	0,0057	0,0065	0,0071	0,0077	0,0083	0,0088	0,0093	0,0098
0,174	0,500	0,048	0,0051	0,0065	0,0077	0,0087	0,0096	0,0104	0,0112	0,0119	0,0126	0,0132
0,201	0,578	0,057	0,0065	0,0083	0,0098	0,0110	0,0122	0,0132	0,0142	0,0151	0,0160	0,0168
0,228	0,655	0,066	0,0078	0,0100	0,0118	0,0133	0,0147	0,0159	0,0171	0,0182	0,0192	0,0202
0,253	0,727	0,074	0,0090	0,0115	0,0135	0,0153	0,0169	0,0183	0,0197	0,0209	0,0221	0,0232
0,276	0,794	0,081	0,0099	0,0127	0,0149	0,0169	0,0186	0,0202	0,0217	0,0231	0,0244	0,0257
0,297	0,854	0,087	0,0106	0,0135	0,0159	0,0180	0,0199	0,0216	0,0231	0,0246	0,0260	0,0273
0,315	0,905	0,091	0,0109	0,0140	0,0164	0,0186	0,0205	0,0223	0,0239	0,0254	0,0269	0,0282
0,329	0,946	0,093	0,0110	0,0141	0,0166	0,0187	0,0207	0,0224	0,0241	0,0256	0,0271	0,0284
0,340	0,976	0,095	0,0109	0,0139	0,0163	0,0185	0,0204	0,0221	0,0238	0,0253	0,0267	0,0281
0,346	0,994	0,095	0,0106	0,0135	0,0159	0,0180	0,0199	0,0216	0,0231	0,0246	0,0260	0,0273
0,348	1,000	0,095	0,0102	0,0131	0,0154	0,0174	0,0192	0,0209	0,0224	0,0238	0,0252	0,0265

CAPACIDAD DE TUBERÍA DE POLIETILENO SN8 N=0,10

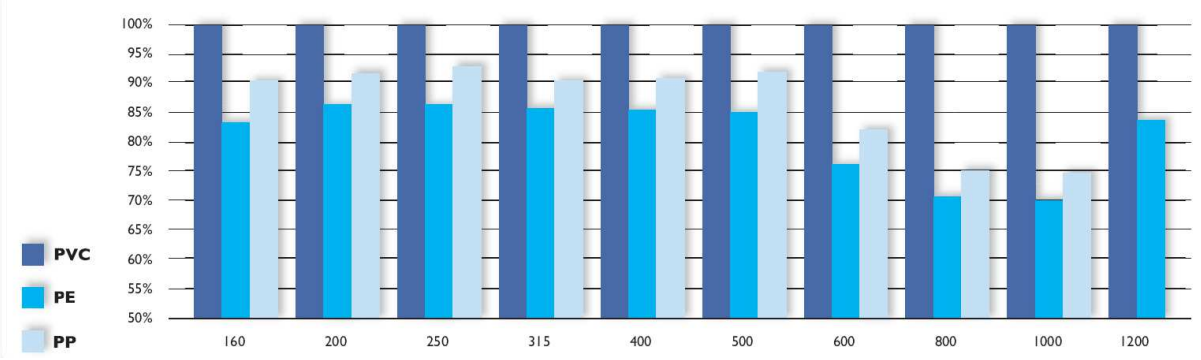
		Pendiente	0,30%	0,49%	0,68%	0,87%	1,06%	1,24%	1,43%	1,62%	1,81%	2,00%
calado (m)	H/D	Seccion (m2)	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal
0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,002	0,006	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,008	0,024	0,001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,019	0,054	0,002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
0,033	0,095	0,004	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005
0,050	0,146	0,008	0,0005	0,0006	0,0007	0,0008	0,0008	0,0009	0,0010	0,0011	0,0011	0,0012
0,070	0,206	0,014	0,0009	0,0012	0,0014	0,0015	0,0017	0,0019	0,0020	0,0021	0,0022	0,0023
0,093	0,273	0,020	0,0016	0,0020	0,0024	0,0027	0,0030	0,0032	0,0035	0,0037	0,0039	0,0041
0,118	0,345	0,028	0,0025	0,0032	0,0038	0,0043	0,0047	0,0051	0,0055	0,0058	0,0062	0,0065
0,144	0,422	0,037	0,0036	0,0046	0,0054	0,0062	0,0068	0,0074	0,0079	0,0084	0,0089	0,0094
0,171	0,500	0,046	0,0049	0,0062	0,0073	0,0083	0,0092	0,0099	0,0107	0,0114	0,0120	0,0126
0,198	0,578	0,055	0,0062	0,0079	0,0093	0,0105	0,0116	0,0126	0,0135	0,0144	0,0152	0,0160
0,224	0,655	0,064	0,0075	0,0095	0,0112	0,0127	0,0140	0,0152	0,0163	0,0173	0,0183	0,0193
0,249	0,727	0,072	0,0086	0,0110	0,0129	0,0146	0,0161	0,0175	0,0188	0,0199	0,0211	0,0221
0,272	0,794	0,078	0,0095	0,0121	0,0142	0,0161	0,0178	0,0193	0,0207	0,0220	0,0233	0,0245
0,292	0,854	0,084	0,0101	0,0129	0,0152	0,0172	0,0189	0,0206	0,0221	0,0235	0,0248	0,0261
0,309	0,905	0,087	0,0104	0,0133	0,0157	0,0177	0,0196	0,0212	0,0228	0,0242	0,0256	0,0269
0,323	0,946	0,090	0,0105	0,0134	0,0158	0,0178	0,0197	0,0214	0,0230	0,0244	0,0258	0,0271
0,334	0,976	0,091	0,0104	0,0132	0,0156	0,0176	0,0194	0,0211	0,0227	0,0241	0,0255	0,0268
0,340	0,994	0,092	0,0101	0,0129	0,0152	0,0172	0,0189	0,0206	0,0221	0,0235	0,0248	0,0261
0,342	1,000	0,092	0,0098	0,0125	0,0147	0,0166	0,0183	0,0199	0,0213	0,0227	0,0240	0,0252

CAPACIDAD DE TUBERÍA DE HORMIGÓN HA. N=0,15

		Pendiente	0,30%	0,49%	0,68%	0,87%	1,06%	1,24%	1,43%	1,62%	1,81%	2,00%
calado (m)	H/D	Seccion (m2)	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal
0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,002	0,006	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,010	0,024	0,001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,022	0,054	0,003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
0,038	0,095	0,006	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005
0,059	0,146	0,011	0,0005	0,0006	0,0007	0,0008	0,0009	0,0009	0,0010	0,0011	0,0011	0,0012
0,082	0,206	0,019	0,0009	0,0012	0,0014	0,0016	0,0017	0,0019	0,0020	0,0021	0,0023	0,0024
0,109	0,273	0,028	0,0016	0,0021	0,0024	0,0027	0,0030	0,0033	0,0035	0,0037	0,0040	0,0042
0,138	0,345	0,039	0,0025	0,0032	0,0038	0,0043	0,0048	0,0052	0,0055	0,0059	0,0062	0,0065
0,169	0,422	0,050	0,0037	0,0047	0,0055	0,0062	0,0069	0,0075	0,0080	0,0085	0,0090	0,0095
0,200	0,500	0,063	0,0049	0,0063	0,0074	0,0084	0,0093	0,0101	0,0108	0,0115	0,0121	0,0128
0,231	0,578	0,075	0,0063	0,0080	0,0094	0,0107	0,0118	0,0128	0,0137	0,0146	0,0154	0,0162
0,262	0,655	0,087	0,0076	0,0096	0,0114	0,0128	0,0142	0,0154	0,0165	0,0176	0,0186	0,0195
0,291	0,727	0,098	0,0087	0,0111	0,0131	0,0148	0,0163	0,0177	0,0190	0,0202	0,0213	0,0224
0,318	0,794	0,107	0,0096	0,0122	0,0144	0,0163	0,0180	0,0195	0,0210	0,0223	0,0236	0,0248
0,341	0,854	0,114	0,0102	0,0130	0,0154	0,0174	0,0192	0,0208	0,0223	0,0238	0,0251	0,0264
0,362	0,905	0,120	0,0106	0,0135	0,0159	0,0179	0,0198	0,0215	0,0231	0,0245	0,0259	0,0273
0,378	0,946	0,123	0,0106	0,0136	0,0160	0,0181	0,0199	0,0216	0,0232	0,0247	0,0261	0,0274
0,390	0,976	0,125	0,0105	0,0134	0,0158	0,0178	0,0197	0,0214	0,0229	0,0244	0,0258	0,0271
0,398	0,994	0,126	0,0102	0,0130	0,0154	0,0174	0,0192	0,0208	0,0223	0,0238	0,0251	0,0264
0,400	1,000	0,126	0,0099	0,0126	0,0149	0,0168	0,0185	0,0201	0,0216	0,0230	0,0243	0,0255

Se puede observar que al disminuir la rugosidad del tubo, la capacidad del colector se incrementa considerablemente la capacidad, no obstante a menor capacidad portante-mecánica del tubo plástico es necesario reducir el diámetro para incrementar la corruga, perdiendo a su vez capacidad hidráulica.

El tubo de mayor capacidad hidráulica es el tubo de PVC, alcanzando valores de casi un 20% más que el resto.



2.3.4.- Explotación,

La de hormigón armado es sensible a los ataques al hormigón, por lo que habría que aconsejar también la protección y uso de hormigones especiales. En cuanto al PRFV, el problema está en la incertidumbre del comportamiento a largo plazo del material, lo que supone un riesgo notable para una inversión cuantiosa como la presente y con vocación de larga vida. La de fundición resiste bastante bien los fenómenos de oxidación.

2.4.- CONCLUSIONES:

De acuerdo con los análisis expuestos para diámetros hasta 800 mm, siempre que las condiciones del terreno lo permita (nunca en apoyos rígidos con roca) el tubo de PVC corrugado se considera óptimo técnica y económicamente, viéndose favorecido por el bajo peso, facilidad de ejecución, bajo coste y baja rugosidad.

Si bien el PE y especialmente el PP se comportan mejor a altas temperaturas, el PVC es más resistente que los anteriores frente al ataque de grasas, aceites minerales y combustibles, tan frecuentes en las aguas urbanas de escorrentía

Las tuberías plásticas son en general muy ligeras, y en el caso de las estructuradas aún lo son más. Esta característica redunda en costes de manipulación y montaje muy bajos, ya que se obtiene un importante ahorro tanto en la maquinaria como en el personal necesario durante la instalación.

Para el caso de apoyos rígidos o en roca, la solución debería estar revestida totalmente en hormigón o garantizarse un apoyo flexible .

De acuerdo con un estudio (*) realizado por el Laboratorio de Modelización Ambiental del

La solución de PVC corrugado de doble pared presenta ventajas óptimas en rigidez , frente al PE y PP, así como de las juntas dobles utilizadas, sin embargo presente un coste ligeramente mayor, alcanzando hasta el 20% más que el polipropileno.

DN	Ángulo máximo normalizado	Ángulo máximo en tubo
160	6°	9°
200	5°	7°
250	4°	6°
315	3°	5°
400	1°	3°
500	1°	3°
600	1°	3°

La elección de tuberías corrugadas de PVC, frente a las de otros materiales (PE y PP), resulta altamente ventajosa, tanto para las propiedades mecánicas como hidráulicas de la conducción, y que los valores nominales de la rigidez y el diámetro no son suficientes para definir el tipo de tubería, debiéndose especificar unos valores mínimos de rigidez a largo plazo, y de diámetro interior real.

La solución de hormigón pierde competitividad para bajos diámetros por su mayor peso y coste de material y ejecución, así como rugosidad.

Departamento de Proyectos de Ingeniería de la Universidad Politécnica de Cataluña, el consumo energético y la emisión de CO2 a la atmósfera, a lo largo de todo el ciclo de vida de estos productos, son muy bajos en las tuberías plásticas si lo comparamos con los valores que se asignan a los tubos de hormigón armado.

ESQUEMA DEL CICLO DE VIDA DE UNA TUBERÍA ENTERRADA (SIN FASE DE RECICLADO)

Tuberías de saneamiento - Consumo energético y emisión de CO_2 para 3 m de tubería

	CONSUMO DE ENERGÍA (kW/h)	EMISIÓN DE CO_2 (kg DE CO_2)
PVC liso SN4 (80% reciclado) DN315	69,0	22,0
PVC corrugado SN8 (80% reciclado) DN315	34,7	11,5
PE corrugado SN8 (80% reciclado) DN400	64,4	21,0
PP corrugado SN8 (80% reciclado) DN400	60,4	21,6
PVC SN4 (0% reciclado) DN315	262,2	76,9
PVC corrugado SN8 (0% reciclado) DN315	121,3	36,1
PE corrugado SN8 (0% reciclado) DN400	211,0	58,6
PP corrugado SN8 (0% reciclado) DN400	191,0	61,5
Hormigón DN400	345,0	129,4

3.- COLECTORES A PRESIÓN

Para proceder a la selección del tubo, se ha realizado un estudio comparativo de materiales disponibles en el mercado para las dimensiones resultantes de los cálculos hidráulicos.

En el mercado se encuentran distintos tipos de tuberías, entre los que cabe destacar:

- La tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)
- La tubería de fundición
- La tubería de PVC orientado (PVC-U)
- Tuberías de polietileno
- Tuberías de acero
- Tuberías de hormigón con camisa de chapa

La selección debiera hacerse atendiendo a los siguientes criterios:

- Costes de primera inversión.
- Costes energéticos como consecuencia de la diferente pérdida de carga que generan y que, en el caso de existir bombeos, darán lugar a diferentes alturas de elevación.
- Ventajas e inconvenientes durante la construcción.
- Ventajas e inconvenientes durante la explotación.

Los materiales a emplear en los tubos y en elementos complementarios deben ser capaces de soportar los esfuerzos a los que van a ser sometidos durante su almacenamiento, transporte, acopio en obra, montaje, y durante su funcionamiento.

En concreto deben soportar:

- Esfuerzos estáticos y dinámicos.
- Estanqueidad.

Las principales características consideradas son:

- Lisura de la superficie interior.
- Resistencia a las solicitaciones internas o externas, tanto mecánicas, como químicas y biológicas.
- Dimensión homogénea, con referencia a la linealidad, a diámetros nominales, a espesores.
- Estanqueidad de las juntas

3.1.- VALORACIÓN TÉCNICA DE MATERIALES

Se ha procedido a realizar una valoración técnica de las cinco clases de tubos objeto de este análisis, para diámetros inferiores a 500 mm, al ser la conducción proyectada de diámetros comprendidos entre 80 mm y 400 mm:

TUBOS	**INTERVALOS DE DIÁMETROS CONSIDERADOS**		
	∅≤500 mm	500 mm < ∅< 1.000 mm	1.000 mm > ∅
PVC-U	315-500	Circunstancialmente 600 mm	---
PE	<200 (circunstancialmente 200-500)	---	--
FUNDICIÓN	75-500	Hasta 1000	--
PRFV	300-500	500-1000	<1500
ACERO	Tubería ZSK	>700	>1000
HACC	---	500-1000	>1000

Con objeto de valorar las cualidades técnicas de cada tipología de tubo, se han definido 14 parámetros que se han valorado puntuando de 1 a 5, siendo 5 la puntuación positiva más alta. Posteriormente se ha ponderado por el coeficiente K, función de su importancia e idoneidad para el presente estudio.

PARÁMETROS	**COEF PONDER (k)**
1.PESO LINEAL /PESO ESPECIFICO	2
2. LONGITUD	5
3.MODULO DE ELASTICIDAD	5
4.LONGEVIDAD	5
5.UNIONES / ESTANQUEIDAD	5
6.RESISTENCIA MECÁNICA	5
7.RES. ATAQUES BIOLÓGICOS	4
8.CORROSIÓN / PARÁMETROS ELÉCTRICOS	4
9.RUGOSIDAD (HAZEN-WILLIAMS)	1
10.DILATACIÓN	3
11.COLOCACIÓN / INSTALACIÓN	3
12.MANTENIMIENTO	4
13.COSTO PIEZAS ESPECIALES	4

Seguidamente se realizará una nueva matriz de valoración técnico – económica, aplicando los coeficientes de valoración siguientes: 50% para la puntuación técnica y 50% para la puntuación económica.

A continuación se definen los siguientes parámetros de valoración, a fin de determinar la idoneidad de cada tipología de tubo:

- Peso lineal-peso específico

  El instalador valora el poco peso de los tubos. Menor peso, mayor facilidad de instalación.

- Longitud

  Interesa adquirir los tubos al máximo de largo que permita el transporte y optimice los rendimientos en la colocación. Es habitual 12 m de largo. Longitudes menores de 6m incrementa el tiempo de montaje y la posibilidad de fugas. Genéricamente casi todos los materiales permiten fabricaciones de diversas longitudes.

- Modulo de elasticidad

  Flexibilidad adaptable a asentamientos del terreno o, en su defecto, como es el caso de la fundición capacidad portante. En tubos como es el caso de los flexibles (PVC, PRFV, ..) la ovalización es un aspecto muy importante a considerar en la puesta en obra ya que requiere la utilización en obra de rellenos seleccionados con mayor control. Además, la ovalización afecta seriamente a las juntas.

- Longevidad

  A la hora de proyectar debe considerarse la vida útil de la tubería.

- Uniones-estanqueidad

  Aunque la mayoría de uniones disponibles en mercado para los diferentes tipos de materiales son similares, la experiencia demuestra la complejidad de su puesta en obra, o dificultad de aprovechar desviaciones que minimicen el número de piezas especiales. Entre las tipologías de juntas que nos encontramos son:

- Juntas en tuberías de PVC-U
  - Elástica
  - Por colado
- Juntas en tuberías de PE
  - Unión soldada térmicamente a tope
  - Unión por electrofusión
  - Unión mediante accesorios mecánicos
- Juntas en tuberías de fundición
  - Enchufe
  - Bridas
- Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)

  Unión campana-espiga integral y monolítica con el tubo, con doble anillo elastomérico. La campana tiene una "valvulita" que se dispone entre los dos anillos para realizar una prueba de presión entre ellas de forma que en dos o tres minutos se controla el montaje de la junta. Esta junta se fabrica monolítica al tubo. El doble anillo garantiza doble estanqueidad apta para trabajar tanto en grandes presiones como depresiones. La doble junta tórica es simétrica en toda la superficie de tubo,

mecanizada al efecto y, por tanto, mantiene la estanqueidad tanto del exterior al interior (evita infiltraciones) como viceversa.

Este sistema elimina cualquier problema en la línea de tubos producido por cargas del terreno o de tráfico ya que la longitud de tubo que involucra la unión es grande y las cargas quedan dispersas a lo largo de esa superficie.

- Acero

Los métodos más usados para enlazar los tubos de acero son, en general, similares para todos los materiales y consisten, principalmente, en:

Soldadura a tope que se utiliza en tubos de diámetro constante, mientras que para una conexión con soldadura a solape los extremos deberán ser abocardos. Una de las bocas está ensanchada (hembra) con el fin de que al alojarse el extremo no abocardado (macho), puedan unirse los tubos con soldadura a solape. Este sistema de unión se denomina de COPA Y ENCHUFE (SLIP-JOINT)

Ahorro en costos del 40-50% sobre la soldadura a tope.

La soldadura a solape es más sencilla y no exige soldadores excesivamente cualificados.

Menor riesgo técnico de montaje.

Mayor rapidez en el montaje

Menor inversión en equipos de montaje

También es posible soldar a solape si en los extremos de los tubos se montan manguitos de unión que abracen a los tubos consecutivos.

Para soldadura en campo, los extremos están biselados en función del espesor, con una preparación V. Si la tubería es de pequeño espesor, los extremos son planos.

Cuando la tubería es soldada, el tubo se acostumbra a soldar fuera de la zanja, en una longitud de 4/5/6 tubos (tramas) y posteriormente por medio de eslingas y grúas se deja caer en zanja.

La unión trama a trama se hace en la propia zanja por medio de pozos de soldador o casetas de soldador.

- Juntas en tuberías de hormigón con camisa de chapa

  - Revestimiento exterior con manguito de hormigón armado
  - Revestimiento interior de hormigón
  - Junta soldada
  - Junta con anillo de neopreno

- Resistencia mecánica

Es importante que las características mecánicas del tubo permitan adecuarse a la tipología de terreno y cargas esperadas. Genéricamente casi todos los materiales lo solucionan incrementando espesor o implementando refuerzos. No obstante, unos materiales o tipos de tubo permiten un mayor facilidad de puesta en obra garantizando su capacidad portante (como es el caso de la fundición frente a los tubos flexibles)

- Resistencia ataques biológicos

Deben tenerse en cuenta las acciones biológicas de corrosión por bacterias sulfato reductoras y ferro bacterias, además de su capacidad de resistencia a los agentes químicos del terreno. En este caso los materiales plásticos o derivados PVC, Polietileno, y PRFV) disponen mejor capacidad según el tipo de terreno.

- Corrosión / parámetros eléctricos

En obras civiles cada vez es más apreciado el que las tubería soporten la corrosión del líquido que transportan y del terreno en que se instala. En España existen muchas zonas cuyos terrenos contienen mucho yeso perjudicando seriamente a los tubos.

- Resistividad eléctrica de los suelos

La medida de la resistividad puede considerarse indispensable en todo proyecto de canalización de tuberías.

Respecto a la agresividad se suelen considerar los siguientes valores:

Suelos de resistividad superior a 100 Ωxm son poco AGRESIVOS

Suelos de resistividad comprendida entre 50 y 100 Ωxm son DÉBILMENTE AGRESIVOS.

Suelos de resistividad inferior a 50 Ωxm son AGRESIVOS y esto tanto más cuanto la resistividad es débil.

Fuertes variaciones de resistividad registradas sobre un paraje, permiten conducir a un cierto riesgo de corrosión por aireación diferencial o por formación de pilas geológicas sobre todo en obras de acero enterradas.

No obstante la medida de la resistividad no permite descubrir a priori los riesgos de corrosión bacteriana electrolítica por corrientes vagabundas, ya que:

De una parte, las bacterias se encuentran, en general, en terrenos margosos o arcillosos (débil resistividad) y, de otra parte, las zonas de débil resistividad constituyen zonas preferentes de circulación de corrientes vagabundas cuando ya existen.

- Dieléctricas

Para atravesar líneas de ferrocarril y evitar efectos de corrientes vagabundas debe escogerse una tubería con esta característica.

- Rugosidad

A efectos hidráulicos es importante que los tubos tengan la superficie interior muy lisa como es el caso de los tubos de PVC, PE y PRFV. En relación a este aspecto, hay que mencionar que los tubos de PVC y PE disponen de diámetro interior diferente al nominal con espesor variable en función del timbraje, por lo que la comparativa no será referida en diámetros nominales, sino en capacidad de transporte y pérdidas de cargas resultantes del cálculo hidráulico.

- Diámetros

Los diámetros considerados se resumen a continuación

Tuberías de fundición

DN	en (espesor fundic) mm	em (espesor mortero) mm	DE (mm)	Dint (mm)
60	6,0	4,0	77	57,0
80	6,0	4,0	98	78,0
100	6,0	4,0	118	98,0
125	6,0	4,0	144	124,0
150	6,0	4,0	170	150,0
200	6,3	4,0	222	201,4
250	6,8	4,0	274	252,4
300	7,2	4,0	326	303,6

DN	en (espesor fundic) mm	em (espesor mortero) mm	DE (mm)	Dint (mm)
350	7,7	5,0	378	352,6
400	8,1	5,0	429	402,8

Tuberías de PVC-O

			PN12,5		PN16		PN20		PN25	
Diámetro Nominal (DN)	Diámetro exterior (OD)		Diámetro Interior (ID)	Espesor (e)	Diámetro Interior (ID)	Espesor (e)	Diámetro Interior (ID)	Espesor (e)	Diámetro Interior (ID)	Espesor (e)
	min.	max.	medio	min.	medio	min.	medio	min.	medio	min.
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
90	90,0	90,3	-	-	84,0	2,0	84,0	2,5	82,2	3,1
110	110,0	110,4	104,4	2,2	104,0	2,4	103,2	3,1	101,4	3,8
140	140,0	140,5	133,0	2,8	132,4	3,1	131,2	3,9	129,2	4,8
160	160,0	160,5	152,0	3,2	151,4	3,5	150,0	4,4	147,6	5,5
200	200,0	200,6	190,0	4,0	189,2	4,4	187,4	5,5	184,4	6,9
225	225,0	225,7	213,6	4,5	212,8	5,0	210,8	6,2	207,4	7,7
250	250,0	250,8	237,4	5,0	236,4	5,5	234,2	6,9	230,6	8,6
315	315,0	316,0	299,2	6,3	298,0	6,9	295,2	8,7	290,6	10,8
355	355,0	356,1	337,4	7,1	336,0	7,8	332,4	9,8	327,2	12,2
400	400,0	401,2	379,8	8,0	378,4	8,8	374,8	11,0	369,0	13,7
450	450,0	451,4	427,6	8,9	426,0	9,9	421,4	12,4	415,0	15,4
500	500,0	501,5	474,6	9,9	472,8	11,0	468,6	13,7	461,2	17,1
630	630,0	631,9	597,8	12,6	595,8	13,8	590,4	17,3	581,0	21,6
800	800,0	802,0	760,4	16,3	757,8	17,4	750,4	21,6	-	-

Tuberías de Polietileno

		PN 6		PN 10		PN 16
DN	e(mm)	Dint (mm)	e(mm)	Dint (mm)	e(mm)	Dint (mm)
20					2,0	16,0
25					2,3	20,4
32			2,0	28,0	3,0	26,0
40			2,4	35,2	3,7	32,6
50	2,0	46,0	3,0	44,0	4,6	40,8
63	2,5	58,0	3,8	55,4	5,8	51,4
75	2,9	69,2	4,5	66,0	6,8	61,4
90	3,5	83,0	5,4	79,2	8,2	73,6
110	4,2	101,6	6,6	96,8	10,0	90,0
125	4,8	115,4	7,4	110,2	11,4	102,2
140	5,4	129,2	8,3	123,4	12,7	114,6
160	6,2	147,6	9,5	141,0	14,6	130,8
180	6,9	166,2	10,7	158,6	16,4	147,2
200	7,7	184,6	11,9	176,2	18,2	163,6
225	8,6	207,8	13,4	198,2	20,5	184,0
250	9,6	230,8	14,8	220,4	22,7	204,6
280	10,7	258,6	16,6	246,8	25,4	229,2
315	11,9	291,2	18,7	277,6	28,6	257,8
355	13,5	328,0	21,1	312,8	32,3	290,4

400	15,1	369,8	23,7	352,6	36,4	327,2
450	17,2	415,6	26,7	396,6	40,9	368,2
500	19,1	461,8	29,7	440,6	45,4	409,2
560	21,4	517,2	33,2	493,6	50,9	458,2

- Dilatación.

En ciertos materiales la resistencia mecánica puede verse afectada por los cambios de temperatura, ya que pueden perder resistencia mecánica.

- Colocación-instalación

El peso de la tubería y la longitud son fundamentales para disminuir costos de instalación. Debe ponderarse el que se necesite menos volumen de excavación. Las tuberías de gran peso implican maquinaria de mayor porte e incluso mayor preparación de accesos y ejecución de caminos o plataformas de trabajo.

- Mantenimiento

Cuanto menor es el mantenimiento, la explotación será más económica.

- Coste piezas especiales

Debe procurarse que cada línea de tuberías disponga de accesorios en el mismo material que los tubos que la constituyen.

3.2.- VALORACIÓN ECONÓMICA

De igual forma se procede a realizar una comparación de precios comerciales de los diferentes tipos de tubos para diferentes presiones nominales. Para ello se ha de considerar que los descuentos de mercado sobre tarifa rondan valores oscilantes entre 25% y 50%.

Para el caso que nos compete tiene especial interés la comparativa de tubos de diámetros menores de 500 mm, y la comparativa de tuberías de fundición, PE y PVC-U, ya que los precios del PRFV en estos diámetros es superior a ambos materiales.

El coste presentado a continuación incluye el material y la instalación de los diferentes materiales:

Tubería FD saneamiento Ø150. PFA 40	43,95
Tubería FD saneamiento Ø200. PFA 40	60,26
Tubería FD saneamiento Ø250. PFA 38	84,13
Tubería FD saneamiento Ø300. PFA 35	110,97
Tubería FD saneamiento Ø350. PFA 32	130,01
Tubería FD saneamiento Ø400. PFA 30	144,53
Tubería FD saneamiento Ø450. PFA 29	158,73
Tubería FD saneamiento Ø500. PFA 28	212,47
Tubería FD saneamiento Ø600. PFA 26	256,44
Tubería FD saneamiento Ø700. PFA 29	399,68
Tubería FD saneamiento Ø800. PFA 28	459,14

Tubería PVC, ø 140 mm, 1,0 MPa, junta goma o encolar, colocada	10,12
Tubería PVC, ø 160 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada	9,07
Tubería PVC, ø 180 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada	11,12
Tubería PVC, ø 200 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada	13,58
Tubería PVC, ø 250 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada	21,44

Tubería PVC, ø 315 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada	37,69
Tubería PVC, ø 400 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada	61,57
Tubería PVC, ø 500 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada	91,27
Tubería PVC, ø 630 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada	138,56
Tubería PVC-O DN 110 PN 11	12,06
Tubería PVC-O DN 140 PN 11	16,76
Tubería PVC-O DN 160 PN 11	21,14
Tubería PVC-O DN 200 PN 11	31,84
Tubería PVC-O DN 250 PN 11	41,07
Tubería PVC-O DN 315 PN 11	57,08
Tubería PVC-O DN 400 PN 11	100,1
TUBERÍA POLIETILENO AD 90/6 ATM	14,33
TUBERÍA POLIETILENO AD 110/6 ATM	15,64
TUBERÍA POLIETILENO AD 125/6 ATM	20,94
TUBERÍA POLIETILENO AD 140/6 ATM	22,24
TUBERÍA POLIETILENO AD 160/6 ATM	29,78
TUBERÍA POLIETILENO AD 180/6 ATM	32,01
TUBERÍA POLIETILENO AD 200/6 ATM	40,07
TUBERÍA POLIETILENO AD 250/6 ATM	47,29
TUBERÍA POLIETILENO AD 315/6 ATM	52,20
TUBERÍA POLIETILENO AD 400/6 ATM	77,50
Tubería PRFV, ø 400 mm, 0,6MPa, SN-5000 N/m², colocada	79,36
Tubería PRFV, ø 400 mm, 1,0MPa, SN-5000 N/m², colocada	84,39
Tubería PRFV, ø 450 mm, 0,6MPa, SN-5000 N/m², colocada	87,19
Tubería PRFV, ø 450 mm, 1,0MPa, SN-5000 N/m², colocada	99,12
Tubería PRFV, ø 500 mm, 0,6 MPa, SN-5000 N/m², colocada	99,55
Tubería PRFV, ø 500 mm, 1,0 MPa, SN-5000 N/m², colocada	105,58
Tubería PRFV, ø 600 mm, 0,6 MPa, SN-5000 N/m², colocada	122,72
Tubería PRFV, ø 600 mm, 1,0 MPa, SN-5000 N/m², colocada	124,61
Tubería PRFV, ø 700 mm, 0,6 MPa, SN-5000 N/m², colocada	148,67
Tubería PRFV, ø 700 mm, 1,0 MPa, SN-5000 N/m², colocada	158,17
Tubería PRFV, ø 800 mm, 0,6 MPa, SN-5000 N/m², colocada	180,27
Tubería PRFV, ø 800 mm, 1,0 MPa, SN-5000 N/m², colocada	191,25
Tubería PRFV, ø 900 mm, 0,6 MPa, SN-5000 N/m², colocada	208,75
Tubería PRFV, ø 900 mm, 1,0 MPa, SN-5000 N/m², colocada	216,94
Tubería PRFV, ø 1000 mm, 0,6 MPa, SN-5000 N/m², colocada	244,3
Tubería PRFV, ø 1000 mm, 1,0 MPa, SN-5000 N/m², colocada	264,55
Tubería PRFV, ø 1200 mm, 0,6 MPa, SN-5000 N/m², colocada	342,2
Tubería PRFV, ø 1200 mm, 1,0 MPa, SN-5000 N/m², colocada	360,67
Tubería PRFV, ø 400 mm, 0,6 MPa, SN-10000 N/m², colocada	82,03
Tubería PRFV, ø 400 mm, 1,0 MPa, SN-10000 N/m², colocada	86,34
Tubería PRFV, ø 400 mm, 1,6 MPa, SN-10000 N/m², colocada	89,96
Tubería PRFV, ø 450 mm, 0,6 MPa, SN-10000 N/m², colocada	97,89
Tubería PRFV, ø 450 mm, 1,0 MPa, SN-10000 N/m², colocada	102,57
Tubería PRFV, ø 450 mm, 1,6MPa, SN-10000 N/m², colocada	108,08
Tubería PRFV, ø 500 mm, 0,6MPa, SN-10000 N/m², colocada	108,22
Tubería PRFV, ø 500 mm, 1,0 MPa, SN-10000 N/m², colocada	110,68
Tubería PRFV, ø 500 mm, 1,6 MPa, SN-10000 N/m², colocada	118,39

Tubería PRFV, ø 600 mm, 0,6 MPa, SN-10000 N/m², colocada	129,09
Tubería PRFV, ø 600 mm, 1,0 MPa, SN-10000 N/m², colocada	138,13
Tubería PRFV, ø 600 mm, 1,6 MPa, SN-10000 N/m², colocada	141,49

Los precios se han calculado partiendo de las tarifas comerciales de diversos proveedores. Adicionalmente se analizan los precios comparados de bases de datos múltiples.

3.3.- VALORACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA

A continuación se procede a la ponderación y valoración de los diferentes materiales para una presión de trabajo de PN6

A continuación se adjunta valoración técnica:

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	1. PVC-U (Ø<500 mm.)	2. PE 100 (Ø<500 mm.)	2. FUNDICIÓN (Ø<500 mm.)	3. PRFV (Ø>500 mm.)	4.ACERO (Ø>500 mm.)	5. HACC (Ø>500 mm.)
PESO LINEAL / PESO ESPECÍFICO	8-29 kg/ml 14 KN/m^3	12-50 kg/ml 9,55 KN/m^3	60-170 kg/ml 70,5 KN/m3	17-22 KN/m^3	100-700 kg/ml 77 KN/m3	440-2.500 kg/ml 25 KN/m3
LONGITUD (m)	6,00	12,00	6,00	12,00	13,50	2,00-6,00
	La mayor longitud de tubo, permite minimizar el coste de ejecución, tanto en la instalación como en la reducción del número de juntas a utilizar.					
MODULO DE ELASTICIDAD (KN/mm^2)	3(varia con la temperatura)	1	210	30	20-30	170
	Bajos módulos de elasticidad permiten mayor adaptación a asientos diferenciales, sin embargo son de peor resistencia mecánica, además de requerir una mayor compactación en riñoneras de tubo					
LONGEVIDAD	• Durabilidad media (25 años)	• Larga durabilidad (50 años)	• Larga durabilidad (50 años)	• Durabilidad media (25 años)	• Larga durabilidad (50 años)	• Larga durabilidad (50 años)
UNIONES / ESTANQUEIDAD	**Junta elástica:** Buen comportamiento ante la inestabilidad del terreno (asientos diferenciales)	**Unión soldada térmicamente a tope,** se consigue una gran estanqueidad **Unión por electrofusión, se** consigue gran estanqueidad, más recomendada en diámetros pequeños.	**Junta de Enchufe:** buen comportamiento ante la inestabilidad del terreno (asientos diferenciales)	**Campana-espiga**: Garantiza la estanqueidad (doble: presión y depresión) y elimina problemas en la línea producidos por cargas del terreno o de tráfico. Flexible se adapta al terreno, junta de rápida ejecución. Válvula de comprobación	**Copa y enchufe (SLIP-JOINT):** Sencilla de montar y facilidad de unión debida ala tolerancia admitida, por tanto rapidez de ejecución al requerirse soldadores menos cualificados que la soldadura a tope y menor control cualitativo en la ejecución de estas.	**Junta de Enchufe:** Buen comportamiento ante la inestabilidad del terreno (asientos diferenciales) **Junta soldada**:Requiere mayores controles de calidad en la soldadura**.** El comportamiento frente a asientos diferenciales es menor.
	Las juntas rígidas no admiten asientos diferenciales ni deflexiones superiores de 2º, por tanto en el presente estudio recomendamos juntas flexibles, de más fácil ejecución, pero mayor coste económico.					
RESISTENCIA MECÁNICA	• Soporta pocas deformaciones transversales, pero tiene un excelente comportamiento a sobrepresiones momentáneas como el golpe de ariete	• Elevada resistencia a las tensiones y deformaciones altas con cargas instantáneas	• Resistencia la presión interior y a las acciones exteriores	• Elevada resistencia a la tracción, abrasión, flexión y aplastamiento. • Baja resistencia a compresión, siendo necesario una elevada compactación en riñoneras de tubo. • Baja resistencia a succión	• Gran resistencia al aplastamiento • Baja resistencia a succión, por lo que se requiere aduptores a lo largo de la conducción. • Alta resistencia a la abrasión (se ha considerado revestimiento interior de epoxi)	• Gran resistencia a los efectos de impacto, rotura lenta y fácilmente detectable, por causas no imputables a la tubería. • En caso de que existan fisuras en el hormigón la corrosión de la armadura y la chapa reducen considerablemente la resistencia mecánica del tubo
RES. ATAQUES BIOLÓGICOS	• No favorece el desarrollo de algas ni hongos	• Resistentes al ataque químico o a la acción de terrenos agresivos	• No favorece el desarrollo de algas ni hongos	• No favorece el desarrollo de algas ni hongos	• No favorece el desarrollo de algas ni hongos	• No favorece el desarrollo de algas ni hongos
CORROSIÓN / PARÁMETROS ELÉCTRICOS	• Soporta bien la corrosión, tanto del líquido que transporta como del terreno en que se instala	• Soporta bien la corrosión, tanto del líquido que transporta como del terreno en que se instala • Ausencia de incrustaciones	• Pueden tener problemas de corrosión uniforme o localizada por la existencia de corriente vagabundas por el paso de líneas férreas en combinación con las posibles filtraciones de la zona regable. • Su sobreespesor hace pensar que no será necesaria una protección adicional exterior, a excepción de las catódicas correspondientes.	• Soporta bien la corrosión, tanto del líquido que transporta como del terreno en que se instala	• Pueden tener problemas de corrosión uniforme o localizada por la existencia de corrientes vagabundas por el paso de líneas férreas en combinación con las posibles filtraciones de la zona regable. Se requiere protección exterior de Polietileno o Bandas de caucho además de protecciones catódicas localizadas con testigos.	• Pueden tener problemas de corrosión en las armadura y en la camisa de chapa, en caso de aparición de microfisuras
RUGOSIDAD (HAZEN-WILLIAMS)	150	150	135	130	150	140
	Las diferencias de rugosidades en los tubos consideradas en el cálculo hidráulico no afectan significativamente al dimensionamiento de diámetros en este estudio de alternativas					
DILATACIÓN (Coeficiente de dilatación térmica)	• Pueden presentar problemas de dilatación lineal (0,06-0,08mm/ºCm)	• 0,22 mm/m ºC	• No presentan problemas de dilatación lineal	• No presentan problemas de dilatación lineal	• Pueden presentan problemas de dilatación lineal (0,022-0,034mm/ºCm)	• No presentan problemas de dilatación lineal
	Durante la colocación de los tubos se deberán tener en cuenta las dilataciones producidas por variaciones térmicas					
COLOCACIÓN / INSTALACIÓN	• **Manipulación:** debido a su bajo peso se optimizan los rendimientos • **Rendimientos**: se obtienen entre 400 hasta 700 ml/día de montaje • **Rápida ejecución** de junta y elevados rendimientos de montaje • **Bajo coste de transporte** por peso unitario de tubo	• **Manipulación:** debido a su bajo peso se optimizan los rendimientos • **Rendimientos**: se obtienen entre 400 hasta 700 ml/día de montaje • **Rápida ejecución** de junta y elevados rendimientos de montaje • **Bajo coste de transporte** por peso unitario de tubo	• **Manipulación**: requiere maquinaria menor (JBC,…) • **Rendimientos:** se obtienen entre 300 hasta 500 ml/día de montaje. Para grandes diámetros requiere maquinaria de mayor tonelaje • **Rápida ejecución** de junta y elevados rendimientos de montaje • **Bajo coste de transporte** por peso unitario de tubo	• **Manipulación: debido a su bajo peso se optimizan los rendimientos** • **Rendimientos: se obtienen entre 400 hasta 600 ml/día de montaje función del diámetro** • **Rápida ejecución de junta y elevados rendimientos de montaje** • **Bajo coste de transporte por peso unitario de tubo (aunque no por dimensiones)**	• **Manipulación**: requiere grúas de alto tonelaje incrementando el coste de instalación • **Rendimiento de instalación:** medios bajo, en función de la topología del terreno • **Transporte:** requiere alto tonelaje y especiales para altos diámetros incrementando el coste del	• **Manipulación**: requiere grúas de alto tonelaje incrementando el coste de instalación • **Rendimiento de instalación:** medios bajo, en función de la topología del terreno • **Transporte**: requiere alto tonelaje y especiales para altos diámetros incrementando el coste del
MANTENIMIENTO	• No se prevén	• No se prevén	• Pueden requerir observaciones puntuales (ídem acero), aunque se suelen descartan por su sobreespesor	• No requiere mantenimiento	• Requiere observaciones puntuales de grado de corrosión debido a corrientes vagabundas y la alta posibilidad de niveles freáticos	• Requiere observaciones puntuales de aparición de microfisuras que puedan generar corrosión de armaduras y perdidas de capacidad mecánicas
COSTO PIEZAS ESPECIALES	• Piezas bajo pedido, su coste oscila 6 veces coste/ml. La deflexión de la junta (3º) permite disminuir piezas. Puede tener problemas ocasionados por la defelxión del tubo que afecta en la junta y su pérdida o fisuración.	• Piezas bajo pedido, su coste oscila 6 veces coste/ml. Su flexibilidad permite conseguir radios de hasta 20 veces el diámetro	• Piezas bajo pedido, su coste oscila 8 veces coste/ml. La deflexión de la junta (1º-3º) permite disminuir piezas	• Piezas bajo pedido, su coste oscila 8 veces coste/ml.	• Se ejecutan en obra bajo soldadura	• Piezas bajo pedido, su coste oscila 8 veces coste/ml

Procedemos a la valoración técnica mediante la puntuación de cada uno de los parámetros, asignando un valor de 1 a 5 al parámetro “v” al que se le asignará el coeficiente de ponderación K:

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	COEF PONDER	1. PVC-U (Φ<500 mm.)		2. PE (Φ <500 mm.)		3. FUNDIC (Φ <500 mm.)		4. PRFV (Φ >500 mm.)		5. ACERO (Φ >500 mm.)		6. HACC(Φ >500 mm.)	
		V	K*V	V	K*V	V	K*V	V	K*V	V	K*V	V	K*V
1.PESO LINEAL /PESO ESPECIFICO	2	5	10	5	10	3	6	5	10	2	4	2	4
2. LONGITUD	5	3	15	4	20	3	15	4	20	5	25	3	15
3.MODULO DE ELASTICIDAD	5	3	15	3	15	3	15	4	20	5	25	4	20
4.LONGEVIDAD	5	3	15	5	25	5	25	4	20	4	20	3	15
5.UNIONES / ESTANQUEIDAD	5	4	20	5	25	5	25	4	20	3	15	4	20
6.RESISTENCIA MECÁNICA	5	1	5	2	10	5	25	2	10	5	25	5	25
7.RES. ATAQUES BIOLÓGICOS	4	4	16	4	16	5	20	5	20	5	20	4	16
8.CORROSIÓN / PARÁMETROS ELÉCTRICOS	4	5	20	4	16	4	16	5	20	2	8	5	20
9.RUGOSIDAD (HAZEN-WILLIAMS)	1	5	5	5	5	4	4	5	5	3	3	5	5
10.DILATACIÓN	3	2	6	1	3	4	12	4	12	4	12	4	12
11.COLOCACIÓN / INSTALACIÓN	3	3	9	5	15	4	12	5	15	3	9	3	9
12.MANTENIMIENTO	4	3	12	5	20	5	20	5	20	3	12	4	16
13.COSTO PIEZAS ESPECIALES	4	2	8	3	12	3	12	3	12	5	20	3	12
Sub. Técnico	50		**156**		**192**		**207**		**204**		**198**		**189**
Valorac.s/ total	250	**62%**		**77%**		**83%**		**82%**		**79%**		**76%**	

De igual forma se realiza la valoración económica de los tubos :

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	COEF PONDER	1. PVC-U (Φ <500 mm.)		2. PE (Φ <500 mm.)		3. FUNDIC (Φ <500 mm.)		4. PRFV (Φ >500 mm.)		5. ACERO (Φ >500 mm.)		6. HACC(Φ >500 mm.)	
	K	V	K*V	V	K*V	V	K*V	V	K*V	V	K*V	V	K*V
DN<=100 mm	50	4	200	5	250	3	150	3	**248**				
DN 100-300 mm	50	5	250	3	150	4	200	3	**186**				
DN400-500 mm	50	5	250	3	150	4	200	3	**186**				
DN600-1000 mm	50					3	150	5	**308**	3	185	4	**247**
DN>1000 mm	50							4	**247**	5	308	5	**308**

	1. PVC-U (Φ <500 mm.)	1. PE (Φ <500 mm.)	2. FUNDIC (Φ <500 mm.)	3. PRFV (Φ >500 mm.)	4. ACERO (Φ >500 mm.)	5. HACC(Φ >500 mm.)
DN<=100 mm	356	**442**	357	398		
DN 100-300 mm	406	342	**407**	336		
DN 400-500 mm	406	342	**407**	336		

3.4.- CONCLUSIONES AL ESTUDIO DE MATERIALES

3.4.1.- Costes de primera inversión.

Los costes se mueven en una banda relativamente estrecha, sobre todo si se tiene en cuenta la competencia entre los distintos fabricantes. Ello da lugar a que sobre los precios de tarifa se apliquen unos descuentos, negociables en cada caso, que pueden conducir a la paradoja de que una tubería más costosa en tarifa resulta, finalmente, más económica.

- Para bajas presiones de trabajo de PN6, los diámetros más competitivos son de polietileno PE-100, frente a PVC-O y fundición, en los que queda penalizado su diseño para grandes presiones.
- Para diámetros menores de 200 mm hasta presiones de trabajo de 20 atm el más competitivo el tubo de polietileno PE-100, aunque próximo con el PVC-O. El tubo de PE-100 además presenta la ventaja que si es soldado permite evitar macizos de anclajes, a expensa de un mayor tiempo de trabajo en la soldadura.
- Para diámetros comprendidos entre 200 y 500 mm, los precios de PVC-O son relativamente más económicos si se busca presiones de trabajos comprendidas entre 12 atm y 25 atm. Además presenta ventajas relacionadas con las capacidades hidráulicas, la ejecución y puesta en obra. Es decir, los diámetros interiores de los tubos no son comparables, por lo que los precios han de extrapolarse.
- Para grandes presiones de trabajo se notan grandes ventajas técnicas más que económicas en el tubo de fundición. Actualmente se está comercializando un tubo denominado ZSK de acero con revestimiento interior de mortero de cemento que tiene precios competitivos con el polietileno.

3.4.2.- Pérdidas de carga, la rugosidad de los materiales

Las pérdidas de cargas son similares en las tuberías de hormigón y la de fundición (debido a que ésta lleva un revestimiento de mortero centrifugado), más alta el acero sin pintar y claramente menos rugosa la tubería de PRFV, PVC-O y PE. Sin embargo, en el presente caso las velocidades medias son reducidas por lo que la cuantía de las pérdidas de carga es pequeña y, por ende, las diferencias entre las pérdidas que ocasionarían los distintos materiales.

3.4.3.- Construcción y puesta en obra

La tubería de PE-100 presenta la ventaja del menor peso y de la posibilidad de eliminar la prueba de presión, ya que se puede reducir, simplemente, a la prueba del manguito de la junta.

3.4.4.- Efectos de la explotación

La de acero bien abocardado o el tipo ZSK tal vez sea la más delicada por los problemas de corrosión y del mantenimiento de la protección catódica. La de hormigón armado con camisa de chapa es menos sensible, si bien puede haber problemas de corrosión de armaduras y de ataques al hormigón, por lo que habría que aconsejar también la protección catódica. La de hormigón postensado tiene el inconveniente de la corrosión bajo tensión que puede ocasionar la rotura de la espira de pretensado y, consecuentemente, la del tubo. En cuanto al PRFV, el problema está en la incertidumbre del comportamiento a largo plazo del material, lo que supone un riesgo notable para una inversión cuantiosa como la presente y con vocación de larga vida. La de fundición resiste bastante bien los fenómenos de oxidación.

3.4.5.- Conclusiones y recomendaciones particulares al proyecto

La gama materiales para los diferentes diámetros vendrá condicionada por el cálculo hidráulico y su presión (timbraje) exigida. Para la presión de 6 atmósferas, se opta por PE100, si bien el PVC-O puede llegar a ser competitivo en diámetros de 315 y 400mm

5.2.- APÉNDICE 6.1.2. AGRUPACIÓN DE VERTIDOS : ALTERNATIVAS DE TRAZADO

ÍNDICE

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO 1

2.- ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO 1

3.- APÉNDICE 6.1.2.2. LISTADOS DE REPLANTEO DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO 3

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente apéndice tiene por objetos la realización del análisis multicriterio de alternativas de trazado de acuerdo con los criterios estipulados en el Anejo-2

2.- ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO

Para valoración y análisis de las alternativas de trazado se valoran los siguientes aspectos:

- Aspectos ambientales (proximidad a LIC, ZEPA, afección a flora, fauna, …, y número de cruces con arroyos) y de afección arqueológica e interés patrimonial (la afección al camino de Santiago y proximidad a elementos de interés). El peso de los aspectos ambientyales y arqueológicos será de 33 puntos sobre 100 puntos totales.
- Aspectos técnicos relacionados con el comportamiento hidráulico del conjunto, y mejora de la explotación. El peso de los aspectos técnicos y funcionales será de 33 puntos sobre 100 puntos totales.
- Aspectos económicos, de acuerdo con la valoración comparativa de alternativas. El peso de los aspectos económicos será de 34 puntos sobre 100 puntos totales.

El resultado de la valoración se adjunta el Apéndice 6.1.2.1 y las tablas adjuntas donde se incluye la valoración y observación a los diferentes aspectos analizados, así como el resultado de la ponderación de puntuaciones

En el Apéndice 6.1.2.1 se incluyen los las tablas de replanteo de cada una de las soluciones.

En el Apéndice 6.1.3. se incluyen los planos de planta y perfiles longitudinales de las soluciones analizadas.

El resultado del análisis se resume en:

a) ALTERNATIVAS DE LA FASE-1 DE LA AGRUPACIÓN DE VERTIDO DE LOS NÚCLEOS DEL ESTE DE TAPIA DE CASARIEGO

   - Estación de bombeo de Mántaras a nueva EDAR. Las alternativas desarrolladas están vinculadas a la ubicación definitiva de la EDAR, considerándose la alternativa-4 como la óptima por su menor afección al PGOU, impacto visual y menor afección a DPMT.

3.- APÉNDICE 6.1.2.2. LISTADOS DE REPLANTEO DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO

RAMAL: Pretratamiento-EDAR (ubicaciones)

REPLANTEO COLECTOR DE IMPULSIÓN TAPIA-DEPURADORA ALTERNATIVA 1

NODO	P.K. (m)	COORDENADA X	COORDENADA X	COORDENADA Z RASANTE TUBERÍA (m)	COORDENADA Z TERRENO NATURAL (m)	AZIMUT	LONGITUD (m)	PENDIENTE	COTA ROJA EXCAVACIÓN
NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO JUNTO A PRETRATAMIENTO TAPIA DE CASARIEGO	0,000	666.379,622	4.826.168,367	8,601	9,995	134,84345			1,394
							18,724	7,63%	
CAMBIO PENDIENTE	18,724	666.395,611	4.826.158,623	10,030	11,493	134,84345			1,463
							20,076	0,50%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	38,800	666.412,754	4.826.148,176	10,130	12,071	108,57257			1,941
							9,924	0,50%	
CAMBIO PENDIENTE	48,724	666.422,588	4.826.146,843	10,180	11,511	108,57257			1,331
							15,000	16,34%	
CAMBIO PENDIENTE	63,724	666.437,452	4.826.144,829	12,631	14,024	108,57257			1,393
							7,383	3,18%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	71,107	666.444,769	4.826.143,838	12,866	14,061	107,73238			1,195
							12,617	3,18%	
CAMBIO PENDIENTE	83,724	666.457,293	4.826.142,310	13,267	14,655	107,73238			1,388
							31,276	1,89%	
CAMBIO PENDIENTE	115,000	666.488,338	4.826.138,520	13,858	15,128	107,73238			1,270
							22,691	4,68%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	137,691	666.510,862	4.826.135,771	14,919	16,153	115,61975			1,234
							22,309	4,68%	
CAMBIO PENDIENTE	160,000	666.532,503	4.826.130,352	15,962	17,162	115,61975			1,200
							1,336	0,50%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	161,336	666.533,799	4.826.130,028	15,969	17,222	215,61975			1,253
							10,695	0,50%	
NUEVA DEPURADORA EN TAPIA DE CASARIEGO ALTERNATIVA 1	172,031	666.531,201	4.826.119,652	16,022	17,222	215,61975			1,200

REPLANTEO COLECTOR DE IMPULSIÓN TAPIA-DEPURADORA ALTERNATIVA 2

NODO	P.K. (m)	COORDENADA X	COORDENADA X	COORDENADA Z RASANTE TUBERÍA (m)	COORDENADA Z TERRENO NATURAL (m)	AZIMUT	LONGITUD (m)	PENDIENTE	COTA ROJA EXCAVACIÓN
NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO JUNTO A PRETRATAMIENTO TAPIA DE CASARIEGO	0,000	666.379,622	4.826.168,367	8,601	9,995	134,84345			1,394
							18,724	7,63%	
CAMBIO PENDIENTE	18,724	666.395,611	4.826.158,623	10,030	11,493	134,84345			1,463
							20,076	0,50%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	38,800	666.412,754	4.826.148,176	10,130	12,071	108,57257			1,941
							9,924	0,50%	
CAMBIO PENDIENTE	48,724	666.422,588	4.826.146,843	10,180	11,511	108,57257			1,331
							15,000	16,34%	
CAMBIO PENDIENTE	63,724	666.437,452	4.826.144,829	12,631	14,024	108,57257			1,393
							7,383	3,18%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	71,107	666.444,769	4.826.143,838	12,866	14,061	107,73238			1,195
							12,617	3,18%	
CAMBIO PENDIENTE	83,724	666.457,293	4.826.142,310	13,267	14,655	107,73238			1,388
							31,276	1,89%	
CAMBIO PENDIENTE	115,000	666.488,338	4.826.138,520	13,858	15,128	107,73238			1,270
							22,691	4,68%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	137,691	666.510,862	4.826.135,771	14,919	16,153	115,61975			1,234
							22,309	4,68%	
CAMBIO PENDIENTE	160,000	666.532,503	4.826.130,352	15,962	17,162	115,61975			1,200
							42,905	3,63%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	202,905	666.574,123	4.826.119,930	17,518	18,718	120,96822			1,200
							56,708	1,26%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	259,613	666.627,783	4.826.101,588	18,234	19,434	111,29065			1,200
							31,112	1,26%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	290,725	666.658,406	4.826.096,100	18,627	19,827	121,09200			1,200
							14,275	1,26%	
CAMBIO PENDIENTE	305,000	666.671,905	4.826.091,456	18,807	20,065	121,09200			1,258
							29,665	11,11%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	334,665	666.699,957	4.826.081,807	22,104	23,334	129,04731			1,230
							21,161	11,11%	
CAMBIO PENDIENTE	355,826	666.718,953	4.826.072,483	24,456	25,666	129,04731			1,210
							32,109	0,50%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	387,935	666.747,777	4.826.058,335	24,617	26,512	131,30718			1,895
							89,691	0,50%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	477,626	666.826,840	4.826.015,984	25,065	27,189	231,23299			2,124
							11,444	0,51%	
NUEVA DEPURADORA EN TAPIA DE CASARIEGO ALTERNATIVA 2	489,070	666.821,448	4.826.005,890	25,123	26,428	231,23299			1,305

REPLANTEO COLECTOR DE IMPULSIÓN TAPIA-DEPURADORA ALTERNATIVA 3

NODO	P.K. (m)	COORDENADA X	COORDENADA X	COORDENADA Z RASANTE TUBERÍA (m)	COORDENADA Z TERRENO NATURAL (m)	AZIMUT	LONGITUD (m)	PENDIENTE	COTA ROJA EXCAVACIÓN
NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO JUNTO A PRETRATAMIENTO TAPIA DE CASARIEGO	0,000	666.379,622	4.826.168,367	8,601	9,995	134,84345			1,394
							18,724	7,63%	
CAMBIO PENDIENTE	18,724	666.395,611	4.826.158,623	10,030	11,493	134,84345			1,463
							20,076	0,50%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	38,800	666.412,754	4.826.148,176	10,130	12,071	108,57257			1,941
							9,924	0,50%	
CAMBIO PENDIENTE	48,724	666.422,588	4.826.146,843	10,180	11,511	108,57257			1,331
							15,000	16,34%	
CAMBIO PENDIENTE	63,724	666.437,452	4.826.144,829	12,631	14,024	108,57257			1,393
							7,383	3,18%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	71,107	666.444,769	4.826.143,838	12,866	14,061	107,73238			1,195
							12,617	3,18%	
CAMBIO PENDIENTE	83,724	666.457,293	4.826.142,310	13,267	14,655	107,73238			1,388
							31,276	1,89%	
CAMBIO PENDIENTE	115,000	666.488,338	4.826.138,520	13,858	15,128	107,73238			1,270
							22,691	4,68%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	137,691	666.510,862	4.826.135,771	14,919	16,153	115,61975			1,234
							22,309	4,68%	
CAMBIO PENDIENTE	160,000	666.532,503	4.826.130,352	15,962	17,162	115,61975			1,200
							42,905	3,63%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	202,905	666.574,123	4.826.119,930	17,518	18,718	120,96822			1,200
							56,708	1,26%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	259,613	666.627,783	4.826.101,588	18,234	19,434	111,29065			1,200
							31,112	1,26%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	290,725	666.658,406	4.826.096,100	18,627	19,827	121,09200			1,200
							14,275	1,26%	
CAMBIO PENDIENTE	305,000	666.671,905	4.826.091,456	18,807	20,065	121,09200			1,258
							29,665	11,11%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	334,665	666.699,957	4.826.081,807	22,104	23,334	129,04731			1,230
							21,161	11,11%	
CAMBIO PENDIENTE	355,826	666.718,953	4.826.072,483	24,456	25,666	129,04731			1,210
							32,109	0,50%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	387,935	666.747,777	4.826.058,335	24,617	26,512	131,30718			1,895
							89,691	0,50%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	477,626	666.826,840	4.826.015,984	25,065	27,189	129,96491			2,124
							46,891	0,23%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	524,517	666.868,632	4.825.994,719	25,175	27,494	129,96038			2,319
							71,603	0,23%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	596,120	666.932,450	4.825.962,252	25,343	27,114	127,86341			1,771
							36,650	0,24%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	632,770	666.965,646	4.825.946,718	25,430	26,959	130,38043			1,529
							31,709	0,23%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	664,479	666.993,813	4.825.932,154	25,504	27,012	136,48605			1,508
							34,943	0,23%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	699,422	667.023,172	4.825.913,206	25,586	27,005	140,31420			1,419
							13,796	0,24%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	713,218	667.034,293	4.825.905,042	25,619	26,992	240,43930			1,373
							12,080	0,23%	
NUEVA DEPURADORA EN TAPIA DE CASARIEGO ALTERNATIVA 3	725,298	667.027,126	4.825.895,318	25,647	26,847	240,43930			1,200

RAMAL: Pretratamiento-EDAR (ubicaciones)

REPLANTEO COLECTOR DE IMPULSIÓN TAPIA-DEPURADORA ALTERNATIVA 4

NODO	P.K. (m)	COORDENADA X	COORDENADA X	COORDENADA Z RASANTE TUBERÍA (m)	COORDENADA Z TERRENO NATURAL (m)	AZIMUT	LONGITUD (m)	PENDIENTE	COTA ROJA EXCAVACIÓN
NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO JUNTO A PRETRATAMIENTO TAPIA DE CASARIEGO	0,000	666.379,622	4.826.168,367	8,601	9,995	134,84345			1,394
							18,724	7,63%	
CAMBIO PENDIENTE	18,724	666.395,611	4.826.158,623	10,030	11,493	134,84345			1,463
							20,076	0,50%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	38,800	666.412,754	4.826.148,176	10,130	12,071	108,57257			1,941
							9,924	0,50%	
CAMBIO PENDIENTE	48,724	666.422,588	4.826.146,843	10,180	11,511	108,57257			1,331
							15,000	16,34%	
CAMBIO PENDIENTE	63,724	666.437,452	4.826.144,829	12,631	14,024	108,57257			1,393
							7,383	3,18%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	71,107	666.444,769	4.826.143,838	12,866	14,061	107,73238			1,195
							12,617	3,18%	
CAMBIO PENDIENTE	83,724	666.457,293	4.826.142,310	13,267	14,655	107,73238			1,388
							31,276	1,89%	
CAMBIO PENDIENTE	115,000	666.488,338	4.826.138,520	13,858	15,128	107,73238			1,270
							22,691	4,68%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	137,691	666.510,862	4.826.135,771	14,919	16,153	115,61975			1,234
							22,309	4,68%	
CAMBIO PENDIENTE	160,000	666.532,503	4.826.130,352	15,962	17,162	115,61975			1,200
							42,905	3,63%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	202,905	666.574,123	4.826.119,930	17,518	18,718	120,96822			1,200
							56,708	1,26%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	259,613	666.627,783	4.826.101,588	18,234	19,434	111,29065			1,200
							31,112	1,26%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	290,725	666.658,406	4.826.096,100	18,627	19,827	121,09200			1,200
							14,275	1,26%	
CAMBIO PENDIENTE	305,000	666.671,905	4.826.091,456	18,807	20,065	121,09200			1,258
							29,665	11,11%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	334,665	666.699,957	4.826.081,807	22,104	23,334	129,04731			1,230
							21,161	11,11%	
CAMBIO PENDIENTE	355,826	666.718,953	4.826.072,483	24,456	25,666	129,04731			1,210
							32,109	0,50%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	387,935	666.747,777	4.826.058,335	24,617	26,512	131,30718			1,895
							89,691	0,50%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	477,626	666.826,840	4.826.015,984	25,065	27,189	129,96491			2,124
							46,891	0,23%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	524,517	666.868,632	4.825.994,719	25,175	27,494	129,96038			2,319
							71,603	0,23%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	596,120	666.932,450	4.825.962,252	25,343	27,114	127,86341			1,771
							36,650	0,24%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	632,770	666.965,646	4.825.946,718	25,430	26,959	130,38043			1,529
							31,709	0,23%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	664,479	666.993,813	4.825.932,154	25,504	27,012	136,48605			1,508
							34,943	0,23%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	699,422	667.023,172	4.825.913,206	25,586	27,005	140,31420			1,419
							13,796	0,24%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	713,218	667.034,293	4.825.905,042	25,619	26,992	143,60294			1,373
							18,084	0,23%	
CAMBIO ALINEACIÓN HORIZONTAL	731,302	667.048,299	4.825.893,601	25,661	26,964	149,05151			1,303
							28,698	0,23%	
CAMBIO PENDIENTE	760,000	667.068,891	4.825.873,614	25,727	26,975	149,05151			1,248
							40,000	0,95%	
CAMBIO PENDIENTE	800,000	667.097,594	4.825.845,754	26,107	27,372	149,05151			1,265
							22,944	5,45%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	822,944	667.114,058	4.825.829,774	27,357	28,557	41,33681			1,200
							57,056	0,75%	
CAMBIO PENDIENTE	880,000	667.148,556	4.825.875,219	27,787	29,055	41,33681			1,268
							55,000	2,66%	
CAMBIO PENDIENTE	935,000	667.181,811	4.825.919,026	29,252	30,452	41,33681			1,200
							106,339	0,85%	
CAMBIO PENDIENTE Y ALINEACIÓN HORIZONTAL	1.041,339	667.246,108	4.826.003,725	30,154	31,354	75,87803			1,200
							108,661	1,64%	
CAMBIO PENDIENTE	1.150,000	667.347,062	4.826.043,919	31,940	33,336	75,87803			1,396
							100,237	0,50%	
NUEVA DEPURADORA EN TAPIA DE CASARIEGO ALTERNATIVA 4	1.250,237	667.440,189	4.826.080,997	32,441	33,191	75,87803			0,750

5.3.- APÉNDICE 6.1.3. AGRUPACIÓN DE VERTIDOS: ALTERNATIVAS DE UBICACIÓN DE EDAR

ESTUDIO DE UBICACIÓN DE LA EDAR DE TAPIA

												Coste energético											Coste diferencial de infraestructura					
												Bombeo pretratamiento				Bombeo Mántaras					25	0,13						
Seleccionada	**Alternativa**	**Polígono**	**Parcela**	**Superficie (Ha)**	**Observación**	**Cota pto de conexión a EDAR en parcela**	**Orografía de parcela**	**Clasificación s/ PGOU**	**Afección a DPMT**	**Afección ambiental**	**Impacto visual y aceptación social**	Long impulsión (m)	Manométrica de bombeo (mca)	Caudal (m3/s)	Potencia (Kw)	Long impulsión (m)	Manométrica de bombeo (mca)	Caudal (m3/s)	Potencia (Kw)	Potencia total	Coste €/Kw fijo /año	Coste consumo Kw/h-año =Pot(Kw/h)*24h*365d/año*20%	Coste energía total/año	Coste total+20%	Coste conducción (€) impulsión pretratamiento	Coste conducción (€) impulsión mántaras	Conste conducción gravedad retorno DN PVC500mm	Conste conducción gravedad remodelación DN PVC500mm	Coste estación de bombeo+instalaciones aux. (@40.000€/Ud)
NO	Alt-1	6	35451	0,1053	Superficie limitada, requiereagregar dos parcelas	15,6	parcela plana con pocas diferencias de cotas, inferior a 1,5m	POLA-PESC (no urbanizable)	si, dentro de la línea de 100m	ALTA: Afección costas. Terreno antropizado	ALTO: Muy próxima a núcleo urbano. Distancia 50m aprox	150	17,70	0,17	41,853	No es enecsario bombeo por disponer cota , si bien se requiere ampliar el colector existente pasando de 300mm a un colector de 500mm de diámetro, y complementar un bombeo en el pozo de gruesos de la EDAR				41,9	1.046	9.532	10.579	146.191	15.951		10.851	55.024	40.000
		6	5450	0,1764		15,6		POLA-PESC (no urbanizable)	si, dentro de la línea de 100m	ALTA: Afección costas. Terreno antropizado	ALTO: Muy próxima a núcleo urbano. Distancia 50m aprox																		
NO	Alt-2	6	743	0,8185	Amplia superficie para albergar varios procesos de tratamiento	27,0	Parcela inclinada con 5,0m de diferencia de cota , con pendiente hacia arroyo	POLA-PESC (no urbanizable)	Fuera de línea de 100m, y dentro de la línea de 200m	MEDIA: afección costas. Terreno agrícola-pradera	ALTO: Muy próxima a núcleo urbano y zona de futuro desarrollo distancia (100 m aprox)	480	30,40	0,17	71,882	230	15,20	0,1062	22,21	94,1	2.352	21.431	23.783	228.534	51.043	19.398	40.003		80.000
NO	Alt-3	6	745	0,478	Mitad de parcela	27,0	Parcela inclinada con 5,0m de diferencia de cota , con pendiente hacia arroyo	POLA-PESC (no urbanizable)	Fuera de línea de 200m	BAJO: terreno agrícola-pradera, fuera de afección a Costas	ALTO: Muy próxima a núcleo urbano y zona de futuro desarrollo distancia (150 m aprox). Próximo a zona clasificada rural (50-75m)	750	31,80	0,17	75,193	175	14,60	0,1062	21,34	96,5	2.413	21.985	24.398	284.423	79.755	14.760	62.505		80.000
SI	Alt-4	6	774	2,4	Puede utilizarse la parcela parcialmente	33,5	Parcela inclinada con 5,0m de diferencia de cota , con pendiente hacia arroyo	POLA-PESC (no urbanizable)	Fuera de línea de 200m	BAJO: terreno agrícola-pradera, fuera de afección a Costas	BAJO: Alejado del núcleo urbano en una parcela rústica clasificada como POLA, tras colina. Distancia a núcloe urbano 650m Dstancia anúcleo rural de 100m	1250	39,30	0,17	92,927	708	23,00	0,1062	33,61	127	3.163	28.820	31.983	452.175	132.925	59.713	104.175		80.000

Peso de ponderación (K)	100	5	30	10	25					5	25
Puntuación (P)											
Alt-1		0%	0%	15%	0%					100%	100%
Alt-2		0%	10%	20%	0%					55%	72%
Alt-3		0%	100%	100%	30%					50%	65%
Alt-4		0%	100%	100%	100%					33%	0%
Valoración : KxP											
Alt-1	31,50	0	0	1,5	0					5	25
Alt-2	25,75	0	3	2	0					2,75	18
Alt-3	66,25	0	30	10	7,5					2,5	16,25
Alt-4	66,65	0	30	10	25					1,65	0

5.4.- APÉNDICE 6.1.4. AGRUPACIÓN DE VERTIDOS: ALTERNATIVAS DE TIPOLOGÍA DE EDAR TEMPORAL

5.4.1.- Introducción

El presente apéndice tiene por objeto exponer las alternativas de tratamiento temporal que deberán realizarse en las EDAR de Serantes y Rapalcuarto durante la ejecución de las obras de agrupación de vertido.

Como criterio de diseño se ha establecido que las nuevas instalaciones deban ser ejecutadas en la misma parcela donde se ubican las EDAR existentes con objeto de generar la mínima afección. Para ello será necesario desviar el caudal de agua sanitaria a una EDAR temporal ubicada en la parcela colindante a la misma, debiéndose garantizar la calidad del efluente de acuerdo con la Directiva 91/271.

Las características de las EDAR actuales se resume en:

a) EDAR de Serantes

La EDAR de Serantes actual se trata de una planta de tratamiento biológico de fangos activados en oxidación total está dimensionada para un total de 1250 he y un caudal medio diurno 15.62 m3/h y un caudal máximo 23.43 m3/h

La calidad del agua entrante se simplifica en la siguiente tabla:

	Ph	Conductividad (uS)	Turbidez NTU	S.S (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	NTK (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
Promedio	6,96	811,62	206,86	363,45	343,32	567,11	40,84	20,76
Máximo	8,56	2.170,00	2.500,00	3.720,00	2.000,00	2.400,00	175,70	63,00
Mínimo	5,80	6,31	14,38	12,00	21,00	18,20	0,42	7,20

b) EDAR Rapalcuarto

La EDARde Rapalcuarto-Calambreestá dimensionada para 368 habitantes equivalentes, y un caudal punta de 5,6 l/sg.

El proceso de depuración consiste en desbaste previo a base de reja de gruesos , reja de fmos y desarenador en arqueta; decantación de flujo vertical y digestión anaerobia, en sendos decantadores-digestores primarios; digestión aerobia en filtro biológico relleno con material plástico de elevada superficie específica, al que se bombea el efluente con Qp. de los decantadores primarios y se distribuye la carga hidraúlica con un difusor rotativo , estando previsto el ciclo para una recirculación de factor (3+ 1) a Qm y (0+ 1) a Qp, finalizando el proceso con una decantación secundaria y emisario.

La calidad del agua entrante se simplifica en la siguiente tabla:

	Ph	Conductividad (uS)	Turbidez NTU	S.S (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	NTK (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
Promedio	6,84	559,29	97,41	189,74	191,16	300,74	25,27	15,99
Máximo	7,74	1.684,00	1.000,00	720,00	720,00	1.270,00	97,24	63,00
Mínimo	5,80	244,00	5,09	7,00	4,00	11,00	3,20	3,60

Los criterios de diseño de las EDAR deben cumplir los requerimientos establecidos en la Directiva 91/271, función del tamaño de la EDAR y medio receptor.

Para las poblaciones de menos de 2.000 habitantes-equivalentes la normativa exige un "tratamiento adecuado" de las aguas residuales, entendiéndose como tal aquel tratamiento que permita que las aguas receptoras cumplan después del vertido los objetivos de calidad previstos.

De acuerdo con los cálculos de caudales del Anejo-6, se obtiene los siguientes resultados

Rapalcuarto-Calambre	Serantes

	Rapalcuarto-Calambre	Serantes
POBLACIÓN		
Población base 2015 estival	104	545
Población estacional 2015	208	1.090
POBLACIÓN GANADERA		
Población ganadera 2015	538	1.818
Habitantes equivalentes		
h-e inv-2015	219	1.648
h-e ver-2015	301	2.420
SITUACIÓN ACTUAL		
Qmin-inv-2015=QDmin+QImin	0,40	1,66
Qmin-ver-2015=QDmin+QImin	0,55	2,45
QDm-inv-2015=QDm+Qim	0,80	3,37
QDm-Ver-2015=QDm+Qim	1,10	4,94
Qp-inv-2015=QDp+Qip+QF	5,59	12,64
Qp-ver-2015 =	6,40	16,10
Qmax-Inv-2015	65,59	72,64
Qmax-ver-2015	66,40	76,10
Valores promedio		
DBO5	190	340
DQO	301	567
SS	190	363
NTK	25	41
P	9	12
Valores objetivo		
DBO5	25	25
DQO	125	125
SS	35	35
NTK	12	12
P	2	2
% reducción mínimo requerido		
DBO5	87%	93%
DQO	58%	78%
SS	82%	90%
NTK	53%	71%
P	78%	83%

Los resultados anteriormente expuestos consideran la aportación de caudales de la población ganadera y naves conectadas en su totalidad, siendo la realidad actual bastante inferior.

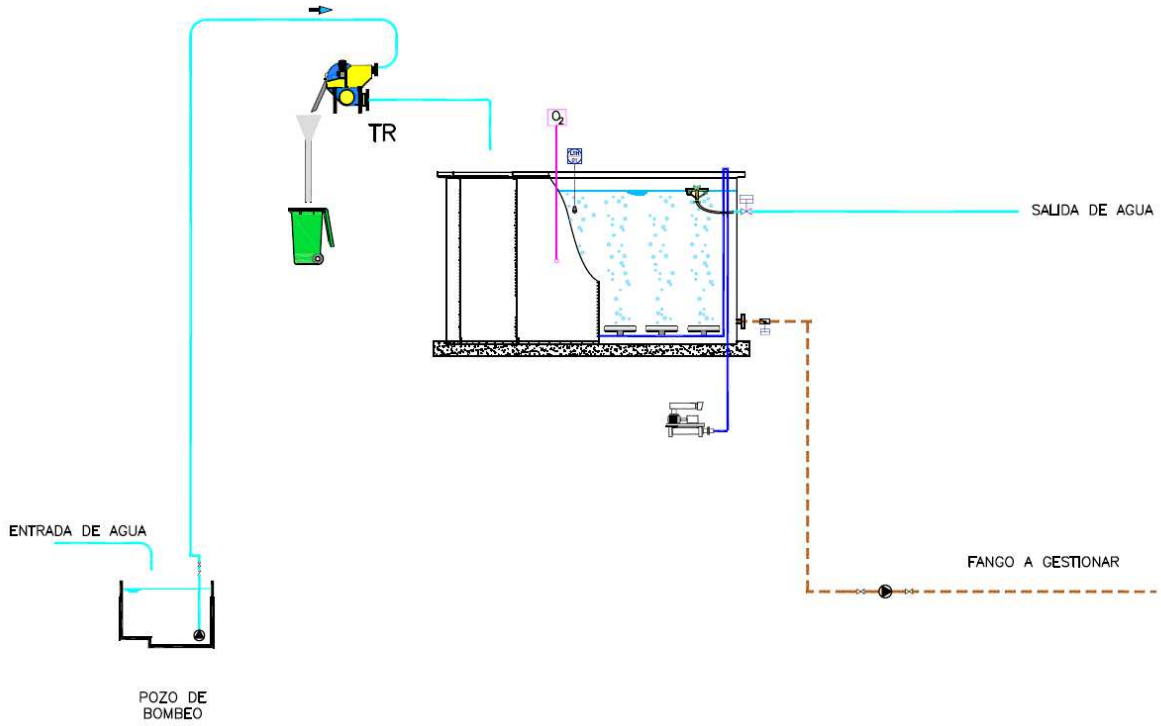
A la vista de los resultados se opta por disponer sistemas de tratamiento temporales en una duración mínima de 6 meses:

5.4.1.1.- Alternativa-1: EDAR temporal SBR para acometer caudal puntas de 20 m3/h

a) Proceso

El Proceso de depuración que se va a seguir, estará basado tras el paso del vertido por el tamizado mediante Tamiz Rotativo, en un proceso Biológico Secuencial para reducir la carga hasta los límites de vertido. El proceso finaliza con un espesado de los fangos generados. Los lodos generados en este proceso de depuración, deberán ser gestionados por el cliente.

El caudal de diseño será próximo a 20m3/h.



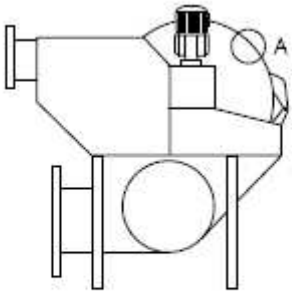
El proceso está compuesto por:

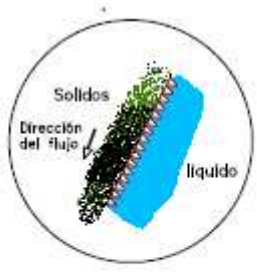
BOMBEO A PRETRATAMIENTO

La estación depuradora necesita un bombeo previo para vencer la diferencia de cotas entre la salida de agua al pozo de bombeo y la entrada al primer equipo del pretratamiento. Previamente a éste se aconseja disponer de una reja de desbaste que proteja a las bombas de sólidos voluminosos.

TAMIZADO

Su misión es eliminar los sólidos que arrastre el agua, con el fin de evitar atasques y problemas mecánicos en las instalaciones. Debe tener una luz igual o menor de 1 mm. Se instala el tamiz rotativo necesario para el caudal de bombeo.





DETALLE A

Visión esquematizada del fenómeno de la separación de solidos

REACTOR BIOLÓGICO SBR

Los reactores SBR, podemos englobarlos dentro de los sistemas de tratamiento de cultivo en suspensión, funcionando en régimen discontinuo conforme a una determinada secuencia de etapas.

Los fangos activados empleados son aerobios facultativos, manteniéndose en suspensión y mezcla completa mediante adecuados sistemas de agitación.

A diferencia de los sistemas convencionales (fangos activos), en los que la reacción biológica y la decantación se realiza en tanques diferentes, orientados secuencialmente en el espacio, los reactores SBR utilizan un mismo tanque para el proceso de activación y decantación, están por lo tanto orientados secuencialmente en el tiempo.

CICLO OPERATIVO

Dada la flexibilidad de este reactor, se describe a continuación lo que sería una secuencia típica, que incluiría cuatro fases temporales:

Llenado: Durante el llenado se produce la entrada de alimentación en el reactor, siendo una fracción importante de la materia orgánica suspendida adsorbida por los flóculos. El porcentaje de eliminación de la DQO, puede llegar a ser superior al 85 por 100, dependiendo de la concentración de fangos, calidad del flóculo, carga orgánica, etc.

Oxidación de la materia orgánica: Corresponde a la etapa aerobia del proceso. La materia orgánica adsorbida en la etapa anterior y la no adsorbida es oxidada por las bacterias. La duración de esta etapa puede variar entre 0 y un 60 % de la duración completa del ciclo, dependiendo de la composición del agua a tratar, el estado de los fangos, etc. La concentración de O.D del medio puede regularse adaptandose a las necesidades, se ha conseguido operar con niveles de O.D. inferiores a 1 ppm, con el consiguiente ahorro energético.

Sedimentación: Se produce la decantación de la biomasa, esta etapa ejerce una influencia muy importante en la calidad del efluente, en lo que a SST se refiere. El flóculo de biomasa debe adquirir durante la etapa de desnitrificación un tamaño y una densidad óptimos, para que la sedimentación se produzca de la forma lo más rápida posible, ya que todo tiempo adicional implica una disminución de la eficacia del proceso al aumentar la duración del ciclo. Un tamaño pequeño del floculo sedimenta con dificultad, por lo que deberán evitarse todos aquellos motivos que provoquen la ruptura del mismo.

Vaciado: tras conseguir una óptima sedimentación se procede al vaciado del reactor, procurando que esta etapa sea lo más corta posible para aumentar la eficacia del proceso. El vacioado del fango producido se realiza directamente del fondo de la balsa, mientras que la extracción del clarificado se hace mediante bridas fijas y válvulas automáticas actuadas neumáticamente.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

BOMBEO A TRATAMIENTO
Nº de bombas..... 2 (1+1 reserva)
Tipo..... sumergible
Impulsor..... monocanal
Modelo..... MAM15T2
Caudal , m3/h ..... 32,4 – 10,8
Presión, mca..... 8,6 - 14
Potencia del motor, Kw..... 1,5
Paso de sólidos, mm 50
Tensión, V 230/400
Impulsión ..... 2 " gas
TAMIZADO
Nº de unidades 1
Tipo..... Rotativo
Marca..... DEFENDER
Modelo..... TR 63/60
Luz, mm..... 1
Caudal máximo, m3/h 101

Diámetro tambor, mm..... 630
Longitud tambor, mm..... 600
Potencia, Kw..... 0,55
Longitud total, mm..... 1.140
Anchura total, mm 1.375
Altura total, mm 1.350
Material malla ..... AISI 304
Tubuladuras:
Entrada del agua, mm 100
Salida del agua, mm..... 125
TANQUE BIOLOGICO SBR
W-TANK
Nº unidades 1
Cada unidad:
Tipo ..... Tanque de placas modulares
Construcción ..... Placas prefabricadas PRFV
Modelo N20D13H5
Marca ..... W-TANK
Número de placas 20
Diámetro, m 13
Altura total depósito, m..... 5
Volumen total, m3 695
Boca de Hombre ..... Incluida
Bridas..... Incluidas

Escaleras de acceso de gato ..... Incluida)
Plataforma-soporte con barandilla ..... Incluida
Soleras depósitos ..... No incluida
SISTEMA DE AIREACION
DIFUSORES
Nº Unidades..... 50
Tipo..... membrana tubular
Marca ..... TORO EQUIPMENT
Modelo..... DBF 1500
Diámetro, mm..... 70
Longitud, mm..... 1.500
Material membrana ..... EPDM
Material Línea aire ..... Incluida
Material ..... Inox/PVC
SOPLANTE
Nº de soplantes 1

Caudal aire en impulsión, Nm3/h 870
Presión, mbar 550
Potencia, Kw..... 22
Voltaje, V 400
Cabina insonorización ..... Incluida
Arrancadores ..... Incluidos
Tejadillo para intemperie ..... Incluido
MEDICIÓN DE OXÍGENO
Nº unidades. 1
SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE CLARIFICADO
Nº unidades. 1
Tipo ..... Válvula act. neumáticamente
Incluye tubería para canalizar la salida del clarificado hacia el punto de vertido según implantación.
Compresor de aire ..... Incluido
BOMBEO DE EXTRACCIÓN DE FANGO Y BOMBEO A ESPESADO
Nº Unidades..... 2 (1+1 de reserva)
Tipo..... centrífuga autoaspirante
Diámetro de aspiración ..... 2”
Diámetro de impulsión..... 2”
Potencia, Kw..... 0,75
Caudal, m3/h 19
Tensión, V 400
Velocidad, r.p.m..... 2.850
Frecuencia, Hz 50
Instalación ..... Interior contenedor 20’
Bases de acoplamiento bombas ..... Incorporada
Válvulas, tubería, elementos conexión ..... Incluidos

b) Presupuesto

- Alquiler Equipo 1er y 2º mes 60.000 €/mes
- Alquiler Equipo 2º y 3er mes 30.000 €/mes
- Alquiler Equipo resto de meses 15.000 €/mes
- Obra civil, puesta en marcha y varios: 10.000€

  Por lo tanto para 6 meses de alquiler se estima en 60.000 x2+30.000x2+15.000x2+10.000=220.000€/EDAR

  Por lo que será necesario disponer de 2 EDAR, resultando 440.000€

NOTA: La duración minima del alquiler ascenderá a 4 meses.

NOTA: Partidas no incluidas en el presupuesto aportado por la empresa especializada y suministradora de EDAR compacta, y valorado a parte:

La *obra civil necesaria para la instalación de Estación Depuradora de Aguas Residuales no incluida en este presupuesto, de la que se facilitará planos, consta de las siguientes partidas:*

- *Trabajos de acondicionamiento sobre terreno.*
- *Desbroces, excavaciones, compactaciones, niveleaciones, etc, necesarios.*
- *Pozos de bombeo, de purga, desarenadores.*
- *Soleras de hormigón armado para los depósitos.*
- *Caseta de equipos (si procede).*
- *Estructuras metálicas de elevación y/o soporte no descritas (si procede).*
- *Escaleras de acceso y pasarelas no descritas (si procede).*
- *Construcciones auxiliares, zanjas, etc.*

El presupuesto incluyendo el alquiler de equipos, montaje y puesta en marcha consta de las siguientes partidas:
- Pretratamiento:

 Tamiz Rotativo
 Tolva, canalización, estructura/soporte
- Reactor Biológico SBR:
 2 Uds Tanque de placas modulares PRFV modelo W-Tank N20D13H5 (1 para cada planta)
 Material necesario para el montaje
 Montaje de placas
 Maquinaria necesaria para la instalación de placas (grúa, camión, andamiaje, cesta, compresor neumático,…).
 Escaleras de acceso a reactores y plataformas con barandilla
 Difusores de burbuja fina, material de distribuidores y colectores
 Válvulas actuadas neumáticamente para extracción de clarificado
 Línea de aire
 Medidores de oxígeno en los reactores
 Valvulería, soportes y material de conexionado
 Soplantes, incluyendo cabinas de insonorización
 Tejadillo para soplantes
 Bomba de arqueta de purgas
- Transporte y descarga
- Montaje, electrificación y puesta en marcha
No está incluido en el presupuesto (
 El desmontaje completo de la instalación, una vez finalizadas las obras de la E.D.A.R definitiva, ni el acopio del material y embalaje en la zona de desmontaje o de instalación definitiva
 Tras el desmontaje y el embalado del material, la carga y transporte a futuros destinos.
 Obra civil necesaria para la instalación
 Casetas de obra
 Estructuras de elevación de equipos no especificadas
 Cuadro eléctrico para otros elementos de planta
 Otros montajes de resto de elementos de planta
 Otros materiales de montaje, conexionado y electrificación
 Otros depósitos y/o contenedores de residuos (p.ej. Tamiz) y fangos generados
 Gestión de los residuos
Tuberías:
 Las tuberías incluidas en el presupuesto son las siguientes y serán de los siguientes materiales:
- Las tuberías de conexión entre equipos que sean aéreas se realizarán en PVC la mayor parte.
- El colector de aire será realizado en acero inoxidable AISI 304.
- Los distribuidores de aire de fondo de balsa, serán realizados en PVC.
 Las tuberías NO incluidas en el presupuesto son las siguientes y serán de los siguientes materiales:
- Las tuberías de conexión entre equipos que sean enterradas se realizarán en PE la mayor parte. (Si procede).
- Las tuberías enterradas para el cableado eléctrico de los equipos serán en PE corrugado la mayor parte. (Si procede).
- Otras tuberías de conexión no especificadas.
- Las acometidas de producto químico (si procede) hasta el contenedor

5.4.1.2.- Alternativa-2: Alquiler de equipo premontado de flotación por aire disuelto de 20 m3/h

a) Proceso

La presente alternativa considera la situación temporal de la actuación, no siendo tan restrictivo en la calidad del efluente vertido , por lo que el proceso se resuelve mediante un tratamiento compuesto por:

TAMIZ ROTATIVO
Nº de unidades 1
Tipo..... Rotativo
Marca..... DEFENDER
Modelo..... A confirmar por el cliente
Luz, mm..... A confirmar por el cliente
Cuadro eléctrico ..... Incluido
o Envolvente metálica
o Control automático de operación y limpieza
o Control a 24 VCC
o Protección magneto térmica de los motores

EQUIPO PREMONTADO FLOTACIÓN
FLOCULADOR
Nº de unidades 1
Modelo FLH-20
Diámetro de Tubería ..... DN 80 Ø90
Reducciones ..... DN 50 Ø63
Material:
Soporte ..... Acero Inoxidable AISI-304
Tuberías ..... PEHD
Piecerío Incorporado:
Punto de inyección de floculante 1
Punto de inyección de sosa 1
Punto de inyección de coagulante 1
Punto de sonda para pH 1
Puntos para Toma de Muestras 4
BOMBA DOSIFICADORA DE SOSA:
Nº unidades 1
Material:
Membrana ..... PTFE
Cilindro ..... PP
Válvulas ..... Borosilicato M 3/4”
Caudal máximo ..... 87 - 72 l/h para 50Hz
Presión máxima ..... 8 bar
Motor:
Tipo ..... Trifásico
Potencia ..... 0,37 kW
Tensión ..... 230/400 V
Frecuencia ..... 50/60 Hz
Protección IP IP55
BOMBA DOSIFICADORA DE COAGULANTE:
Nº unidades 1
Material:
Membrana ..... PTFE
Cilindro ..... PP
Válvulas ..... Borosilicato 6x12mm
Caudal máximo ..... 38 - 53 l/h para 50Hz
Presión máxima ..... 10 bar
Motor:
Tipo ..... Trifásico
Potencia ..... 0,37 kW

Tensión ..... 230/400 V
Frecuencia ..... 50/60 Hz
Protección IP55
CONTROL DE pH:
Nº de unidades 1
Marca ..... JUMO
Modelo ..... dTrans PH-02
Voltaje ..... 230 V
Kit de limpieza de sonda de pH:
Cantidad 1
Electroválvula ..... 3/2 ways
Tipo ..... BÜRKERT
Modelo 6211
Conexión ..... ½ “
Diámetro ..... 13 mm
Kv factor (Agua) 3,6 m3/h
Voltaje ..... 24 V.D.C.
Consumo ..... 4 W
BOMBA DOSIFICADORA DE FLOCULANTE:
Nº unidades 1
Material:
Pistón ..... PEUHMW
Cilindro ..... PP
Juntas ..... FPM
Válvulas ..... Vidrio M 1 1/4"
Caudal máximo ..... 166 l/h para 50Hz
Presión máxima ..... 12 bar
Motor:
Tipo ..... Trifásico
Potencia ..... 0,75 kW
Tensión ..... 230/400 V
Frecuencia ..... 50/60 Hz
Protección IP IP55
PLANTA AUTOMÁTICA DE POLIELECTROLITO
Nº de unidades 1
Tipo ..... Planta automática de polielectrolito
Modelo ..... PAP 1500
Depósito:
Capacidad depósito, litros 1.500
Longitud, mm 1.635
Anchura, mm 1.095
Altura total, mm 1.980
Material ..... PRFV
Dispersador:
Material ..... PVC
Tolva polielectrolito:
Capacidad tolva, litros 22
Dosificación ..... 0,4 l/min.
Material ..... Acero inoxidable AISI-304
Sinfín ..... Acero inoxidable AISI-304
Motorreductor:
Potencia, Kw 0,12
Régimen, r.p.m. 47,1

Agitador:
Nº agitadores 1
Potencia, Kw 0,75
Protección..... IP 55
Eje ..... AISI 316
Turbina ..... AISI 316
FLOTADOR POR AIRE DISUELTO
Nº de unidades 1
Marca ..... ANACONDA
Modelo ..... FRC-20 BS
Capacidad media 20 m3/h
Material depósito ..... PRFV
Acabado depósito ..... Gel Coat I5 BV
Estructura ..... Acero Inoxidable AISI-304
Elementos Separadores:
Nº de unidades 1
Tipo ..... CPS
Distancia entre placas ..... 100 mm.
Material depósito ..... PRFV + PVC
Purga de fondo:
Nº de unidades 1
Tipo ..... MARIPOSA con actuador neumático DN80 Ø90
Actuador ..... ASR0080 S14 (SIMPLE EFECTO)
Presión de trabajo ..... 16 bar
Presión de control ..... 6 - 8 bar
Accionador de rasquetas:
Nº de unidades 1
Tipo ..... Engranaje Sinfín
Potencia ..... 0,18 kW
Tensión ..... Y400V 50Hz ~3
Bombas de Recirculación:
Nº de Bombas 1
Modelo ..... Canal Lateral
Caudal ..... 3,5 - 7,5 m3/h
Presión ..... 1,0 - 5,7 bar
Material del Cuerpo ..... Fundición
Material del Impulsor ..... Latón
Potencia nominal 2,2kW
Tensión Y400V
Conexión 3ph
Frecuencia 50Hz
Protección ..... IP 55
Válvulas de presurización:
Nº de unidades 2
Válvula ..... De diafragma
Regulación ..... manual
Limpieza de válvulas ..... Totalmente abiertas
Calderín de Presurización:
Nº de unidades 1
Material Calderin ..... Acero Inoxidable AISI-304
Volumen ..... 39,2 L.

Componentes neumáticos:
Tipo de Cuadro ..... Electroneumático
Filtro de Aire ..... Incluido
Reguladora de Aire ..... Incluido
Manometro de Glicerina ..... Incluido
Medida de Presión ..... Incluido
Fluidómetro ..... Incluido
Electroválvulas ..... Incluido
Elementos de control y seguridad:
Sensor de Nivel:
Nº de unidades 1
Parada de Seguridad ..... Incluido
Sensor detector de posición del motor:
Nº de unidades 1
Tipo ..... Inductivo
Compresor:
Nº de unidades 1
Presión Máxima ..... 10 bar
Caudal ..... 254 L/min
Tapa ..... No Incluido

Se incluyen un armario eléctrico de control, de construcción metálica, protección IP55, con instalación de potencia, maniobra y señalización de todos los elementos de consumo eléctrico de la instalación. Se utilizará para el sistema de supervisión y mando un autómata programable desde el cual se visualizará en display tiempos de funcionamiento, estado de bombas y alarmas; existe la posibilidad de accionamiento manual y/o automático y se podrá modificar tiempos de funcionamiento.

b) Presupuesto

A continuación se adjunta el presupuesto de las instalaciones:

- Alquiler Equipo premontado en contenedor 1 semana 4.500 € / semana
- Servicio Asistencia técnica Puesta en marcha (1 técnico precio semana) 2.400 €/semana
- Descarga, varios, obra civil y consumibles: 5.000€

Para un total de 6 meses se estima: 4500x6x4.3s/mes+2400+5000= 123.000€/EDAR, resultando un total de 246.000€

5.4.1.3.- Ejecución de una EDAR compacta remontada de oxidación total

Se analizan dos EDAR compactas de oxidación total, una de 350 hab-equiv. (un módulo) para Rapalcuarto y otra de 1000 hab-equiv para Serantes, (dos módulos compactos).

A. EDAR de Raplcuarto

El sistema de esta estación que proponemos, consiste en un proceso biológico por "oxidación total" técnica adoptada internacionalmente, como mejor solución para el tratamiento y depuración de aguas residuales.

SISTEMA DE TRATAMIENTO

Los diferentes procesos que componen el sistema son:

1.- DESBASTE.

2.- TRATAMIENTO BIOLOGICO.

a) Aireación.

b) Decantación secundaria.

c) Recirculación de fangos.

Los datos de los caudales para la situación temporal han sido:

- Tipo de red .....: SEPARATIVA.
- Población equivalente.....: 350 Hab. equivalentes
- Dotación de agua por persona y día .....: 200 Litros.
- Volumen de agua a tratar .....: 70 m3/día

1º) DESBASTE

El agua residual antes de llegar a la planta depuradora, que se presenta en forma de un tanque de fuel-oil, atraviesa una reja de desbaste manual (cesta, reja y rastrillo) con objeto de separar del agua todos los sólidos contenidos en la misma y cuyo diámetro sea superior a 30 mm. (trapos, plásticos, maderas, etc.). La limpieza de la reja se efectuará manualmente.

2º) TRATAMIENTO BIOLOGICO

a) Recinto de aireación: tanque.

El agua pasa seguidamente al tanque de tratamiento biológico en donde a partir de ese momento se efectuará el proceso de depuración.

En el interior del tanque se consigue, mediante el suministro de oxígeno y la recirculación del fango biológico la formación de un medio ambiente adecuado e idóneo para el desarrollo de las colonias microbianas de tipo aerobio. El suministro de ese oxígeno se produce automáticamente mediante un compresor de funcionamiento programable durante un cierto número de horas al día, pudiéndose prolongar la aireación, bien durante toda la jornada o parte de ella, según el número de horas requerido para oxidar la carga de polución entrante.

El tanque lleva provisto en su fondo los diferentes dispositivos de aireación.

b) Decantación secundaria.

El agua residual, ya tratada biológicamente y mezclada con el fango, pasa al decantador (también dispuesto en el interior del tanque) donde conseguimos la completa separación del agua tratada y del fango biológico.

De esta forma el agua tratada ascenderá lentamente hasta la superficie del decantador, para salir del tanque a través de un tubo dispuesto de tal manera que retenga los flotantes. Susceptible de

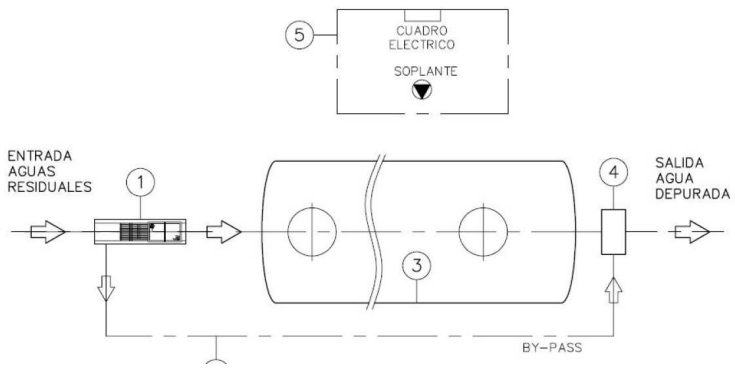
instalar un filtro de salida. La velocidad ascensional máxima que llevará en el decantador será del orden de 1 m/h.

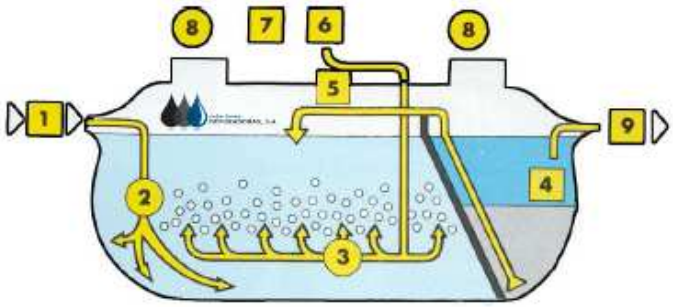
c) Recirculación de fangos.

El fango sedimentado en el fondo del decantador se hace recircular al recinto de aireación automáticamente.

Esta recirculación se realiza por medio de bombas Mamouth a fin de no deteriorar los flóculos de fango y con ello la ecología del núcleo biológico.

El fango biológico que recircula al ser propiamente colonias microbianas en fases de activación permite la presenta continua en el recinto de suficientes colonias tan necesarias para la eliminación de la materia orgánica.





- Desbaste
- Tubería de entrada de efluente
- Difusores de aire
- Decantador
- Recirculación de lodos
- Soplante de aire
- Caseta de maquinaria
- Accesos (bocas de hombre)
- Salidas de aguas depuradas

MODELO OXYCOMPACT-D-

a) Desbaste

Tipo .....: Manual

Opcionalmente se puede instalar un desbaste automático (tornillo sin-fin), que en caso de interés será objeto de presupuesto aparte.

b) Tratamiento biológico

Sistema .....: Aireación prolongada

Planta-tanque. Tipo .....: OXYCOMPACT OCH-D-35/30

Diámetro .....: 3,00 m.

Longitud .....: 12,10 m.

c) Aireación

Volumen .....: 61,30 m3

Caudal de aire .....: 112 m3/h.

Potencia del motor .....: 3,4 Kw. (doble etapa)

d) Decantador

Volumen .....: 13,67 m3

Superficie .....: 7,27 m2

PRESUPUESTO:

- OXYCOMPACT OCH-D-35/30 - Estación depuradora de aguas residuales prefabricada para una población de 350 habitantes equivalentes: 21690 €
- Obra civil y varios: 5.000€

  Total: 21.690+5.000€ =26.690 €

B. **EDAR de Serantes 1000 hab-equiv**.

El sistema de esta estación que proponemos, consiste en un proceso biológico por "oxidación total" técnica adoptada internacionalmente, como mejor solución para el tratamiento y depuración de aguas residuales. Se han considerado dos módulos compactos.

SISTEMA DE TRATAMIENTO

Los diferentes procesos que componen el sistema son:

1.- DESBASTE.

2.- TRATAMIENTO BIOLOGICO.

a) Aireación.

b) Decantación secundaria.

c) Recirculación de fangos.

Los datos de los caudales para la situación temporal han sido:

- Tipo de red .....: SEPARATIVA.
- Población equivalente.....:1.000 Hab. equivalentes
- Dotación de agua por persona y día .....: 200 Litros.
- Volumen de agua a tratar .....: 200 m3/día

CARACTERISTICAS TECNICAS

Datos de cálculo:

Número de personas equivalentes .....: 1.000 habitantes equivalentes

Dotación de agua por persona y día .....: 200 litros.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO.....: 60 gr/hab/día.

Sólidos en suspensión .....: 90 gr/hab/día.

Valores medios del agua residual urbana:

DBO5 …….....: 350 mg/l.

S.S. …….....: 400 mg/l.

DQO …….....: 450 mg/l.

pH …….....: 6 - 9

CARACTERISTICAS DE LA ESTACION

a) Desbaste

Tipo .....: Manual , Opcionalmente se puede instalar un desbaste automático (tornillo sin-fin), que en caso de interés será objeto de presupuesto aparte.

b) Tratamiento biológico

Sistema .....: Aireación prolongada

Planta-tanque. Tipo .....: OXYCOMPACT OCH-D-50/30

(dos módulos en batería)

Diámetro .....: 3,00 m. cada módulo

Longitud .....: 17,25 m. cada módulo

c) Aireación

Volumen .....: 87,50 m3 cada módulo.

Caudal de aire .....: 198 m3/h. cada módulo.

Potencia del motor .....: 4 Kw. (doble etapa) cada módulo.

d) Decantador

Volumen .....: 21,30 m3 cada módulo

Superficie .....: 10,40 m2 cada módulo

PRESUPUESTO:

- OXYCOMPACT OCH-D-50/30 - Estación depuradora de aguas residuales prefabricada para una población de 1000 habitantes equivalentes: 29.000€ x2 Ud
- Obra civil y varios: 5.000€

  Total: 29.000x2+5.000x2= 68.000€

5.4.2.- Conclusiones

A la vista de las alternativas analizadas, se opta por disponer de equipos compactos de oxidación total, que pueden quedar implantados de forma permanente y dotan al sistema de flexibilidad tanto en situación permanente al ser gestionados mediante bypass, como en fase de obra no dependiendo de la variabilidad de los plazos de ejecución de las nuevas instalaciones.

5.5.- APÉNDICE 6.1.5. AGRUPACIÓN DE VERTIDOS: ALTERNATIVAS DE EDAR-TAPIA DE CASARIEGO

ÍNDICE

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO 1
2.- CRITERIOS DE DISEÑO 1
2.1.- DESDE EL PUNTO DE VISTA HIDRÁULICO 2
2.2.- CALIDAD DEL VERTIDO 2
2.3.- IMPLANTACIÓN. 3
3.- BASES DE PARTIDA 3
3.1.- HABITANTES EQUIVALENTES 3
3.2.- CAUDALES 5
3.2.1.- BOMBEOS. SOLUCIONES A ADOPTAR 6
3.2.2.- CAUDALES A ADOPTAR 6
3.2.3.- CARGAS DE CONTAMINANTES 6
3.3.- VERTIDO AGUA TRATADA 7
4.- ESQUEMA DEL PROCESO 7
5.- TECNOLOGÍAS APLICABLES 8
5.1.- DESBASTE EN LOS BOMBEOS INTERMEDIOS 8
5.2.- OBRA DE LLEGADA RECEPCIÓN EN LA EDAR 9
5.2.1.- TAMIZADO DE EVENTUALES REBOSES 10
5.3.- REGULACIÓN CAUDAL ENTRADA A EDAR 10
5.4.- PRETRATAMIENTO, Nº DE LÍNEAS 10
5.4.1.- DESBASTE DE GRUESOS 10
5.4.2.- TAMIZADO DE FINOS 10
5.4.3.- DESARENADO DESENGRASE 11
5.4.4.- RECEPCIÓN DE FOSAS SÉPTICAS 12
5.4.5.- OBRA DE REGULACIÓN DE AGUA PRETRATADA 13
5.5.- TANQUE DE ALIVIO 13
5.6.- TRATAMIENTO BIOLÓGICO. ALTERNATIVAS CONTEMPLADAS 13
5.7.- CON BIOMASA EN LECHO FIJO 14
5.7.1.- LECHOS BACTERIANOS 14
5.7.2.- CBR, CONTACTORES BIOLÓGICOS ROTATIVOS 18
5.7.3.- LECHOS INUNDADOS 20
5.7.4.- FILTROS BIOLÓGICOS 22
5.8.- CON BIOMASA SUSPENDIDA 24
5.8.1.- ALTA CARGA 25
5.8.2.- MEDIA CARGA O CONVENCIONAL 26
5.8.3.- AIREACIÓN PROLONGADA 26

5.8.4.- SBR, REACTORES DE CARGAS SECUENCIALES....30
5.8.5.- MBR REACTORES BIOLÓGICOS DE MEMBRANAS....31
5.9.- MATRIZ FINAL DE SELECCIÓN....33
5.10.- PROCESO SELECCIONADO....35
5.11.- PROCESO DEFINIDO....35
5.12.- TRATAMIENTO PRIMARIO....37
5.12.1.- UNIDADES COMPACTAS....37
5.12.2.- TRATAMIENTO PRIMARIO CONVENCIONAL....38
5.12.3.- TRATAMIENTO PRIMARIO PROYECTADO....38
5.13.- GESTIÓN DE FANGOS....39
5.13.1.- ESPESADO....39
5.13.2.- DESHIDRATACIÓN....40
5.13.3.- ESTABILIZACIÓN DE LODOS....41
5.13.4.- ALMACENAMIENTO DE LODOS....41
5.14.- DEPÓSITO REGULACIÓN AGUA TRATADA....42
5.15.- TRATAMIENTO TERCIARIO....42
5.16.- DESINFECCIÓN FINAL....44
5.17.- GRUPO ELECTRÓGENO....45
5.18.- DESODORIZACIÓN....45
5.19.- AMPLIACIÓN CAPACIDAD DEL EMISARIO SUBMARINO....46
6.- EDIFICIO INDUSTRIAL....46
7.- DIAGRAMA DE BLOQUES....46
8.- IMPLANTACIÓN TIPO....47

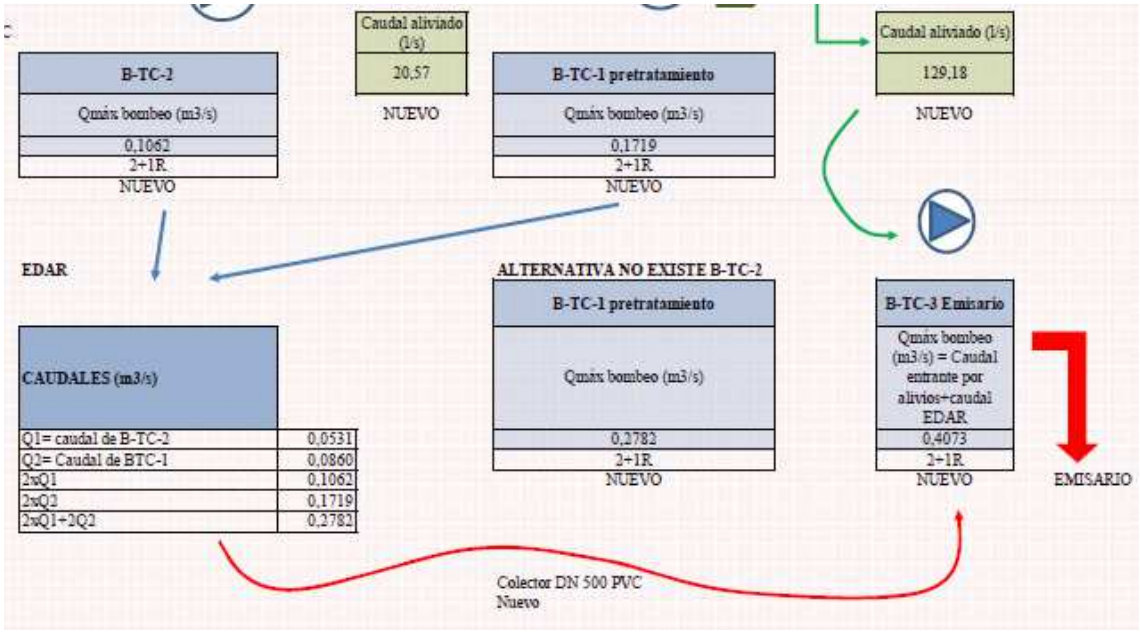
1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

Definimos en este documento los criterios que han de servir de base para el diseño del proceso de depuración, el dimensionamiento de la EDAR y los condicionantes a tener en cuenta.

Tras esto, se realiza un estudio de las diferentes alternativas para cumplir eficazmente estos condicionantes al objeto de definir el proceso de tratamiento, el número de líneas y en general los criterios y procesos para conseguir los objetivos de calidad exigidos por la Administración.

2.- CRITERIOS DE DISEÑO

El esquema hidráulico definido en el Apéndice 10.1 representa un modelo máximo del agua circulante por el sistema de saneamiento y condicionado por el sistema de bombeos establecido en la agrupación de vertidos.



El sistema de saneamiento se ha diseñado de acuerdo con el Anejo-6

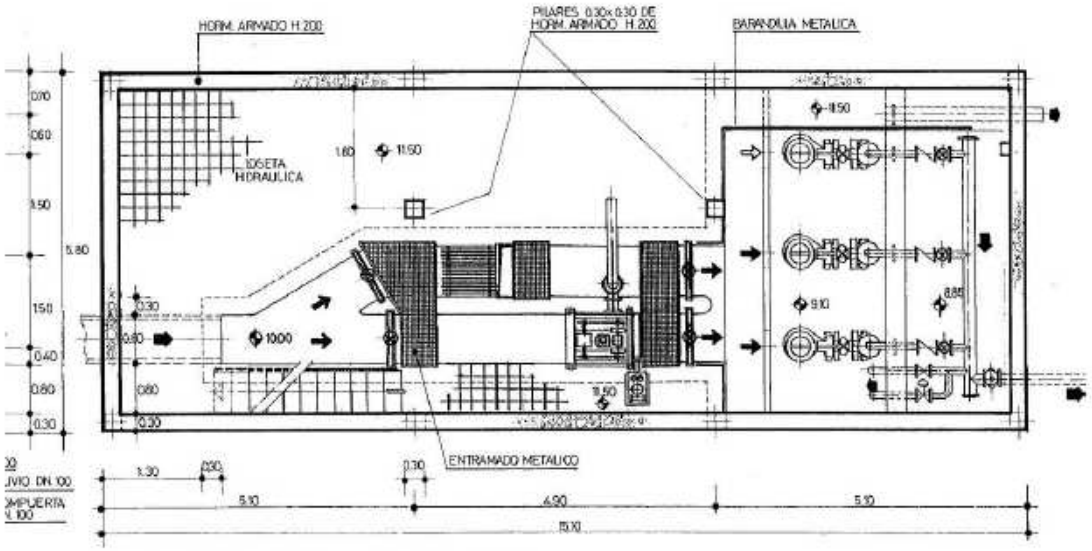
- Los datos poblacionales y de crecimiento demográfico previsto y aplicar sobre ellos una dotación establecida en el Plan Hidrológico del Cantábrico, de 250 litros día a los habitantes en la actualidad y de 350 para la población estimada en el futuro.
- La cabaña ganadera, que permanecerá estable hasta la previsión 2040
- El desarrollo industrial previsto en este periodo.

Pero, obviamente, una cosa es el diseño de saneamiento, de su capacidad hidráulica y el diseño de los bombeos intermedios y otra es analizar el caudal que será recibido en la futura EDAR, sobre todo a efectos de diseño del procedimiento biológico.

Otro factor a considerar es la estacionalidad. Durante los tres meses estivales la población casi se triplica, de ahí que se haya aplicado un factor 3 para la previsión de esta estacionalidad. Por ello, el diseño que se proponga ha de contemplar una amplia capacidad de versatilidad para adaptarse al crecimiento poblacional.

Hay que contemplar también la incidencia de las aguas pluviales, dado que este caudal se puede producir con la máxima intensidad en cualquier mes y momento independientemente de la realidad poblacional o industrial.

Y en cuanto al vertido de las aguas depuradas, debemos partir de un hecho, la situación actual, disponiendo de dos bombas con capacidad de 35 l/s y un emisario diseñado para evacuar 70 l/s.



Este bombeo permite el montaje de una tercera bomba que añadir a las dos actuales.

Con esta tercera bomba en servicio, el caudal máximo que podría evacuarse sería de 105 l/s, (realmente esta cifra sería algo menor debido a la mayor pérdida de carga de la impulsión), con lo que la velocidad máxima en el emisario sería de 3,34 m/s.

Por tanto, la depuradora debe cumplir estos criterios:

2.1.- DESDE EL PUNTO DE VISTA HIDRÁULICO

El diseño debe garantizar:

- Capacidad hidráulica para recibir las puntas procedentes de los bombeos, en los momentos de lluvia.
- Capacidad de laminación en la entrada para evitar que las puntas excesivas afecten a los procesos de depuración.
- Evitar que se produzcan vertidos a un cauce público, (a un arroyo próximo o directamente al mar, como consecuencia de la aguas pluviales que superen el caudal máximo admisible en la EDAR)
- Tener la capacidad de ir asumiendo incrementos de caudal, evitando consumos energéticos excesivos.
- Tener versatilidad suficiente para hacer frente también a las variaciones de contaminantes.

2.2.- CALIDAD DEL VERTIDO

Garantizar unas condiciones de vertido de máxima calidad.

La Administración responsable de esta actuación, Confederación Hidrográfica del Cantábrico, dada la proximidad de zonas de baño y a pesar de que esta zona costera no está especificada en la relación de zonas protegidas de la Ley de Costas, estima necesario alcanzar un alto nivel de calidad en el vertido. Por ello, el diseño debe tener en cuenta los criterios más exigentes de la directiva 91/271/CEE pero sin las exigencias para vertido en zonas sensibles.

TABLA 2. REQUISITOS PARA LOS VERTIDOS PROCEDENTES DE INSTALACIONES DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS MEDIANTE TRATAMIENTO SECUNDARIO (a)		
Parámetros	**Concentración**	**Porcentaje mínimo de reducción** (b)
DBO_5 (c) (a 20º C sin nitrificación)	25 mg/L O_2	70-90 %
DQO	125 mg/L O_2	75 %
Total sólidos en suspensión	35 mg/L (d)	90 % (d)

Además, el proceso estará dotado de un sistema de tratamiento terciario sencillo, para mejorar las condiciones de vertido en momentos estivales de mayor afluencia turísticas en las playas próximas o incluso contemplar las posibilidades de reutilización, así como con las garantías de desinfección.

2.3.- IMPLANTACIÓN.

La parcela en la que se ha previsto construir la depuradora está también próxima a zonas habitadas y de paseo recreativo por lo que se ha de diseñar una configuración que permita bien mediante plantaciones vegetales y/o soluciones arquitectónicas dejar disimuladas las edificaciones, evitando que presenten un aspecto excesivamente industrial.

3.- BASES DE PARTIDA

Una vez analizados los criterios exigibles, pasamos a analizar con detalle las alternativas técnicas existentes en el mercado para resolver la problemática del sistema.

3.1.- HABITANTES EQUIVALENTES

Se adjunta a continuación el desglose de datos poblacionales, caudales y cálculo de habitantes equivalentes del proyecto:

CÁLCULOS DE POBLACIÓN EQUIVALENTE

DATOS GENERALES

Parámetros de diseño	**Total Tapia**	**Tapia y núcleos**	**Mántaras, S. Ant., Cortaficio**	**Casariego**	**Campos y Salave**	**Campos y Porcía**	**La Roda**	**Rapalcuar to-Calambre**	**Serantes**
POBLACIÓN									
Población base 2015 estival	3.929	1.890	379	102	274	42	594	104	545
Coef. Estacionalidad adoptado	2,8	3,5	3,0	3,0	2,5	2,5	1,5	2,0	2,0
Nº max. Meses estacionales	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Población estacional 2015	11.034	6.614	1.137	306	684	105	890	208	1.090
Coef. crecimiento poblacional adoptado s/ PGOU	0,38%	0,50%	0,50%	0,50%	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%
Población estival 2040 (hab)	4.324	2.141	429	116	288	44	624	110	573
Población estacional 2040 (Hab)	12.257	7.492	1.288	347	719	110	936	219	1.146
POBLACIÓN GANADERA									
Población ganadera 2015	6.580	0	756	189	594	200	2.485	538	1.818
Crecimiento	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Población ganadera 2040	6.580	0	756	189	594	200	2.485	538	1.818

CÁLCULOS DE POBLACIÓN EQUIVALENTE

DATOS GENERALES

Parámetros de diseño	**Total Tapia**	**Tapia y núcleos**	**Mántaras, S. Ant., Cortaficio**	**Casariego**	**Campos y Salave**	**Campos y Porcía**	**La Roda**	**Rapalcuarto-Calambre**	**Serantes**
Análisis de equivalencia con QDm (Caudales domésticos medios)									
DBO5 (mg/l) medio s/ datos analizados promedios	230,00	230,00	230,00	230,00	230,00	190,00	190,00	190,00	340,00
Observación	Sist. Tapia promedio	Sist. Tapia promedio	Sist. Tapia promedio	Sist. Tapia promedio	Sist. Tapia promedio	estimado	estimado	Sist. Rapalcualro	Sist. Serantes
Dotación media-2015	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00
Dotación futura -2040	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00	350,00
QDm1-inv 2015= Caudal medio (l/s)	11,37	5,47	1,10	0,30	0,79	0,12	1,72	0,30	1,58
Qm1-Ver 2015= Caudal medio estacional (l/s)	31,93	19,14	3,29	0,89	1,98	0,30	2,58	0,60	3,15
QDm1-inv 2040= Caudal medio (l/s)	17,52	8,67	1,74	0,47	1,17	0,18	2,53	0,44	2,32
Qm1-Ver 2040= Caudal medio estacional (l/s)	49,65	30,35	5,22	1,40	2,91	0,45	3,79	0,89	4,64
DBO5-inv-2015 (g/d)	233.510,16	108.655,35	21.792,50	5.865,00	15.733,50	1.995,00	28.198,56	4.940,00	46.330,24
DBO5-ver-2015 (g/d)	652.425,81	380.293,73	65.377,50	17.595,00	39.333,74	4.987,50	42.297,85	9.880,00	92.660,49
DBO5-inv-2040 (g/d)	359.240,84	172.318,02	34.561,03	9.301,38	23.155,08	2.936,05	41.500,00	7.284,77	68.184,50
DBO5-ver-2040 (g/d)	1.013.116,68	603.113,07	103.683,08	27.904,15	57.887,71	7.340,13	62.250,00	14.569,54	136.369,00
DBO5 equivalente (mg/l-d)	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Habitantes equivalentes									
h-e inv-2015	3.891,84	1.810,92	363,21	97,75	262,22	33,25	469,98	82,33	772,17
h-e ver-2015	10.873,76	6.338,23	1.089,63	293,25	655,56	83,13	704,96	164,67	1.544,34
h-e inv-2040	5.987,35	2.871,97	576,02	155,02	385,92	48,93	691,67	121,41	1.136,41
h-e ver-2040	16.885,28	10.051,88	1.728,05	465,07	964,80	122,34	1.037,50	242,83	2.272,82

CÁLCULOS INCLUYENDO POBLACIÓN GANADERA E INDUSTRIA

QDm-inv-2015=QDm+Qim	25,13	5,47	3,76	0,47	1,34	0,31	4,02	0,80	3,37
QDm-Ver-2015=QDm+Qim	57,27	19,14	5,95	1,06	2,53	0,49	4,88	1,10	4,94
QDm-inv-2040=QDm+Qim	44,94	8,67	22,04	0,69	1,85	0,41	5,40	1,07	4,81
QDm-Ver-2040=QDm+Qim	85,90	30,35	25,51	1,62	3,60	0,68	6,67	1,51	7,13
DBO5-inv-2015 (g/d)	402.282,56	108.655,35	74.634,18	9.341,62	26.663,10	5.035,00	65.970,56	13.116,55	98.866,21

CÁLCULOS DE POBLACIÓN EQUIVALENTE

DATOS GENERALES

Parámetros de diseño	Total Tapia	Tapia y núcleos	Mántaras, S. Ant., Cortaficio	Casariego	Campos y Salave	Campos y Porcía	La Roda	Rapalcuarto-Calambre	Serantes
DBO5-ver-2015 (g/d)	821.198,21	380.293,73	118.219,18	21.071,62	50.263,34	8.027,50	80.069,85	18.056,55	145.196,46
DBO5-inv-2040 (g/d)	914.881,21	172.318,02	437.898,09	13.647,16	36.817,08	6.736,05	88.715,00	17.505,45	141.244,36
DBO5-ver-2040 (g/d)	1.568.757,06	603.113,07	507.020,15	32.249,92	71.549,71	11.140,13	109.465,00	24.790,22	209.428,86
DBO5 equivalente (mg/l-d)	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00

Habitantes equivalentes

h-e inv-2015	6.704,71	1.810,92	1.243,90	155,69	444,38	83,92	1.099,51	218,61	1.647,77
h-e ver-2015	13.686,64	6.338,23	1.970,32	351,19	837,72	133,79	1.334,50	300,94	2.419,94
h-e inv-2040	15.248,02	2.871,97	7.298,30	227,45	613,62	112,27	1.478,58	291,76	2.354,07
h-e ver-2040	26.145,95	10.051,88	8.450,34	537,50	1.192,50	185,67	1.824,42	413,17	3.490,48

3.2.- CAUDALES

Se ha de indicar la singularidad del diseño de dicha EDAR, ya que la capacidad de la misma se encuentra condicionada por los caudales bombeados una vez realizada la agrupación de vertido.

Los caudales que llegarán serán la suma de las combinaciones de los bombeos de Mántaras que agrupa los caudales procedentes de la zona este de Tapia de Casariego, y los bombeados por la estación de bombeo del pretratamiento que agrupa los caudales de la zona oeste (Serantes, Rapalcuarto, Casariego, …) y el núcleo de Tapia de Casariego.

El caudal máximo que puede llegar a la EDAR será la suma de los caudales máximos de los grupos de bombeo de Mántaras y pretratamiento, dimensionados para caudales máximos a futuro y en situación estacional, y equivalente a 5xQm.

La existencia de bombeos hace que los caudales máximos puedan ser bombeados a fecha actual, en caso de evento de lluvia y que los colectores actúen como sistema separativo-mixto, absorbiendo las aguas de pluviales (donde existan sumideros) a la máxima capacidad del colector.

Es decir, al disponer de grupos de bombeo diseñados para un caudal máximo, independientemente de que llegue más o menos caudal a la cántara, el caudal que bombearán será el indicado en el punto de funcionamiento de los grupos de bombeo. Si llega menos caudal, mayor será el tiempo de retención en la cantara de bombeo, pero cuando se alcance la cota definida en la sonda, se procederá al bombeo.

Por lo tanto la EDAR en situación actual a dimensionar ha de esperar que realmente puedan llegar los caudales máximos bombeados, siempre que coincidan las circunstancias y probabilidades.

Según el esquema hidráulico, estos son caudales que pueden llegar a la EDAR

CAUDALES (m3/s)

Q1= caudal de B-TC-2	0,0531
Q2= Caudal de BTC-1	0,0860
2xQ1	0,1062
2xQ2	0,1719
2xQ1+2Q2	0,2782

Es decir, se puede producir en una situación de lluvias, un caudal de 0,2782 m3/s = 1001 m3/h llegando a la EDAR.

Aunque, evidentemente, este no va a ser el caudal de diseño del proceso de la EDAR.

3.2.1.- BOMBEOS. SOLUCIONES A ADOPTAR

Para evitar que estos bombeos generen puntas que condicionen el dimensionamiento de la EDAR, se opta por disponer de variadores de frecuencia en todos los grupos de bombeo, interponiendo puntos de funcionamiento en las curvas para bajos caudales de forma que permita laminar lo máximo posible la entrega de caudales a la EDAR, gestionando los arranques y paradas mediante un sensor de nivel por ultrasonidos.

La segunda cuestión a observar en el diseño de los pozos de bombeo es la de instalar un sistema de desbaste previo a las bombas, de manera que por un lado se protege el funcionamiento de las mismas y por otro se evita la presencia en las conducciones de sólidos de grueso tamaño.

3.2.2.- CAUDALES A ADOPTAR

El caudal máximo que puede llegar a la EDAR es de 0,2782 m3/s, que hemos de considerar como el equivalente a 5 veces del caudal medio. Lo que sitúa el caudal medio en tiempo seco en torno de 0,2782 / 5 = 0,556 m3/s = 200 m3/h

Si tomamos este caudal como el medio diario, el vertido diario habremos de situarlo en 200*24 = 4800 m3 diarios.

Que, a su vez y considerando una dotación por habitante equivalente de 200 litros diarios, supondría estimar el vertido en 24000 habitantes, cifra que engloba las población, la cabaña ganadera y los desarrollos industriales previstos hasta el año 2040

Sobre esta base, el criterio que se empleará desde el punto de vista hidráulico es:

- Caudal medio Qm 200 m3/h
- Caudal máximo en tiempo de lluvia, 5 Qm 1000 m3/h
- Caudal punta en tiempo seco, 2 Qm 400 m3/
- Caudal máximo en pretratamiento, 3 Qm 600 m3/h

3.2.3.- CARGAS DE CONTAMINANTES

Se toman las cargas medias obtenidas de los resultados analíticos facilitados

- Concentración de DBO5 250-300 mg/l
- Punta en carga de DBO5 2
- Concentración de DQO 400-500 mg/l
- Punta en carga de DBO5 2
- Concentración de Sólidos Suspensión 200-300 mg/l
- Punta en carga de S.S. 2

- Concentración de Nitrógeno Total 48 mg/l
- Punta en carga de Nt 2
- Concentración de Fósforo 12 mg/l
- Punta en carga de P 2

Nota: El valor del fósforo se ha estimado, ya que la analítica disponible no lo contempla

3.3.- VERTIDO AGUA TRATADA

Por otro lado, el efluente se vierte con una conducción de retorno al emisario existente que requiere ser bombeado. Actualmente se dispone de dos grupos de bombeo de 35 l/s y una tubería de diámetro interior 200mm de polietileno, resultando velocidades de 2.22 m/s.

Al ser el caudal saliente de la EDAR (bien tras tratamiento o por vertido en alivio) muy superior a la capacidad del emisario, será necesario incrementar los bombeos del emisario y ampliar la sección del emisario. Cabría pensar en una solución provisional de incrementar las bombas en una similar de 35 l/s, obteniéndose velocidades de 3.35 m/s. Incrementos de mayor caudal para el emisario existente no se hace técnicamente viable, alcanzando velocidades excesivamente altas, así como el riesgo de desplazamiento de los macizos de anclaje.

Posteriormente será necesario ampliar el número de grupos de bombeo y el emisario existente con otro nuevo conducto de DN 200 mm.

4.- ESQUEMA DEL PROCESO

En base a lo dicho hasta ahora, estas son las etapas que han de contemplarse en esta actuación:

- Depósito de regulación en cabecera de EDAR para absorber las puntas entre los 5 Qm que pueden llegar a entrar y los 3 Qm que serían tratados. Con al menos 1 hora de capacidad de retención del caudal medio.
- Tamizado de los eventuales reboses de agua bruta, para evitar impacto ambiental motivado por vertidos de residuos sólidos.
- Pretratamiento dimensionado para el caudal de 3 Qm, con un número de líneas que permita dotar de flexibilidad y fiabilidad al explotador
- Discriminación de caudales de los 3 Qm de agua pretratada:
    - Hacia el by-pass general a bombeo emisario
    - 2 Qm hacia tratamiento secundario
    - 1 Qm hacia tanque de alivios
- Tanque de alivios para acumulación puntual de 1 Qm y posterior incorporación al biológico.
- Tratamiento secundario biológico dimensionado para 2 Qm y establecido en varias líneas.
- Tratamiento terciario de afino
- Tratamiento de desinfección final
- Depósito de gestión-almacenaje de agua depurada, para no sobrepasar la capacidad del actual bombeo del emisario.
- Colector de conexión entre EDAR y cámara de bombeo de emisario
- Ampliación de grupos de bombeo de emisario : 1 Ud 35 l/s

- Actuación futura de incremento de la capacidad del emisario, ampliando la tubería de impulsión.

Pasando a continuación a ir analizando las alternativas tecnológicas que mejor se adapten a los criterios y condiciones ya expuestos.

5.- TECNOLOGÍAS APLICABLES

Una vez definido el esquema propuesto, analizamos las alternativas que vamos a comparar para cada uno:

TECNOLOGÍAS APLICABLES
PRETRATAMIENTOS ,
Pozo de Gruesos
Desbaste ,
Desarenado ,
Desengrasado ,
TRATAMIENTOS SECUNDARIOS
Lechos Bacterianos
CBR, Contactores Biológicos Rotatorios
MBBR, Lechos Inundados
Filtros Relleno Biológico
Biológicos en Alta, Media y Baja Carga
SBR, Biológico Secuencial
MBR Biológico con Membranas
TRATAMIENTOS TERCIARIOS
Filtros arena
Filtros de Anillas / Malla
DESINFECCIÓN
Radiaciones UV
Agente químico

5.1.- DESBASTE EN LOS BOMBEOS INTERMEDIOS

Tiene el doble objetivo de proteger las bombas sumergidas y de minimizar la circulación de sólidos por las conducciones.

Tres son los sistemas susceptibles de emplearse:

1. Cestón de limpieza manual a la entrada del saneamiento al pozo de bombeo.
2. Reja de desbaste de limpieza automática
3. Pozo de gruesos y extracción de sólidos con cuchara bivalva

La primera se desecha por tratarse de una tecnología ya superada por exigir una atención permanente y una operación que precisa de manipulación de los residuos implicando riesgos sanitarios y de eficacia de la limpieza.

La propuesta 3, suele adoptarse cuando el saneamiento es de gran diámetro y el bombeo es de alto caudal. Las bombas suelen tener un paso libre de sólidos de 100 mm por lo que la reja que

comunica el pozo de gruesos con la cántara de bombeo suele ser de 70-80 mm de separación. Requiere también la operación manual de manejar la bivalva y la presencia de personal de mantenimiento al menos dos veces diarias y más frecuente en tiempos de lluvia.

El criterio para selección del nº de líneas será

	Número de líneas de desbaste	
	Coef.de estacionalidad < 1,5	Coef. de estacionalidad > 1,5
Población > 30.000 hab-eq	2	≥ 2
Población < 30.000 hab-eq	1	2

Tabla 1: Determinación número de líneas de desbaste

Por lo que en este caso, se proyecta dos líneas de desbaste, una de ellas equipada con reja de limpieza automática y una segunda en paralelo con una reja de limpieza manual.

Por ello, consideramos más adecuada la implantación, en un **canal previo a la cántara de bombeo, de una reja de desbaste, con separación entre pletinas, de 30 mm**. El tipo de limpieza será automático por rastrillo accionado por cadenas laterales y los residuos serán elevados por encima del canal para su vertido sobre un tornillo transportador compactador.

En el diseño del desbaste se tendrá en cuenta:

– Velocidad de acercamiento en el canal ≥ 0,4 m/s a caudal mínimo.

– Velocidad de paso a caudal máximo ≤ 1,2 m/s (con atascamiento máximo del 30%).

5.2.- OBRA DE LLEGADA RECEPCIÓN EN LA EDAR

Para mejorar la gestión de la planta, se montarán sendos medidores de caudal, de tipo electromagnético en cada una de las dos tuberías de llegada, de los respectivos bombeos.

Según el criterio recomendado por el CEDEX, se podría llegar a verter agua sin tratar, cuando la dilución cumpla esta relación:

(Agua residual + Agua de lluvia / Agua residual). Adoptando valores entre 2 y 6.

Este es un caso en el que la incidencia ambiental de agua bruta podría ser menor debido a la alta dilución que puede esperarse.

Teniendo en cuenta que, ante una coincidencia de ambos bombeos en momento de lluvias puede llegar un caudal de hasta 5 Qm, y que la EDAR será dimensionada para 3 Qm, se recomienda la construcción de una cámara de descarga, con una capacidad mínima de 1 hora para 2 Qm. Esto implica un volumen de 200 m3.

Este depósito se construirá en la parte más alta de la parcela, de manera que su salida por la parte inferior permita la circulación por gravedad en la EDAR

Las dimensiones de esta cámara serían de:

- Longitud 9 m
- Anchura 9 m
- Altura lámina agua 2,5 m

Tendrá el fondo con una ligera inclinación y se analizará la necesidad de disponer de un sistema de agitación / aireación que evite la septicidad de las aguas.

La salida de este depósito dispondrá de un medidor de caudal y una válvula reguladora para limitar a 3 Qm la entrada a la EDAR.

5.2.1.- TAMIZADO DE EVENTUALES REBOSES

Como la duración de un episodio de alta pluviometría no puede preverse, hemos de contemplar la posibilidad de que el caudal entrante desborde la capacidad del tanque de regulación.

De producirse esto, se verterían aguas al cauce natural que apenas han pasado por un desbaste grueso de los pozos de bombeo.

Se recomienda contemplar un tamizado colocado en el labio de vertedero y cuya capacidad sea la de los 5 Qm entrantes. El paso de protección de sólidos será de 6 mm.

5.3.- REGULACIÓN CAUDAL ENTRADA A EDAR

Independientemente de la variabilidad del caudal de entrada, se establece un sistema que regule la entrada de agua bruta a la EDAR, hasta el máximo admitido de 3 Qm.

Se deberá contar con un medidor de caudal electromagnético o ultrasónico, dependiendo de si al agua circula a sección llena o parcial de la tubería, con una señal variable que actúe sobre una válvula o compuerta reguladora, a la salida del tanque de regulación.

5.4.- PRETRATAMIENTO, Nº DE LÍNEAS

Sobre el mismo criterio de la tabla anterior, se construirán varias líneas de pretratamiento.

Una vez limitado el caudal de entrada a la EDAR en 3 Qm, se recomienda que se diseñe esta fase de tratamiento con varias líneas de manera que puedan entrar en servicio de manera escalonada según la variación de caudales entrantes, de manera que ante una imprevista avería de un equipo quede salvaguardada la capacidad máxima de tratamiento biológico, garantizando la máxima calidad de agua en el vertido, sin tener que realizar by-pass o derivaciones sin tratar.

Y en cuanto a las operaciones que incluirá este pretratamiento, las analizamos a continuación:

5.4.1.- DESBASTE DE GRUESOS

La retirada de sólidos es la primera etapa de cualquier proceso de depuración. En esta ocasión este proceso se va a realizar en los pozos de bombeo previos, de Mantaras, B-TC-2 y de Tapia de Casariego, BT-C1 en los que se instalarán rejas de limpieza automática y paso de 30 mm.

5.4.2.- TAMIZADO DE FINOS

Dado lo dicho en el punto anterior, el primer proceso de la EDAR será el tamizado de sólidos finos con un paso de 3 mm.

Existen dos tipos de montaje, los de tamiz rotatorio y los que se deben montar en un canal frente al paso del agua.

Dada la variabilidad de caudales de entrada, en esta ocasión se proponen tamices de canal, capaces de asumir mayor caudal, manteniendo un resguardo suficiente.

Se opta por varios canales, dos de ellos para caudales bajos y otros dos para caudales altos, más uno en reserva dotado con una reja manual de emergencia de 15 mm de paso.

La aplicación de este criterio se plasma en la siguiente tabla:

Los residuos han de ser conducidos por un tornillo sin fin transportador compactador, que cubra el ancho de los canales.

		Máx	Qbajo	Qalto	
Caudal medio:		200	36,5	164	m3/h
Caudal máximo:		600	109	491	m3/h
Tipo de Reja:		Reja recta limpieza automática			
Número de líneas construidas:			2	2	Ud
Número de líneas en servicio para el caudal total:			1	2	Ud
Caudal máximo por línea:			109	245	m3/h
Espacio libre entre barras:			3	3	mm
Ancho de barrotes:			2	2	mm
Colmatación máxima admitida:			30%	30%	
Coeficiente de reja:			0,60	0,60	
Velocidad a caudal máximo con la colmatación adoptada:			1	1	m/s
Sección mojada a caudal máximo:			0,07	0,2	m2
Sección mojada a caudal medio:			0,02	0,05	m2
Ancho de canal:	necesario		0,26	0,49	m
	adoptado		0,3	0,5	m
Calado a Caudal máximo:			0,14	0,32	m
Calado a Caudal medio:			0,05	0,11	m

5.4.3.- DESARENADO DESENGRASE

Se propone el sistema de canal desarenador desengrasador aireado, en tres líneas, con capacidad para 1Qm cada una..

Se debe garantizar la eliminación de un 90% de las partículas de tamaño igual o superior a las 200 micras, con un contenido de las mismas en materia orgánica inferior al 5%.

Cada canal dispondrá de una zona aireada, mediante aireadores sumergidos, y una zona de tranquilizarían para acumulación de grasas que serán retiradas mediante rasqueta solidaria con el puente.

Caudal medio:	200	m3/h
Caudal punta	400	m3/h
Caudal máx. admisible desarenado:	600	m3/h
Número de líneas:	3	Uds
Caudal medio por línea:	67	m3/h
Caudal punta por línea:	133	m3/h
Caudal máximo por línea:	200	m3/h

Las características que deberá satisfacer esta unidad serán las siguientes:

- Velocidad ascensional a caudal máximo de pretratamiento ≤ 30 m/h.
- Velocidad ascensional a caudal medio ≤ 10 m/h.
- Tiempo de retención a caudal máximo de pretratamiento ≥ 7 minutos.
- Tiempo de retención a caudal medio ≥ 20 minutos.

La aplicación de estos criterios llevaría a unas dimensiones de:

Dimensiones		
Relación longitud-anchura		
Longitud adoptada:	5,2	m
Anchura total teórica:	1,3	m
Deflector separación zona arenas y grasas, metálico	0,2	m
Anchura zona desengrasado:	0,40	m
Anchura zona desarenado:	1,00	m
Anchura constructiva	1,60	m
Pendiente zona grasa:	45 º	
Pendiente zona arenas:	45 º	
Anchura canal aspiración de arenas:	0,3	m
Anchura pendiente en zona grasas:	0,95	m
Anchura pendiente en zona arenas:	0,35	m
Altura pendiente zona grasas:	0,95	m
Altura pendiente en zona arenas:	0,35	m
Altura recta desengrasador:	2,15	m
Altura útil:	3,10	m
Resguardo mínimo:	0,5	m
Altura Total:	3,6	m
Sección horizontal real:	6,8	m2
Sección trasversal real:	4,45	m2
Volumen real por línea	23,1	m3

Las arenas son extraídas mediante una bomba especial de cuerpo sumergido y tratamiento anti abrasivo suspendida del puente.

Se preverá como mínimo la siguiente capacidad de extracción de la mezcla agua – arena en condiciones normales:

- Municipios interiores: 50 litros/m3 de agua residual a Qmax
- Municipios litorales: 80 litros/m3 de agua residual a Qmax

Las características que deberá satisfacer el sistema de aireación en este caso son:

- Caudal aireación ≥ 4 $Nm^3/m^2 \cdot h$ a caudal medio.
- Caudal aireación ≥ 8 $Nm^3/m^2 \cdot h$ a caudal máximo.

Se debe disponer de sendos equipos para concentrado de arenas y grasas, metálicos y cerrados

5.4.4.- RECEPCIÓN DE FOSAS SÉPTICAS

La EDAR dispondrá de una instalación en la que puedan descargar los camiones de limpiza de fosas sépticas.

El vaciado no se incorporará directamente al pretratamiento de la EDAR sino que dispoondra al menos de:

- Raja de desbaste de 20 mm d luz
- Pozo de bombeo para elevación a los canales de desbaste de la EDAR, con medior de caudal.

Se propone el sistema de canal desarenador desengrasador aireado, en tres líneas, con

5.4.5.- OBRA DE REGULACIÓN DE AGUA PRETRATADA

En el canal de salida del pretratamiento se diseña una obra de reparto de manera que se creen tres destinos:

- Línea de by-pass general hacia la cántara del emisario submarino, con capacidad de 3 Qm
- Línea hacia el tratamiento secundario biológico con regulación de hasta 2 Qm
- Línea de alivio para el caudal excedente entre el pretratado y el enviado a biológico. Este último ramal se envía a un tanque de recepción de alivios.

Las tres líneas dispondrán de medidores de caudal.

5.5.- TANQUE DE ALIVIO

El excedente entre el caudal pretratado y el admitido a biológico, es enviado a un tanque de alivios, con capacidad de retención de al menos 3 horas.

Este tanque se diseña como un decantador, de manera que ante una punta de mucha duración, que exceda el tiempo de retención, si se produce rebose, que se conduce a vertido, lo sea de una agua ya pretratada e incluso decantada con la consiguiente reducción de DBO5 y de MES.

Caudal medio:			200	m3/h
Caudal máximo pretratado 3Qm			600	m3/h
Caudal máximo admitido a biológico 2Qm			400	m3/h
Caudal máximo excedente a aliviar:			200	m3/h
Criterios iniciales de diseño:				
Carga superficial a Qmedio:	m3/m2/h	1,00	200,0	m2
Tiempo de retención a Q medio:	horas	3,0	600,0	m3
Calado en vertedero	≥	3,0		m
Superficie necesaria				
Nº de decantadores:			1	Ud
Diametro necesario:	Teórico		15,96	m
Tipo de tanque:		Decantador con puente radial		
Forma			Circular	
Diametro Adoptado			16,0	m
Superficie horizontal			201	m2/ud
Superficie total de decantación			201	m2
Altura recta sobre vertedero:			3,0	m
Pendiente del fondo:	1V/10H		10,0%	
Altura zona cónica, tomada hasta el inicio de la poceta central			0,67	m
Altura Total:			3,67	m
Volumen real unitario:			647,8	m3

El rebose del decantador, llegado el caso, se envía al exterior uniéndose a una última arqueta de agua tratada.

Para el vaciado se realiza mediante un bombeo que la envíe a la obra de reparto del biológico, al tratarse de un agua que ha sido ya pretratada.

5.6.- TRATAMIENTO BIOLÓGICO. ALTERNATIVAS CONTEMPLADAS

Dada la alta calidad exigida al vertido, junto con los condicionantes ya asumidos de la menor incidencia ambiental y la capacidad de absorber la variabilidad de caudales y cargas, vamos a hacer una primera enumeración de los procesos disponibles y una segunda valoración con criterios de aplicación a este caso concreto:

En cuanto a la primera línea de actuación dividimos los procesos en:

BIOMASA FIJA

Lechos bacterianos

CBR, Contactores Biológicos Rotativos

Lechos inundados

Filtros Biológicos

BIOMASA SUSPENDIDA

Alta Carga

Media Carga

Aireación Prolongada

SBR, Reactores de Cargas Secuenciales

MBR Reactores Biológicos de Membranas

ELIMINACIÓN DE NUTRIENTES

Haremos una matriz de valoración que contemple:

- Garantías de depuración
- Adaptación a la eliminación de nutrientes
- Impacto ambiental
- Impacto estético, visual y acústico
- Condicionantes hidráulicos
- Costes de construcción
- Costes de explotación y mantenimiento
- Superficie necesaria y afección al entorno socioeconómico
- Facilidad de gestión.

5.7.- CON BIOMASA EN LECHO FIJO

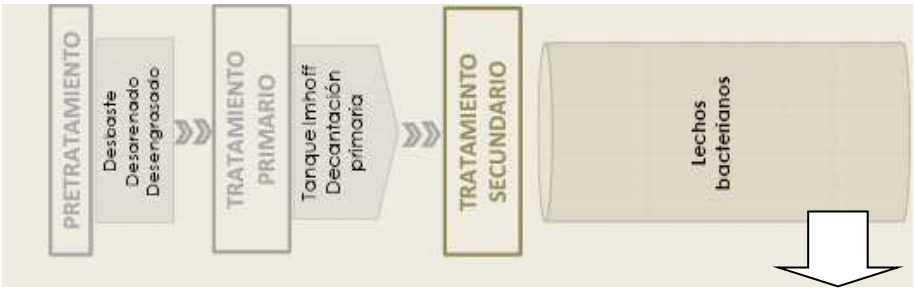
Contemplamos las siguientes tecnologías disponibles

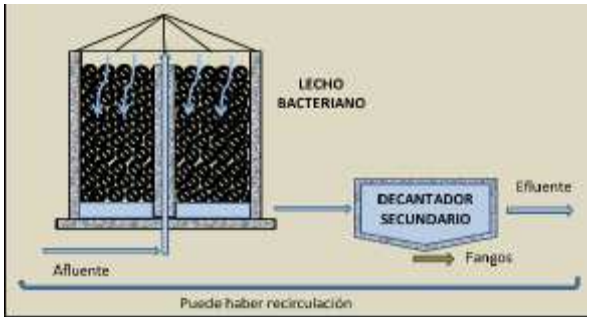
5.7.1.- LECHOS BACTERIANOS

El proceso de biomasa suspendida consiste en un depósito (reactor biológico) seguido de una decantación.

Los Lechos Bacterianos, conocidos también como Filtros Percoladores, constan de una cuba o depósito donde se ubica un relleno de gran superficie específica, sobre el que se desarrolla una película biológica. El agua residual se distribuye homogéneamente por la parte superior del relleno y por goteo atraviesa el lecho filtrante. La ventilación del Lecho (aporte de oxígeno para la oxidación de la materia orgánica), se produce a través de unas ventanas inferiores en el depósito. Esta ventilación se

produce de forma natural, por el efecto de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del Lecho.





Por la parte inferior del sistema se recoge el agua tratada junto con flóculos bacterianos desprendidos del soporte, enviándose a un Decantador Secundario, donde se separan los efluentes depurados de los lodos generados en el proceso.

Como relleno, en la actualidad se va imponiendo el empleo de materiales plásticos, sobre los que se desarrolla la película bacteriana.

El reactor biológico, donde se mantienen los microorganismos y los flóculos en suspensión, sirve para que dichos microorganismos lleven a cabo su acción metabólica, lográndose la floculación de las partículas en estado coloidal o disuelto.

Una vez alcanzada una floculación adecuada, las aguas con los flóculos pasan al decantador secundario donde se realiza una separación sólido-líquido.

El fundamento del sistema es la propiedad que tienen los microorganismos presentes en las aguas residuales para, mediante la inyección o mezcla de aire finamente dividido, producir la

coagulación de las sustancias en estado coloidal o disuelto. Dicha coagulación determina su sedimentación.

Existen numerosos procesos en función de la tecnología usada, aquí nos centraremos en los mas conocidos: Alta Carga, Media Carga, Reducción de Nutrientes y Aeración Prolongada.

Todos ellos vienen definidos por la edad del fango, que es el tiempo que los microorganismos se encuentran en el proceso.

Sigue necesitando un sistema de decantación posterior para separar el agua de los restos de biopelícula desprendidos.

Este tipo de tratamiento presenta las siguientes características:

- Tamaño de la EDAR: Apto para poblaciones de 200 a 5.000 h-e.
- Superficie: Requiere poca superficie (puede estar entre 0,3 – 0,75 m2/h-e).
- Los parámetros de diseño habituales son:

Par metro	Baja carga	Media carga	Alta carga
Carga orgánica (kg DBO_5/m^3 d)	0,08-0,4	0,25-0,50	0,50-0,90
Carga hidráulica (m^3/m^2 d)	1,2-3,5	3,5-9,4	9,4-37,5
Relación de recirculación	0	0-1	1-2

- Los rendimientos medios obtenidos son:

Parámetro	% Reducción
SS	80-90
DBO_5	80-90
DQO	75-85
N	20-35
P	10-35
Coliformes Fecales	80-90

- Afección por temperatura: Influyen la temperatura (en climas fríos puede requerir aislamiento o incluso ventilación forzada para que no disminuyan rendimientos) y la diferencia de temperatura agua residual-aire (para que funcione correctamente la pérdida de temperatura del agua al pasar a través del lecho debe ser inferior a 1,5ºC).
- Impacto ambiental: Mala integración paisajística, requiere medidas
- Funcionamiento ante cambios de caudal y carga: Buen comportamiento ante sobrecargas hidráulicas y contaminantes tóxicos.
- Flexibilidad: Menos flexible que la tecnología de fangos activos ante variaciones de las condiciones de diseño.
- Costes:
    - Los costes de instalación son elevados, entre 180-350 €/h-e para poblaciones entre 200 y 2.000 h-e.
    - Los costes de explotación están entre 16-25 €/h-e/año. La explotación es relativamente sencilla y el mantenimiento algo más complejo por los equipos mecánicos. Se deben realizar tareas de inspección, limpieza y gestión de residuos.

Criterio de diseño

El criterio más extendido para el dimensionamiento de estos lechos es, según la ATV-A135 y para relleno plástico y para conseguir nitrificación

- Carga orgánica < 0,2 Kg DBO5 /m3/día con un relleno de 100 m2/m3
- Carga hidráulica máxima < 1 m/h
- Carga orgánica superficial < 2 Kg DBO5/m2/día

La aplicación de estos parámetros nos llevaría a necesitar una superficie tal que hace inviable y muy poco práctica su aplicación:

Volumen de relleno necesario	> 6600 m3
Superficie necesaria por carga hidráulica	800 m2
Superficie necesaria por carga orgánica superficial	660 m2

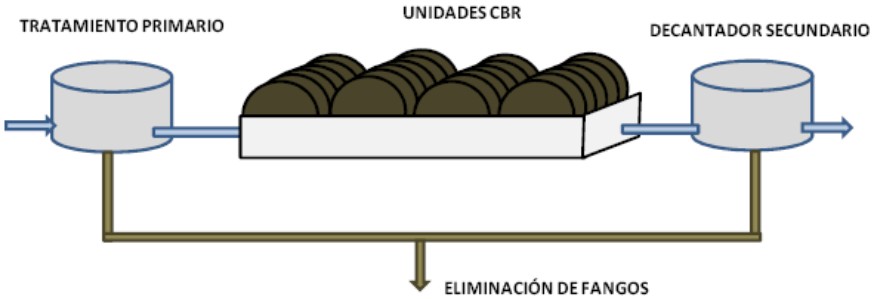
Ventajas

- Buena calidad del agua a la salida.
- Poco sensible a la presencia de sustancias tóxicas en el afluente.
- No necesita energía para la aeración como otros sistemas convencionales.
- Se trata de una operación sencilla, sin procesos muy complejos.
- Menor consumo de energía.
- No precisa de un control de nivel de oxígeno disuelto ni de sólidos en suspensión en el Reactor Biológico.
- Todo ello hace que la explotación sea más simple.
- No se forman aerosoles, con lo que se evita la inhalación de microgotas de agua por los operarios.
- Bajo nivel de ruidos por la escasa potencia instalada.

Inconvenientes:

- Sistema sensible a la temperatura (especialmente con bajas temperaturas.)
- Poco flexibles desde el punto de vista de proceso.
- Menor garantía de eliminación de nutrientes
- Necesita una cantidad de superficie considerable.
- Generación de lodos en el proceso, que deben ser estabilizados.
- Afecciones medioambientales: Olores, vectores sanitarios.

5.7.2.- CBR, CONTACTORES BIOLÓGICOS ROTATIVOS



En el tratamiento biológico por contactores rotativos, también conocido por los nombres de biodiscos y biocilindros, el agua pasa horizontalmente a través de un tanque, en el cual giran unos ejes con discos de gran tamaño, suficientemente separados, para permitir el crecimiento de biomasa sobre su superficie.

Los biodiscos son sistemas que fueron desarrollados para obtener el tratamiento biológico aerobio de las aguas residuales. En este caso, la biomasa se presenta simultáneamente en la forma de crecimiento asistido.

La instalación está formada por una serie de discos circulares o de masa compacta de material plástico (poli etileno o poli estireno) con una alta superficie por volumen, solidario con un eje horizontal y parcialmente sumergidos en el agua residual y girando lentamente en el seno de la misma.

Una vez en funcionamiento, los crecimientos biológicos se adhieren a las superficies de los discos o de la masa compacta hasta formar una película biológica sobre la superficie mojada de los mismos.

En este caso es la biomasa (en cantidades mucho menores que el agua residual) la que se desplaza poniéndose en contacto, alternativamente, con la materia orgánica presente en el agua residual y con la atmósfera para la adsorción de oxígeno (condiciones aerobias).

En la zona de sumergencia, la biopelícula absorbe la materia orgánica y produce el crecimiento de la misma.

En contacto con el aire se capta el oxígeno y de esta forma se produce la transferencia de oxígeno a las colonias de bacterias, protozoos, rotíferos y demás microorganismos que producen la oxidación de la materia orgánica.

Los biodiscos o biocilindros se proyectan en base a factores de carga hidráulica o carga orgánica deducidos de estudios con plantas piloto e instalaciones a escala industrial.

Lo normal es colocar dos o más etapas. El efluente de la última etapa se lleva a una decantación secundaria donde se separa el agua depurada de la biopelícula.

El sistema (biodiscos-decantación) obtiene valores totales de la DBO del efluente final del orden de 10 a 25 mg/l. Los biodiscos son, generalmente, más fiables que otros procesos de capa fija por la gran cantidad de masa biológica presente, esto también les permite resistir mejor las sobrecargas.

Los discos no sólo sirven para airear la película biológica, sino que también son responsables de la aeración del licor mezcla presente en el tanque y por último, por esfuerzos tangenciales, producen el desprendimiento del exceso de biomasa.

En esta tecnología los microorganismos responsables de la depuración se encuentran adheridos formando una biopelícula a un soporte que gira semisumergido. La aireación se produce al estar el soporte en contacto con el aire al realizarse el giro.

Las plantas diseñadas para operar con sistemas de CBR presentan tratamientos previos (Desbaste, Desarenado y Desengrasado) y Primarios (Decantación). En las pequeñas instalaciones se puede sustituir el Tratamiento Primario por sistemas de Tamizado,Tanques Imhoff o Lagunas Anaerobias. Las Lagunas Anaerobias o los Tanques Imhoff pueden ser utilizados, a su vez, para la estabilización de fangos procedentes de los Decantadores Secundarios.

Requiere el paso como mínimo por dos elementos:

- Contactor: un depósito, normalmente semienterrado, alberga los contactores (soportes giratorios). Estos contactores pueden ser biodiscos (discos de material plástico colocados en paralelo y unidos por un eje central), biocilindros (jaula cilíndrica perforada con material plástico en su interior) o sistemas híbridos.
- Decantador secundario/clarificador: en esta etapa se extrae el exceso de fango generado (biopelícula desprendida al llegar a cierto espesor).

En la tabla adjunta se muestran los valores típicos de los parámetros de diseño de los CBR, según operen como Tratamiento Secundario o con Nitrificación combinada.

Parámetro	Secundario	Nitrificación combinada
Carga hidráulica (m^3/m^2 d)	0,08-0,16	0,03-0,08
Carga orgánica:		
gr DBO_5 Soluble/m^2 d	3,7-9,8	2,45-7,35
gr DBO_5Total/m^2 d	9,8-17,5	7,35-14,70
Carga máxima sobre la primera etapa:		
gr DBO_{5s}/m^2 d	19,6-29,4	19,6-29,4
gr DBO_{5T}/m^2 d	39,2-58,8	39,2-58,8
Carga de NH_3 (gr/m^2 d)	-	0,74-1,47
Tiempo de retención hidráulica (h)	0,7-1,5	1,5-4,0

Criterio de diseño

El criterio más extendido para el dimensionamiento de estos lechos es, según la ATV-A135 y para relleno plástico y para conseguir nitrificación con una relación N/DBO5 <0,3

- Carga orgánica:
  - 3 etapas < 4 g DBO5 /m2/día
  - 4 etapas < 5 g DBO5 /m2/día

La aplicación de estos parámetros nos llevaría a necesitar una superficie mínima necesaria de 250.000 m2 de biodiscos.

El equipo comercial más grande, en tres etapas, tiene entre 10 y 11000 m2, **lo que haría necesario montar entre 22 y 24 líneas en paralelo**

Y en cuanto al proceso en sí, los biodiscos pueden conseguir nitrificar el vertido, pero para desnitrificación de debe además añadir un tanque anóxico inicial y forzar una recirculación de fango.

Ventajas

- Explotación y mantenimiento simple y sencillo.
- Volumen pequeño de depósito del reactor.
- Facilidad de ampliación en el futuro.
- Buena calidad del agua a la salida.
- Poco sensible a la presencia de sustancias tóxicas en el afluente.
- Menor consumo de energía para la aeración como otros sistemas convencionales.
- Se trata de una operación sencilla, sin procesos muy complejos.

Inconvenientes:

- Proceso bien adaptado a pequeñas poblaciones, pero no a grandes caudales
- Montaje complicado.
- Necesidad de diseño mecánico riguroso.
- Necesidad de mantenimiento de los discos
- Sistema sensible a la temperatura (especialmente con bajas temperaturas.)
- Poco flexibles desde el punto de vista de proceso.
- Menor garantía de eliminación de nutrientes
- Biosólidos sin estabilizar.
- Afecciones medioambientales: Olores, vectores sanitarios.

5.7.3.- LECHOS INUNDADOS

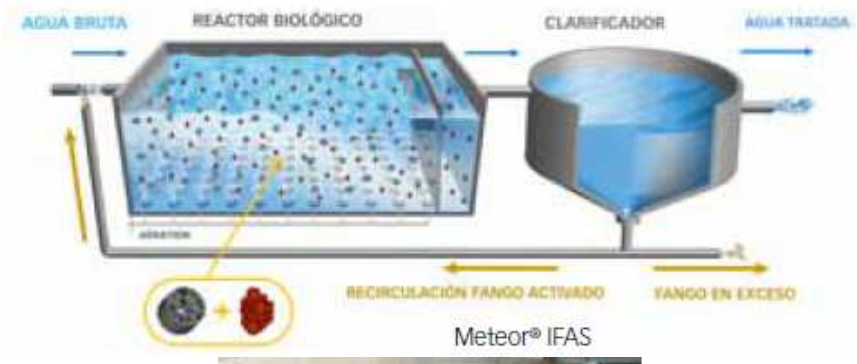
Es una tecnología convencional protegida bajo patente, normalmente denominado Proceso IFAS o MBBR, mediante la cual, en una sola instalación, se potencia el crecimiento de la biopelícula en un medio soporte manteniendo las condiciones aerobias adecuadas mediante la introducción forzada de aire y se retira la biopelícula mediante lavados periódicos.

Puede considerarse una mezcla entre un proceso de lecho fijo y de lecho suspendido, ya que diferentes patentes trabajan de una u otra manera.

La instalación está formada por un lecho soporte, generalmente de plástico, con una alta superficie por volumen, al que se adhiere la biopelícula mientras se inyecta aire en su interior manteniendo las condiciones aerobias.

A medida que va creciendo la biopelícula, la capacidad de filtración del medio disminuye y es necesario proceder a su lavado con aire y agua.

Este refuerzo de soporte puede conseguirse con material plástico suspendido en el seno del reactor o con soportes enmarcados en "jaulas" o en forma de láminas.



Los rendimientos son elevados (DBO5>95% y SS>95%).

Y, lo que es su gran inconveniente, está protegido bajo patente.

Ventajas

- Rendimientos elevados (DBO5>95% y SS>95%).
- Proceso Flexible.
- Poco espacio.
- Muy útil para plantas construidas que hayan de ampliarse

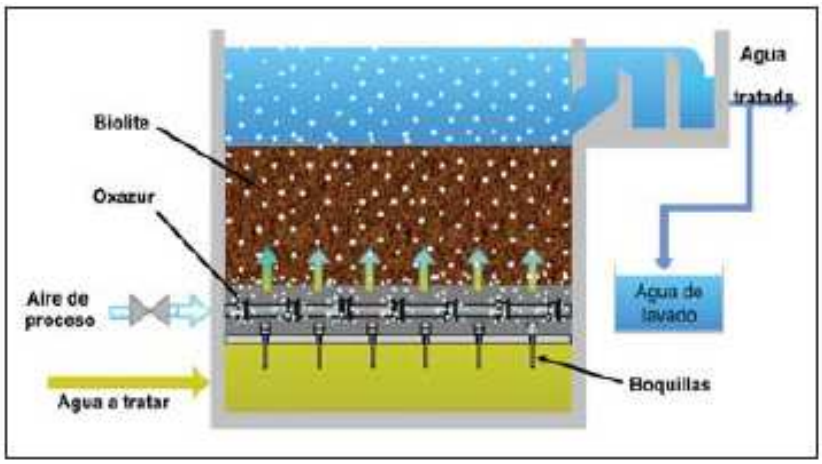
Inconvenientes:

- Protegido bajo patente.
- Alto coste de implantación.
- Personal cualificado.
- Alto consumo energético.

5.7.4.- FILTROS BIOLÓGICOS

También sometido a patente como el caso anterior

Existen dos versiones, de flujo vertical ascendente o descendente



Los filtros biológicos realizan la misma función que un tratamiento biológico convencional (sustituyen a los reactores biológicos y a los clarificadores secundarios) con una considerable reducción de superficie.

Una planta con esta tecnología ocupa mucha menor superficie que una planta convencional, con adecuados rendimientos de depuración

La gran ventaja de esta tecnología es la mayor compacidad de las instalaciones es un aspecto fundamental en aquellos casos en que la escasez de terreno o las dificultades asociadas al mismo constituyen factores determinantes en el diseño de una nueva instalación.

Se eliminan la problemática y las dificultades de operación que siempre plantea un clarificador secundario: bulking, desnitrificación no deseada sobre el decantador, flotación del fango dentro del decantador y fuga de MeS con el agua tratada. Estos problemas no existen en un proceso de filtración biológica.

El proceso está compuesto por varias celdas modulares capaces de operar en proceso de biofittración y de contra lavado al mismo tiempo. Es decir, cuando una de las celdas está en modo de contralavado, el resto son capaces de absorber la capacidad de tratamiento de dicha celda mientras dura el contralavado.

El agua bruta, o influente, entra por la parte inferior de la celda. Este modo de operación tiene la ventaja de realizar la biofiltración de forma ascendente, por lo que el efluente, o agua depurada, siempre será la única masa en contacto con la atmósfera, minimizando así los olores y aerosoles.

A continuación, el influente es repartido uniformemente a través de toda la celda gracias al empleo de un canal de distribución, ubicado en la parte inferior. Aquí también hay dispuesta una parrilla que se encarga de inyectar el aire de proceso necesario para el desarrollo de la masa bacteriana, así como de inyectar el aire para los contra lavados.

El influente pasa a través del medio filtrante, compuesto por pequeñas bolas de poliestireno que actúan como soporte inerte para las bacterias que se encargan de la biodegradación de la materia orgánica y de la eliminación de nitrógeno. Además, actúa como filtro para la retención de sólidos en suspensión.

DISEÑO

A la hora de diseñar un biofiltro hay que considerar, además de parámetros típicos de tratamientos secundarios (DBO, DQO), aquellos propios de un filtro (velocidad de filtración, espesor del lecho ...). Una de las etapas fundamentales del tratamiento es el lavado, momento en el que se elimina el exceso de biomasa y de SS para evitar la colmatación del filtro. En la Tabla 8.3 se muestran rangos de valores empleados en diseño de biofiltros.

Para su diseño se aplican los siguientes criterios:

Tabla 8.3.- Valores para el diseño de biofiltros

BIOFILTRO	Valores medios	Valores máximos
Carga volúmica de DBO	3 - 6.5 Kg DQO/m3 d	7 - 10 Kg DQO/m3 d
Carga de sólidos	0.5 - 2 Kg SS/m3 d	2.2 - 4 Kg/m3 d
Concentración DBO afluente	88 - 235 mg/L	
Velocidad de filtración del agua	1.5 - 3 m/h	4.5 - 10 m/h
Talla efectiva	2.5 - 6 m	
Espesor del lecho	1.5 - 4 m	
Producción de fangos	0.35 - 0.50 Kg SS/Kg DQOe	
Consumo Específico de energía	1.0 - 1.4 Kw h/Kg DQOe	
Rendimiento	70 % (65 - 80 %)	
LAVADO DEL BIOFILTRO		
Velocidad de lavado con agua	13 - 40 m/h	
Velocidad de lavado con aire	47 - 70 m/h	
Frecuencia de lavado	24 - 48 h	
Tiempo de lavado	20 - 40 min.	

Ventajas

Las ventajas de los biofiltros frente a un sistema convencional de fangos activos son:

- Apta para núcleos de 500 a 5.000 h-e.
- Se trata de un conjunto de una sola etapa, sin decantación secundaria y con un funcionamiento que no está sometido ni al riesgo de "bulking" ni a la desnitrificación incontrolada.
- La puesta en marcha es muy rápida hasta conseguir el régimen requerido. Conviene por tanto a los municipios con población variable (variaciones estacionales de fin de semana y vacaciones).
- Cumple con objetivos de calidad de efluentes muy estrictos, particularmente para el parámetro SS(< 10 mg/l) y, naturalmente, para los parámetros DQO y DBO mediante una alta concentración de biomasa activa. La calidad excepcional del efluente permite una desinfección mediante cloro u ozono con una concentración de hasta un 30 % inferior a las normalmente aplicadas en procesos convencionales.
- No requiere mucha superficie (puede estar entre 0,3 – 0, 7 m2/h-e).
- Las bajas temperaturas disminuyen la velocidad del proceso, por lo que se suelen cubrir para protegerlos de las inclemencias del tiempo.
- Impacto ambiental: No produce grandes impactos.
- Explotación y mantenimiento simple y sencillo.
- Volumen pequeño de depósito del reactor.
- Facilidad de ampliación en el futuro.
- Buena calidad del agua a la salida.
- Poco sensible a la presencia de sustancias tóxicas en el afluente.

- No necesita energía para la aeración como otros sistemas convencionales.
- Se trata de una operación sencilla, sin procesos muy complejos.
- Menor consumo de energía.
- No es necesario recircular fangos del Decantador Secundario a la zona biológica, al ser suficiente la concentración de biomasa bacteriana que se haya adherida al soporte.
- Mejor comportamiento ante la presencia de tóxicos, pues la flora bacteriana no permanece inmersa en el agua de forma continuada, sino que una gran parte del tiempo se encuentra en contacto con el aire en condiciones de recuperarse.
- No precisa de un control de oxígeno disuelto ni de sólidos en suspensión en el Reactor Biológico. Todo ello hace que la explotación sea más simple.
- Facilidad de construcción gradual. Al tratarse de un proceso de construcción modular, se puede efectuar la gradual ampliación del mismo en función de las necesidades de depuración.
- No se forman aerosoles, con lo que se evita la inhalación de microgotas de agua por los operarios.
- Bajo nivel de ruidos por la escasa potencia instalada.
- Al estar generalmente ubicadas las unidades de CBR en recintos cubiertos, se mantiene una temperatura más elevada del agua a depurar, con lo que se mejora el rendimiento en periodos fríos.
- Los biodiscos consumen del orden del 20% de lo que consume una EDAR convencional de Lodos Activos. El hecho de que únicamente con un motor de muy baja potencia (raramente supera los 1,5 KW) se accionen tanto los Biodiscos como las Norias de Elevación, implica que sea uno de los sistemas de depuración más competitivos con respecto al consumo eléctrico. Por todo ello, éste ahorro energético se considera muy importante tanto a efectos económicos como efectos de sostenibilidad ambiental.

Inconvenientes:

- Protegido bajo patente.
- Limitación de las cargas de entrada, lo que obliga a disponer de un tratamiento primario previo.
- Necesidad de personal cualificado.
- Alto consumo energético.
- Biosólidos sin estabilizar
- Variaciones de caudal y carga: Sistema sensible a variaciones acusados de caudal.
- Montaje complicado y equipos sujetos a patentes.
- Los costes de instalación son elevados, suelen estar entre 325-400 €/h-e para poblaciones entre 200-2.000 h-e.
- La explotación es relativamente sencilla y con unos costes de explotación entre 16-25 €/h-e/año.
- Se requieren tareas de inspección, limpieza y extracción de fangos y flotantes.
- El mantenimiento es más complejo por la existencia de equipos mecánicos, con cierta dependencia de la empresa fabricante.
- Necesidad de diseño mecánico riguroso.
- Sistema sensible a la temperatura (especialmente con bajas temperaturas.)

5.8.- CON BIOMASA SUSPENDIDA

El proceso de biomasa suspendida consiste en un depósito (reactor biológico) seguido de una decantación. El reactor biológico, donde se mantienen los microorganismos y los flóculos en suspensión, sirve para que dichos microorganismos lleven a cabo su acción metabólica, lográndose la floculación de las partículas en estado coloidal o disuelto.

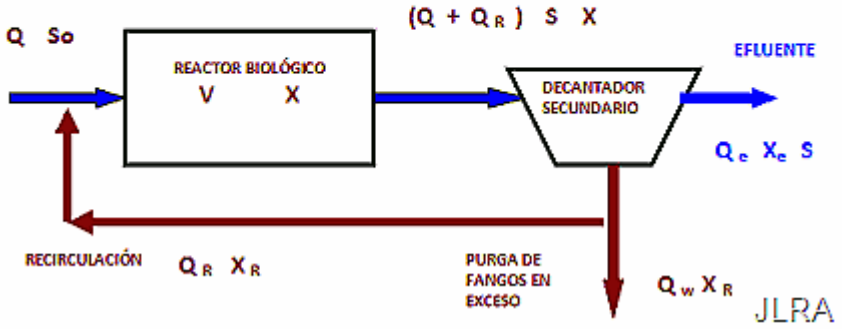
Una vez alcanzada una floculación adecuada, las aguas con los flóculos pasan al decantador secundario donde se realiza una separación sólido-líquido.

El fundamento del sistema es la propiedad que tienen los microorganismos presentes en las aguas residuales para, mediante la inyección o mezcla de aire finamente dividido, producir la coagulación de las sustancias en estado coloidal o disuelto. Dicha coagulación determina su sedimentación.

Existen numerosos procesos en función de la tecnología usada, aquí nos centraremos en los más conocidos: Alta Carga, Media Carga y Aeración Prolongada.

Todos ellos vienen definidos por la edad del fango, que es el tiempo que los microorganismos se encuentran en el proceso y que define también el rendimiento a obtener y la capacidad de eliminación de nutrientes.

ESQUEMA DE REACTOR DE MEZCLA COMPLETA CON RECIRCULACIÓN



Es habitual establecer tres escalas en función de la carga másica y la edad del fango:

CLASIFICACIÓN DE LOS PRDE FANGOS ACTIVADOS	CARGA MÁSICA (Kg. DBO_5/Kg. MLSS día)	EDAD FANGO (Días)	RENDIMIENTO DETER. DBO_5 (%)
Alta Carga	> 0,4	> 4	< 80%
Media Carga	$0,2 < C_m < 0,4$	4-10	85-95% Nitrificación Tem. Elevadas
Baja Carga	$0,07 < C_m < 0,2$	10-30	90-95% Nitrificación a Temp. Normales
Muy Baja Carga	< 0,07		

5.8.1.- ALTA CARGA

Es un proceso de biomasa suspendida (fangos activos) con edades del fango relativamente bajas (entre 0,5 y 1 día), que se caracteriza por una reducción de la contaminación por efecto de contacto.

Se suele utilizar como refuerzo al tratamiento primario o en aquellas instalaciones cuya calidad del vertido (debido al cauce receptor) no sea tan exigente.

Ventajas:

Poca necesidad de superficie.

Capacidad para tratar cargas muy altas.

- Proceso Flexible.
- Bajo coste de explotación.

Inconvenientes:

- Medio coste de implantación.
- Rendimientos medios (DBO5<65% y SS<85%)
- Biomasa sin estabilizar.

5.8.2.- MEDIA CARGA O CONVENCIONAL

Es un proceso de biomasa suspendida (fangos activos) con edades del fango medias (entre 4 y 6 días), que se caracteriza por una reducción de la contaminación por contacto y posterior asimilación.

Se suele utilizar como tratamiento secundario en plantas convencionales que no requieran mayores necesidades que la eliminación de la contaminación de origen carbonoso.

Ventajas:

- Poca necesidad de superficie.
- Capacidad para tratar cargas muy altas.
- Proceso Flexible.
- Rendimientos altos (DBO5<95% y SS<95%)
- Poco sensible a la temperatura.

Inconvenientes:

- Coste de implantación medio.
- Coste de explotación medio.
- Biosólidos sin estabilizar.

5.8.3.- AIREACIÓN PROLONGADA

Es un proceso de biomasa suspendida (fangos activos) con edades del fango elevadas (superiores a los 16 días), que se caracteriza por una reducción de la contaminación no sólo de origen carbono sino también la de origen en los ciclos del nitrógeno y del fósforo.

La Aireación Prolongada es una modificación del proceso de Lodos Activos para el tratamiento biológico de las aguas residuales en condiciones aeróbicas, encuadrándose dentro de las llamadas Tecnologías Convencionales.

Las plantas más comunes son las de tipo prefabricada en las que el agua residual tras una etapa de Pretratamiento, se introduce en una Cuba de Aireación o Reactor Biológico, en el que se mantiene un cultivo bacteriano en suspensión, formado por un gran número de microorganismos agrupados en flóculos (Lodos Activos) al que se denomina “licor mezcla”.

Las condiciones aerobias en el Reactor se logran mediante el empleo de aireadores mecánicos o difusores, que además de oxigenar permiten la homogeneización del licor mezcla, evitando la sedimentación de los flóculos en el Reactor.

Tras un cierto tiempo de permanencia en el Reactor, el licor mezcla se pasa a un Decantador o Clarificador, que puede estar anexo a la cuba o estar incluido dentro de la misma, y cuya función es separar el efluente depurado de los lodos (nuevas células). Parte de los lodos se recirculan de nuevo al Reactor, con objeto de mantener en éste una concentración determinada de microorganismos, y el resto se purgan periódicamente.

Se distinguen, pues, dos operaciones diferenciadas:

- La oxidación biológica, que transcurre en el Reactor o Cuba de Aireación.
- La separación sólido-líquido, que se lleva a cabo en un Decantador o Clarificador.

La Aireación Prolongada opera con cargas orgánicas muy bajas y altos tiempos de aireación, prescindiendo de la Decantación Primaria, y generando fangos estabilizados, que tan sólo precisan ser deshidratados antes de su disposición final.

Reactor Biológico

Par metro	Valor
Carga másica (kg DBO_5/kg SSLM d)	0,05-0,1
Carga volumétrica (kg DBO_5/ m^3 d)	0,1-0,4
Tiempo retención hidráulica (h)	18-36
Sólidos en Suspensión en la cuba (gr/l)	3,0-6,0
Edad del fango (d)	20-30
Relación recirculación (Q_r/Q) (%)	75-150

SSLM: Sólidos en Suspensión del *licor mezcla*, Qr: caudal de lodos recirculados (m^3/d), Q: caudal de aguas residuales a tratar (m^3/d)

Decantador Secundario

Par metro	Valor
Carga superficial (m^3/m^2 h)	Q_{med} 0,4-0,6
	$Q_{máx}$ 0,8-1,2
Carga de sólidos (kg SS/m^2 h)	Q_{med} 1,5-2,0
	$Q_{máx}$ 3,0-4,0
Tiempo retención hidráulica (h)	Q_{med} 3-5
Caudal en vertedero (m^3/ml h)	Q_{med} 4-6
	$Q_{máx}$ 8-12

Producción de lodos (kg ms/ kg DBO_5 eliminado): 0,6-0,8 ; donde ms corresponde a materia seca.

La Aireación Prolongada es un sistema que se suele utilizar como único tratamiento en plantas hasta 60.000 habitantes equivalentes por su facilidad de. Los rendimientos obtenidos son:

Parámetro	% Reducción
SS	80-90
DBO_5	85-95
DQO	80-90
N	30-40
P	20-30
Coliformes Fecales	85-95

Ventajas

- Bajos requisitos de superficie (puede estar entre 0,2 – 0,4 m2/h-e).
- Bajo impacto ambiental si se disponen enterrados, en caso contrario generan impacto.
- Buenos rendimientos de eliminación de materia orgánica y sólidos en suspensión.
- Los lodos salen de los Reactores Biologico ya estabilizados.
- Versátil pues se pueden controlar los parámetros operativos. La decantación secundaria es sensible a las sobrecargas hidráulicas.
- Esla alternativa es quizás la más empleada Sus puntos más fuertes son una gran robustez de funcionamiento y facilidad de explotación.
- La biomasa se mantiene en la parte endógena de crecimiento por lo que se consiguen unos rendimientos teóricos de eliminación de contaminación elevados y uno tasa de fangos menor, quedando totalmente estabilizados. De hecho, este tipo de plantas no suelen incluir digestión de fangos.
- Admite la eliminación de nutrientes, aunque su simplicidad hoce que tenga cierta rigidez para ser configurada en cuanto a repartos de recirculaciones y alimentación. En el caso de eliminación de fosforo por vía biológica se hace necesario el incluir una cámara anaeróbico previa.
- Aguanta bien las puntas de caudal y carga, frente a otras soluciones de lecho fijo, pero frente a otros tipos de fangos activos de baja o media carga, la capacidad de adaptación es menor.

Inconvenientes

- Para tamaños mayores, en 1os que se produce una mayor dedicación de personal cualificado a la explotación, puede presentar desventajas que la hacen perder terreno frente a otros procesos de fangos activos de oxidación de media o baja carga:
- Menor capacidad de absorber puntas de carga comparándolo con procesos de media carga.
- Problemas de bulking y foaming, que pueden disminuir bastante 1os teóricos rendimientos de depuración
- Elevado consumo energético.
- Si se emplean aireadores de superficie se forman aerosoles que pueden transportar agentes patógenos. Esto se puede eliminar si las cubas disponen de cubierta.
- Bajos rendimientos de eliminación de nutrientes y de patógenos.
- Las bajas temperaturas disminuyen la velocidad del proceso.
- Control del proceso más complejo que en las Tecnologías no Convencionales.
- Los costes de instalación son elevados, entre 120-400 €/h-e en poblaciones entre 50 y 5.000 h-e.
- Los costes de explotación están entre 20-35 €/h-e/año. La explotación y mantenimiento son complicados y de coste elevado. Se deben realizar tareas de inspección, limpieza y gestión de

residuos. El mantenimiento de los equipos mecánicos requiere personal cualificado y atención continuada.

5.8.3.1.- PARÁMETROS DE DISEÑO. RELACIONADOS CON EL PROCESO

El reactor se diseñará para conseguir la estabilización del lodo en el propio reactor.

Dado que esta estabilización conduce imperiosamente a un tiempo de retención celular (edad del lodo) superior al necesario para el proceso de nitrificación, se tendrán en cuenta las demandas de oxígeno necesarias para la misma.

Así mismo, se preverá la desnitrificación parcial en el propio reactor, lo que, además de disminuir los requerimientos de oxígeno, contribuirá a evitar posibles desnitrificaciones incontroladas en la etapa de clarificación que puedan originar escape de flóculos con el efluente. Para ello, el volumen de la zona anóxica será de al menos el 20% del volumen total del reactor.

Los principales parámetros de diseño estarán enmarcados dentro de los criterios siguientes:

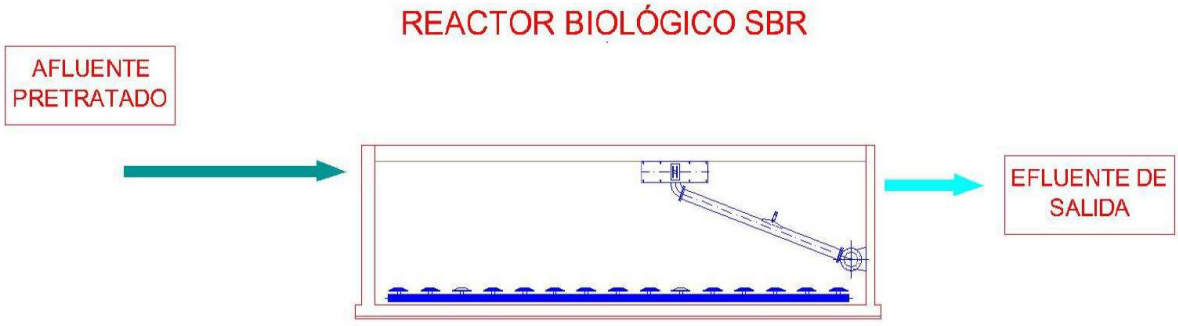
- La carga másica deberá ser en todos los casos inferior a 0,1 kg DBO5 / kg SSLM·día.
- La concentración de cálculo de sólidos en suspensión en el reactor, será preferentemente inferior o igual a 4 g SS/l.
- El tiempo de retención celular (edad del lodo) de diseño se justificará en función de la temperatura mínima prevista para el agua influente en cada época. En cualquier caso, siempre será superior a 16 días.

5.8.3.2.- PRÁMETROS RELACIONADOS CON A LA GEOMETRÍA

- El calado útil mínimo a considerar será de 4,5 m, siendo recomendables al menos 5 m.
- El suministro de aire se realizará mediante soplantes de lóbulos rotativos. Únicamente cuando haya que recurrir a equipos unidades con aporte unitario superior a 5.000 Nm3/h, se podrán seleccionar compresores centrífugos.
- Como mínimo se dispondrá de un equipos por reactor más uno en reserva.
- Los soplantes estarán accionadas preferiblemente con variadores de frecuencia, de manera que se pueda ajustar los aportes a los requerimientos en cada momento. Las soplantes estarán dotadas de sus correspondientes filtros de aire y válvulas de seguridad, válvulas de aislamiento y válvulas antirretorno.
- Se prestará especial atención al control del nivel de ruidos y vibraciones, contemplándose en el diseño elementos previsores de dilataciones, uniones y accesorios, así como los elementos de cubrición que sean necesarios de manera que el nivel sonoro en el interior de la sala donde estén ubicadas no supere los 75 dBA.
- La ubicación de las parrillas se justificará en función de la secuencia de zonas anóxicas, aerobias o facultativas previstas y la densidad de difusores será la que permita alcanzar la mayor eficiencia en la transferencia de oxígeno (ETO), según las especificaciones del fabricante. Se dispondrán también los mecanismos pertinentes para la purga de los conductos de reparto de aire
- El número de difusores se elegirá de manera que para los períodos punta de aporte de oxígeno, el caudal unitario por difusor sea inferior al 80% del máximo admisible indicado por el fabricante.
- Si todos los reactores han de estar simultáneamente en servicio durante todo el año, los difusores estarán montados sobre parrillas extraíbles.

5.8.4.- SBR, REACTORES DE CARGAS SECUENCIALES

El reactor secuencial por tandas (Sequencing Batch Reactor, SBR) es un sistema de lodos activados para tratamiento del agua residual que utiliza ciclos de llenado y descarga. En este sistema el agua residual entra en una tanda a un reactor único, recibe tratamiento para remover componentes indeseables y luego se descarga. La homogenización de caudales, la aireación y la sedimentación se logran en ese reactor único. Para optimizar el desempeño del sistema, se utilizan dos o más reactores en una secuencia de operación predeterminada. Los sistemas SBR han sido utilizados con éxito para tratar aguas residuales tanto municipales como industriales. Estos sistemas son especialmente efectivos para aplicaciones de tratamiento de agua residual caracterizadas por caudales reducidos o intermitentes.



Este proceso se ha mejorado con la introducción de un sistema Patentado, el ABJ Iceas, que permite ser alimentado en continuo.

Ventajas

- La homogenización de caudales, la sedimentación primaria (en la mayoría de los casos), el tratamiento biológico y la sedimentación secundaria pueden lograrse en un tanque reactor único.
- Flexibilidad de operación y control.
- Área superficial mínima.
- Ahorro potencial de inversión de capital por la eliminación de sedimentadores y otros equipos.

Desventajas

- Se requiere un nivel mayor de sofisticación (en comparación a los sistemas convencionales) de las unidades de programación temporal y controles, especialmente en sistemas de mayor tamaño.
- Un nivel más alto de mantenimiento (comparado con los sistemas convencionales) asociado con el tipo más sofisticado de controles, interruptores automáticos y válvulas automáticas.
- Descarga potencial de lodos flotantes o sedimentados durante la fase de descarga o decantación del reactor en algunas configuraciones de SBR.
- Taponamiento potencial de los dispositivos de aireación durante ciclos operativos específicos dependiendo del sistema de aireación utilizado por el fabricante.

PARÁMETROS DE DISEÑO

Este sistema SBR necesitaría un volumen de proceso en reactores igual al calculado anteriormente, ya que el proceso biológico es realmente el mismo. La diferencia de este proceso con los convencionales estriba en no necesitar decantación.

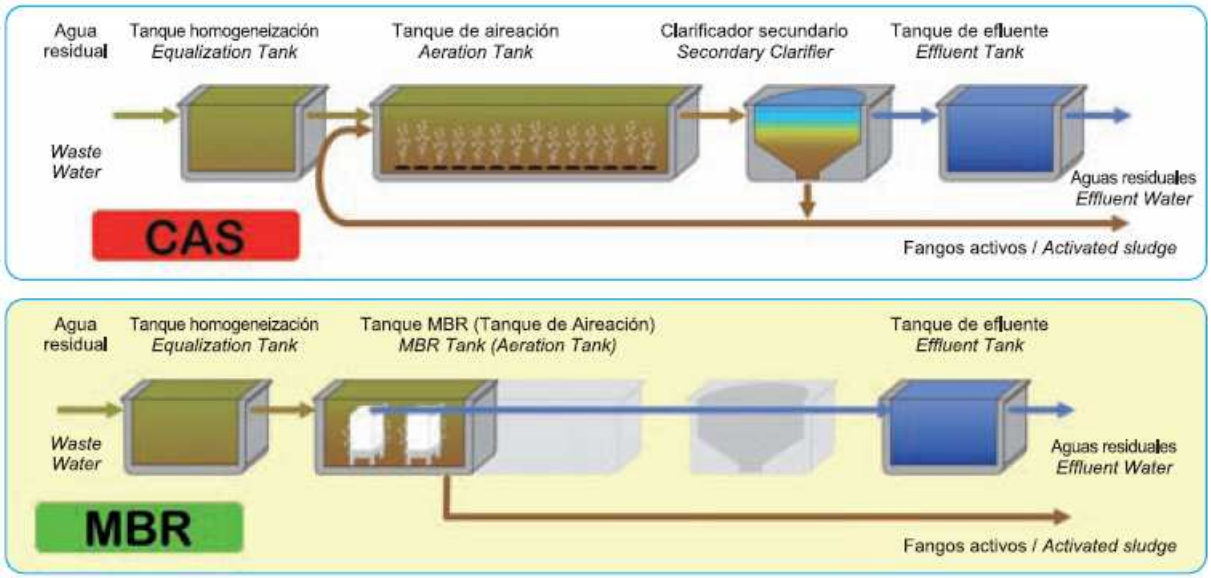
5.8.5.- MBR REACTORES BIOLÓGICOS DE MEMBRANAS

El término Reactor Biológico de Membrana (MBR) hace referencia a la combinación de un proceso de fangos activos y de separación mediante membranas.

Derivan del sistema clásico de tratamiento mediante fangos activados mediante la introducción de un módulo de membranas en lugar del tanque de sedimentación. Los MBR no constituyen una tecnología nueva, pues se desarrollaron hace ya casi tres décadas, pero en la última década su utilización ha aumentado de forma importante gracias a las recientes innovaciones técnicas como a las reducciones significativas de costes.

Las ventajas que presenta un MBR frente a un tratamiento convencional de fangos activos son la eliminación del decantador secundario, reduciendo de este modo el espacio requerido para su instalación, eliminación de los problemas derivados de la ocurrencia de sedimentaciones de lodo deficientes, obtención de efluentes de calidades equiparables a las obtenidas tras un tratamiento terciario, operación del reactor con elevadas concentraciones de sólidos (4-15 g SST/L) lo que hace reducir el espacio e incrementar las cargas volumétricas tratables, posibilidad de ampliación de plantas preexistentes sin necesidad de obra civil y gran estabilidad frente a vertidos de alta carga contaminante.

Actualmente existen diferentes tipos de membrana y de configuración de las instalaciones existiendo diferencias prácticas con beneficios y limitaciones distintas. Las membranas empleadas en este tipo de aplicaciones se sitúan entre los rangos de micro y ultrafiltración, con un tamaño medio de poro entre 0.03 y 0.5 µm según el fabricante.



Su funcionamiento se basa en que el agua del reactor biológico es filtrada pasando a través de las paredes de una membrana, debido a una pequeña depresión producida por una bomba centrífuga. El agua filtrada es extraída del sistema mientras el fango y los compuestos de tamaño superior al poro de la membrana quedan retenidos y permanecen o retornan al reactor biológico.

Este ciclo se alterna con un corto contralavado, en el que se invierte el sentido del flujo para forzar el paso del agua filtrada desde el interior al exterior de la membrana para limpiarla. Periódicamente, en función del grado de ensuciamiento, se realizan limpiezas químicas en profundidad de las membranas mediante su inmersión en una solución de limpieza.

El aporte de aire en los MBR se hace necesario no solamente para cubrir las necesidades de oxígeno por parte de los microorganismos en su labor biodegradativa, sino también por las ventajas

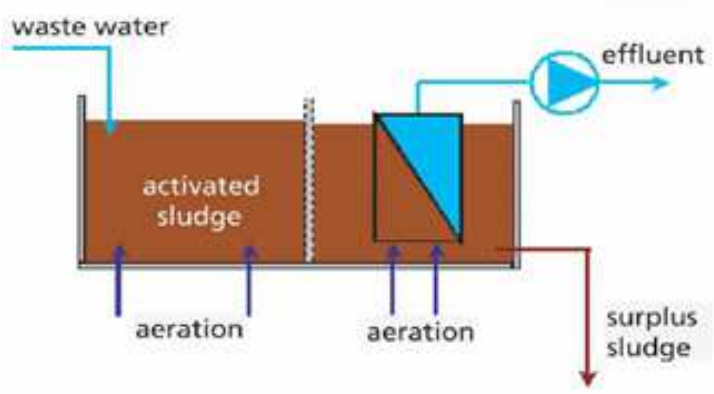
que se obtienen en la limpieza de la superficie de la membrana y por la generación de una presión transmembrana que impide el crecimiento microbiano sobre la superficie de la membrana.

Los MBR están compuestos por dos partes principales:

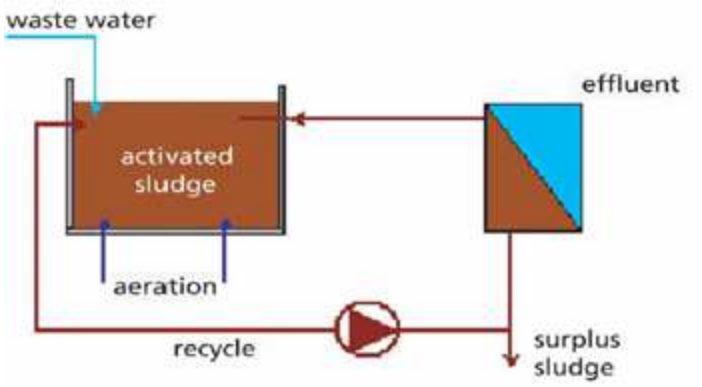
- Reactor biológico: responsable de la degradación de los compuestos presentes en el agua residual.
- Módulo de membranas: encargado de llevar a cabo la separación física del licor de mezcla.

Además, estos sistemas pueden adoptar dos configuraciones básicas:

Membranas sumergidas o sistema sumergido: Las membranas se sitúan dentro del propio reactor biológico, eliminando las necesidades de bombeo y aprovechando la agitación mecánica de la aireación.



Membranas externas o sistema de bucle externo: El contenido de reactor biológico se bombea al módulo de membranas. Las ventajas de este modelo residen en que el propio módulo de membranas sirve de contenedor de limpieza para las mismas y se evita su manipulación.



La elección de un sistema u otro depende de cada caso, la ubicación concreta y las instalaciones existentes.

Estos sistemas presentan una serie de ventajas y desventajas frente a los sistemas tradicionales:

Ventajas

- Operación de la planta con concentraciones de fango superiores (MLSS: 10 –20 g/l) a las del tratamiento convencional (MLSS: 3-4 g/l).

- La filtración por membrana garantiza una calidad de agua tratada independientemente de la decantabilidad del fango. Las membranas retienen los sólidos en suspensión y sustancias coloidales, lo que permite su reutilización para diversos usos.
- Planta es más compacta, al prescindir del decantador secundario y reactor biológico mucho más pequeño (se puede reducir hasta 1/3).
- Flexibilidad de operación: SRT y HRT se pueden controlar independientemente y con ello se puede mantener una edad del fango elevada que permita el desarrollo de microorganismos de crecimiento lento (nitrificantes…).
- La oferta de nutrientes en el biorreactor respecto a la biomasa puede ser regulada, de forma que se generan tiempos de permanencia prolongados de la biomasa y de los nutrientes en el sistema, minimizando así la formación de lodos excedentes.

Desventajas

- Elevado coste de implantación y explotación.
- Las altas concentraciones de fango pueden influir de forma negativa en el rendimiento de la membrana, aumentando el TPM (Transmembrane Pressure) o disminuyendo el flujo a través de la membrana.
- Se requiere una alta capacitación para la gestión adecuada del proceso

PARÁMETROS DE DISEÑO

La gran ventaja de este sistema es cuanto a su implantación, es que al trabajar con una concentración de MLSS mucho mayor que en oxidación prolongada, el reactor precisa prácticamente la mitad de volumen.

5.9.- MATRIZ FINAL DE SELECCIÓN

Nos ayudamos para ello de las valoraciones realizadas en función de las variables que se han comentado. Todas las valoraciones están tomadas sobre la base de un valor máximo de 10 a cada una

- **Garantías de depuración.** En la que se valora la capacidad del proceso para alcanzar los rendimientos deseados en eliminación de contaminantes
- **Eliminación de nutrientes.** De manera más específica se valora la capacidad del proceso de mejorar la eliminación de nitrógeno y fósforo por vía biológica. Aunque en este caso, esta eliminación no es prioritaria por las exigencias de vertido.
- **Impacto ambiental.** El impacto ambiental es un punto importante a valorar ya que la EDAR se ubicará en una zona próxima a viviendas e incluso utilizada como zona de paseo y esparcimiento. Se valora la capacidad de poder ser integrada en el espacio natural y eventualmente cubierta cuando menos en aquellos procesos que puedan generar olores.
- En este aspecto la valoración más alta corresponderá a aquella tecnología que más fácilmente pueda ser integrada en el medio que le rodea.
- **Impacto estético, visual y acústico**. El impacto estético, visual y acústico es también un punto importante a valorar ya que cuando no existe la posibilidad de ubicar la planta lo suficientemente alejada de las poblaciones, se debe minimizar los efectos de ruidos, olores, presencia de insectos, etc.

En este aspecto la valoración más alta corresponderá a aquella tecnología que genere menos ruidos y olores.

- **Condicionantes hidráulicos.** La valoración más alta corresponderá a la tecnología y configuración que mejor se adapte a las variaciones de caudal a lo largo del día y estacionales, de mejor circulación de agua en el interior de la planta, de mayor capacidad de absorber puntas de caudal y contaminación.
- **Costes de construcción.** Referido al coste inicial de ejecución, la mayor puntuación la obtendrá el proceso que se valore como menor coste de inversión inicial.
- **Costes de explotación y mantenimiento**. Es muy importante construir una planta de tratamiento de aguas residuales con costes de explotación y mantenimiento bajos, además de fácilmente asimilables por las poblaciones a las que sirve.

Hay que tener en cuenta que los costes de explotación contemplan dos factores, los costes fijos y los variables en función del caudal tratado.

En ambos conceptos cobran mucha importancia dos aspectos:

- Maquinaria de fácil mantenimiento y gran durabilidad que pueda ser mantenida por el personal de la entidad de gestión, recurriendo al mínimo a los trabajos exteriores.
- La mejor adaptación posible de las instalaciones con alto consumo energético, soplantes, bombas de elevación o recirculación, etc. a los caudales y cargas entrantes, de manera que el consumo energético sea siempre el óptimo en cada momento

Será más alta la puntuación en la medida en que se cumplan estos parámetros

- **Superficie necesaria y afección al entorno socioeconómico.** Tiene dos componentes de valoración. Por un lado el aspecto económico del coste resultante de expropiaciones y por otro la afección que la implantación de una infraestructura como ésta pueda tener sobre otras actividades existentes en la zona, sobre la red viaria, caminos rurales etc…
- **Facilidad de gestión.**

Es un complemento de la variabilidad mencionada. Tendrá mejor valoración el proceso que mejor se adapte y sobre todo que la respuesta necesaria se pueda resolver de manera sencilla y rápida.

El proceso que sea más fácil de integrar en un modelo de gestión estandarizada, que pueda gestionarse con una instrumentación comercial.

La aplicación de estos criterios, nos lleva a esta tabla resumen.

PROCESO	Garantía Depuración	Eliminación Nutrientes	Impacto Ambiental	Impacto Estético	Condicionantes Hidráulicos	Costes de Construcción	Costes Explotación	Superficie Necesaria	Facilidad Gestión	Suma
BIOMASA LECHO FIJO										
Lechos Bacterianos	5	4	5	5	3	8	8	5	5	48
CBR	6	4	8	8	3	8	8	7	6	58
Lechos Inundados	9	7	8	7	8	6	6	7	6	64
Filtros Biológicos	9	6	9	9	8	6	7	9	7	70
BIOMASA SUSPENDIDA										
Alta Carga	6	5	7	7	7	7	6	7	6	58
Media Carga	7	6	7	7	7	7	6	6	6	59
Aireación Prolongada	9	8	8	7	9	7	6	6	9	69
SBR	9	7	8	7	6	8	6	7	6	64
MBR	9	9	8	7	9	5	5	8	4	64

5.10.- PROCESO SELECCIONADO

Como vemos las dos mejores valoraciones la obtienen los procesos de Biofiltros y la oxidación prolongada.

Vemos que el primero se destaca en la capacidad de poder ser totalmente cubierto en el interior de una edificación que puede integrarse arquitectónicamente en el entorno.

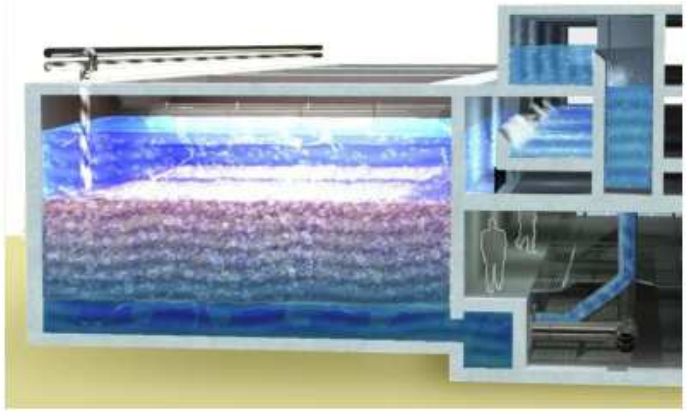
La segunda destaca sin embargo por la capacidad de la obtención de los mejores rendimientos de depuración, su adaptación a la variabilidad de caudales y cargas y su facilidad de gestión.

Ante la importancia que cobra el componente ambiental y la no exigencia de eliminación de nutrientes, se somete a criterio de la Administración la alternativa de Tratamiento Biológico por Celdas de Biofiltración.

5.11.- PROCESO DEFINIDO

Se opta por un proceso de biofiltro de flujo ascendente con relleno de material granular, tipo arcilla expandida o roca puzolánica.

En varias unidades en paralelo.



Se analizan las diferentes condiciones de trabajo para las distintas épocas y condiciones de llegada de agua bruta.

LECHOS BIOLÓGICOS SUMERGIDOS, T.ALTA		
En Temporada alta, con empleo de reactivos en el Primario		
Proceso:	Lecho fijo de flujo ascendente	
Funcionamiento	Aeróbico	
Material	Arcilla expandida	
Caudales		
Caudal diario a tratar	4800	m3/día
Caudal Medio entrada a Biológico	200	m3/h
Caudal Punta entrada a Biológico	400	m3/h
Capacidad recirculación sobre Q medio	0%	
Caudal recirculacion	0	m3/h
Balance DBO5		
Concentración media DBO salida Primario	120	mg/l
Carga de DBO entrada a etapa aerobia	576	kg(día
Rendimiento eliminación de DBO5 en el proceso	79,17%	
DBO5 permitido en vertido	25	mg/l
Carga DBO5 prevista de salida	120	Kg/día
Carga de DBO5 a eliminar	456	Kg/día
Diseño etapa		
Carga volumétrica máxima	1,7	KgDBO/m3/día
Volumen minimo necesario lechos	339	m3
Nº de filtros en servicio	6	Ud
Relleno necesario por filtro	56	m3

Se ha seleccionado un número de celdas que facilite la adaptabilidad a las variaciones estacionales, aunque las prediseñadas resulten algo pequeñas.

LECHOS BIOLÓGICOS SUMERGIDOS, T.BAJA		
En Temporada baja, sin empleo de reactivos en el Primario		
Caudales		
Caudal diario a tratar	2400	m3/día
Caudal Medio entrada a Biológico	100	m3/h
Caudal Punta entrada a Biológico	200	m3/h
Capacidad recirculación sobre Q medio	0%	
Caudal recirculacion	0	m3/h
Balance DBO5		
Concentración media DBO salida Primario	210	mg/l
Carga de DBO entrada a etapa aerobia	504	Kg/día
Rendimiento eliminación de DBO5 en el proceso	88,10%	
DBO5 permitido en vertido	25	mg/l
Carga DBO5 prevista de salida	60,0	Kg/día
Carga de DBO a eliminar	444,0	Kg/día
Diseño etapa		
Carga volumétrica máxima	2	KgDBO/m3/día
Volumen minimo necesario lechos	296,5	
Nº de filtros en servicio	6	Uds
Relleno necesario por filtro	49,4	m3

5.12.- TRATAMIENTO PRIMARIO

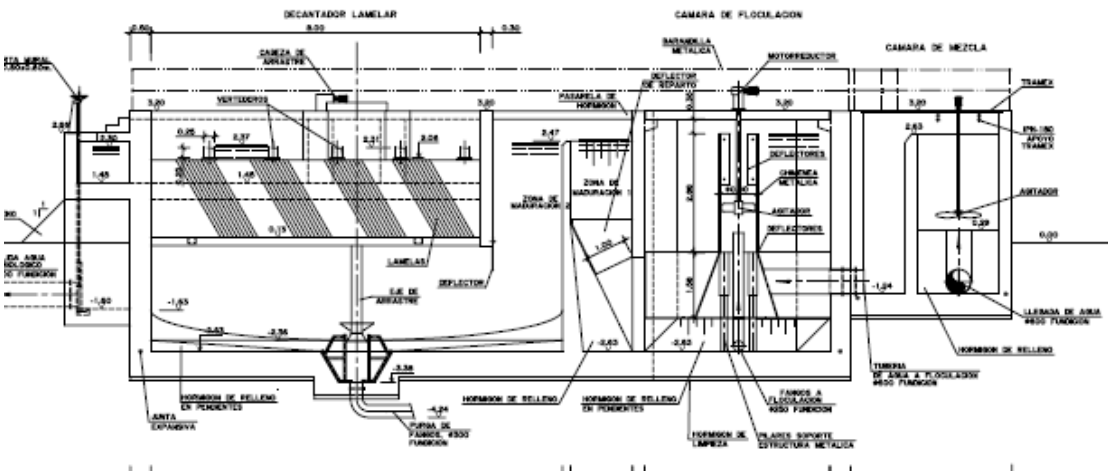
Previo al proceso secundario Biológico ha de proyectarse un tratamiento primario, de manera que la carga de entrada disminuya.

Para ello se comparan dos opciones:

5.12.1.- UNIDADES COMPACTAS

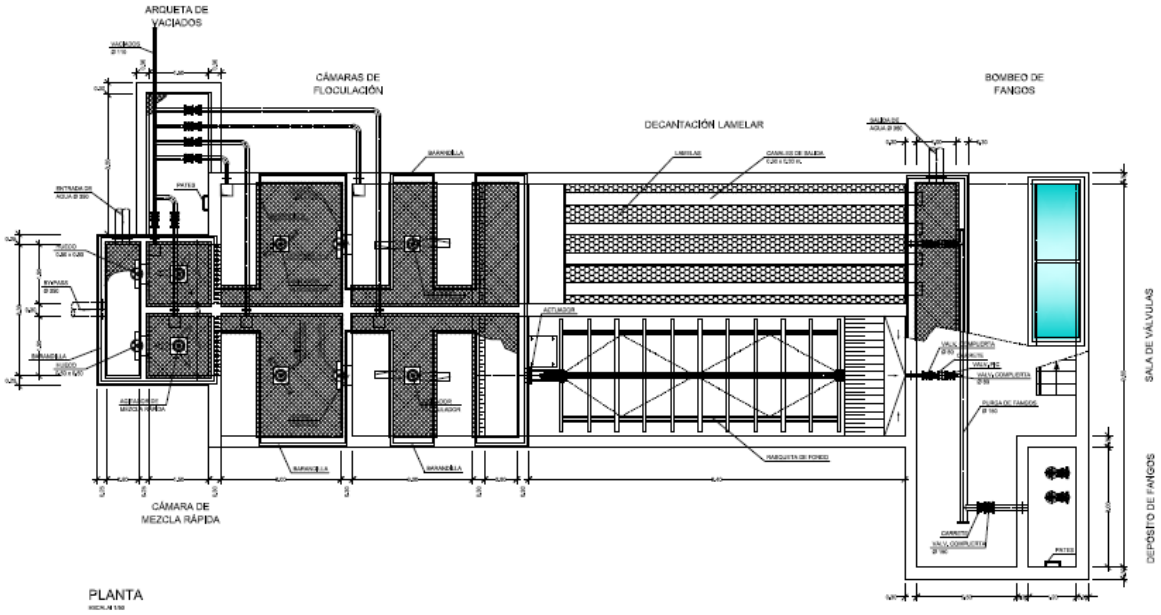
Unidades que incluyen los procesos de floculación, decantación y espesado.

La floculación forzada con recirculación de fangos y la decantación lamelar. La parte inferior del decantador dispone de un sistema de espesado de fangos.



5.12.2.- TRATAMIENTO PRIMARIO CONVENCIONAL

Un tratamiento convencional con cámaras separadas de mezcla, floculación y decantación lamelar.



5.12.3.- TRATAMIENTO PRIMARIO PROYECTADO

Teniendo en cuenta:

- Que habrá muchos meses en los que no hace falta aporte de reactivos
- Que el caudal es muy variable y estacional
- Que en épocas lluviosas la carga orgánica es baja por el efecto dilución, lo que permitiría no emplear el F-Q previo
- Que la primera de las dos soluciones tiene en muchos casos protección de patentes

Se opta por la segunda opción, dejando la puerta abierta a que las empresas licitadoras puedan proyectar procesos propios.

Se proyectaran cuatro líneas en paralelo.

Cámara de Mezcla Tratamiento Primario

A partir de este proceso, la planta se configura en tres líneas, de las que se construirán dos en esta fase, dejando espacio para la tercera

Caudal medio agua bruta	200,0	m3/h
Procedente de lavado de filtros	42,2	m3/h
Procedente de espesado	9,1	m3/h
Procedente de centrífugas	7,2	m3/h
Caudal medio diseño:	258,5	m3/h
Caudal punta:	458,5	m3/h
Tiempo retención a Q medio:	3	min
Tiempo retención a Q máx:	2	min
Volumen necesario:	15,3	m3
Número de líneas:	4	Ud
Volumen por línea:	3,8	m3
Número de compartimentos por línea:	1	Ud
Volumen por compartimento:	3,8	m3

Cámara de Floculación Tratamiento Primario

Caudal medio:	258,5	m3/h
Caudal máximo:	458,5	m3/h
Tiempo retención a Q medio:	30	min
Tiempo retención a Q punta:	15	min
Volumen necesario:	129,3	m3
Número de líneas:	4	Ud
Volumen por línea:	32,3	m3
Número de compartimentos por línea:	2	Ud
Volumen por compartimento:	16,2	m3

Como complemento a este Tratamiento primario, se proyectan instalaciones de almacenamiento, preparación y dosificación de cloruro férrico y polielectrolito.

5.13.- GESTIÓN DE FANGOS

En el proceso seleccionado hay dos puntos generadores de fango:

- La decantación primaria
- El fango en exceso del biológico, que se recoge de los lavados de los biofiltros.

En ambos casos el fango no llega a estar estabilizado.

5.13.1.- ESPESADO

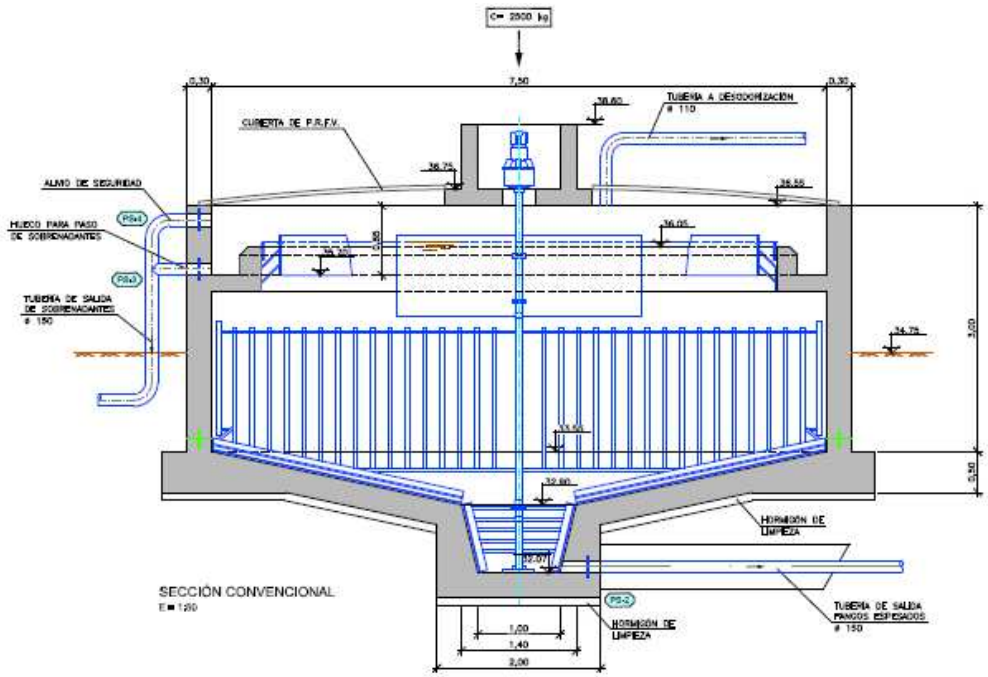
En este capítulo se manejan dos opciones:

Unidades mecánicas rotatorias, cuya ventaja es la de poder instalarse en el interior de un edificio industrial, en línea con las unidades de deshidratación

Gráfico 3 Configuración de ALDRUM G3 con válvula de mezcla y reactor de floculación

Espesadores convencionales.

Se opta por esta segunda alternativa, debido a su capacidad de almacenamiento que le permite servir de colchón para momentos de baja producción y para cubrir los fines de semana en que no se deshidrate



5.13.2.- DESHIDRATACIÓN

Se realizará igualmente en el edifico industrial, mediante unidades centrífugas, en dos líneas. Se elegirán los equipos para tratar todo el lodo generado en las instalaciones durante una semana, en 35 horas de funcionamiento (7 horas día, 5 días semana).

Serán del tipo centrífugas decantadoras horizontales con regulación de la velocidad diferencial. Dispondrán de rotor cilindro –cónico.

Todas las partes en contacto con el lodo serán de acero inoxidable.

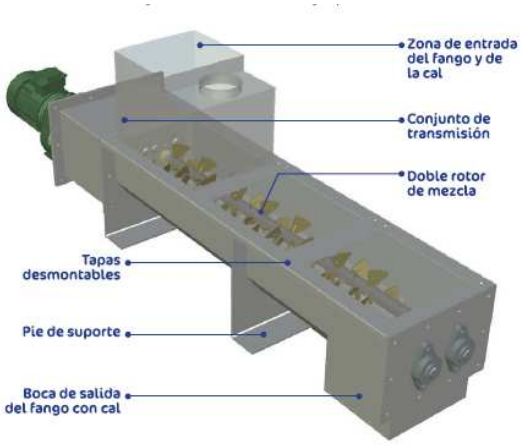
En la selección del equipo primarán los siguientes conceptos:

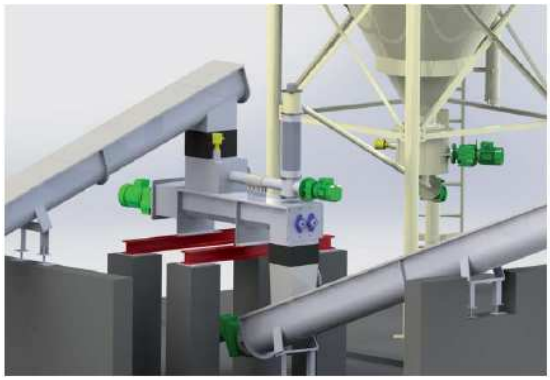
- Compromiso entre la sequedad del lodo y calidad del escurrido.

- Posibilidad de regulación del nivel de escurrido.

5.13.3.- ESTABILIZACIÓN DE LODOS

Dada la variabilidad en la producción de lodos, se opta por hacer una estabilización con cal viva, en seco, aplicando ésta sobre el fango deshidratado en un canal mezclador a la salida de las centrífugas.





La instalación completa dispondrá de un almacenamiento de cal en un silo vertical y de un equipo de dosificación automática.

Toda la instalación de cal y de estabilización se realizará en el interior del edificio industrial.

5.13.4.- ALMACENAMIENTO DE LODOS

El fango deshidratado será almacenado en una tolva con capacidad nominal de tres días de proceso a caudal medio como mínimo.

La tolva dispondrá de un sistema de vaciado mediante compuerta inferior. Solo en el caso de que el volumen resultante sea superior a 60 m3, se empleará un silo con sistema interior de barrido.

En el caso de que se elija una tolva de almacenamiento, se dispondrá una bomba de elevación, y otra de reserva de las mismas características. Éstas serán preferentemente de tornillo helicoidal y caudal variable.

La tolva cumplirá con los siguientes requisitos:

- La extracción se efectuará por el fondo y descargará directamente sobre camión.
- El fondo de la tolva debe tener una pendiente mínima de 45° de forma que se facilite su evacuación por gravedad.
- En cualquier caso, se debe plantear un sistema alternativo de vaciado mediante elementos mecánicos.
- Dadas las especiales características del lodo, la tolva deberá estar revestida interiormente de un material inerte que pueda resistir adecuadamente la abrasión y la corrosión.
- Para evitar problemas de olores la tolva deberá estar totalmente cubierta y conectada al sistema de desodorización.

5.14.- DEPÓSITO REGULACIÓN AGUA TRATADA

Tendrá una triple función:

- Depósito de agua de servicios para los usos industriales y de riego
- Servir de depósito para alimentar el tratamiento terciario
- Regular el caudal de agua depurada que se envía a la cántara de bombeo del emisario, dada la limitación de 70 l/s que existe en la actualidad, o los 105 si se realiza la más sencilla ampliación que es montar una tercera bomba.

Deberá ser un depósito cubierto para evitar el ensuciamiento por polvo ambiental, hojas etc…

Si el caudal del emisario se mantiene en 70 l/s = 252 m3/h, este depósito deberá tener un volumen capaz de regular durante una hora la diferencia entre el caudal punta tratado y la capacidad de bombeo.

(400-258) = 142 m3

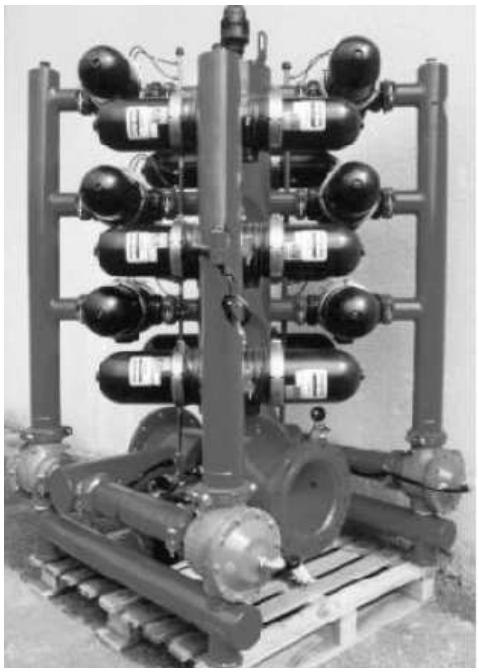
5.15.- TRATAMIENTO TERCIARIO

Al tratarse de un vertido al mar, no se precisaría de este proceso. No obstante se decide contemplarlo ante las altas exigencias de calidad requeridas.

Se contempla como una fase para uso no continuado, por lo que de entre las tecnologías se barajarán dos:

- Filtros de lavado automático de anillas o malla con paso de 20 micras.

bai



- Filtros de arena en unidades cerradas de funcionamiento a presión.

Teniendo en cuenta que no estará en servicio de manera continuada, que el agua tratada lo estará en condiciones de vertido al mar y el espacio requerido, se opta por el primero de los dos sistemas presentados.

Una instalación de varias baterías de filtros de anillas o mallas, con capacidad para Qm, de lavado automático con el mismo agua a tratar y que no requiere nada especial para su rápida puesta en servicio.

La instalación será también instalada en el edificio industrial.

5.16.- DESINFECCIÓN FINAL

Es otra operación que no se considera imprescindible para el vertido al mar y que se proyecta como medida complementaria para mejorar la calidad del vertido sobre todo en las etapas estivales de afluencia de bañistas.

Por ello, se renuncia al almacenamiento de productos químicos, optando por tanto por una instalación de radiaciones ultravioletas.

Instalación que empleará preferiblemente unidades cerradas para montaje en línea con la batería de filtración, montada en by-pass.

Los rayos ultravioletas forman parte del espectro electromagnético y tienen longitudes de onda comprendida entre 150 nm y 400 nm. Para obtener el mayor efecto germicida posible, las radiaciones deben estar comprendidas en el rango entre 200 y 280 nm (UV-C).

Para el diseño del sistema de desinfección mediante radiación ultravioleta se deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las características del efluente, fundamentalmente la turbiedad. Es recomendable que el flujo a través de la cámara sea turbulento y que el agua reciba los rayos UV desde todas las direcciones.
- Deben evitarse los cortocircuitos; es decir no debe quedar ninguna parte del agua sin recibir tratamiento.
- La dosis reales recibidas por todos los microorganismos deben ser superiores a 30 mWs/cm2
- El diseño deberá realizarse teniendo en cuenta el envejecimiento de las lámparas. Deberá garantizarse que las lámparas perderán como máximo un 25 % de intensidad con 12.000 horas de funcionamiento.

- Debe realizarse el cálculo teniendo en cuenta el sistema de limpieza escogido (manual, mecánico, químico o mecánico-químico).
- Deberá garantizarse asimismo las lámparas ante posibles fallos de funcionamiento, al menos 1.000 horas.

5.17.- GRUPO ELECTRÓGENO

Se considera necesario disponer de un grupo electrógeno que salvaguarde una relativa capacidad de tratamiento que impida vertidos al mar de aguas no depuradas o parcialmente depuradas.

Su potencia vendrá dada por la capacidad para mantener en servicio, la totalidad del pretratamiento y una línea de tratamiento biológico.

Deberá arbitrarse un depósito de gasóleo que garantice su funcionamiento durante un mínimo de 12 horas.

5.18.- DESODORIZACIÓN

Se contará con una instalación de extracción de aire que garantice que a la salida del tratamiento el aire desodorizado cumplirá los siguientes requisitos:

- $H_2S \leq 0{,}2$ mg/m^3.
- $CH_3SH \leq 0{,}23$ mg/m^3.
- $NH_3 \leq 0{,}2$ mg/m^3.
- Aniones $\leq 0{,}2$ mg/m^3 (expresado en metilaminas).

Para evitar el almacenamiento y empelo de productos químicos, se proyecta una des

Este sistema se basa en la captación de todo el aire a tratar para posteriormente hacerlo pasar por un filtro biológico (lecho vegetal).

El depósito suele estar construido en fibra de vidrio o polipropileno y de dimensiones según el aire a tratar. El aire entra por la parte inferior y se distribuye por toda la superficie del depósito permitiendo la salida del mismo sólo a través de la masa vegetal.

El aire al entrar al biofiltro pasa através de un lecho vegetal. Este lecho vegetal se debe mantener humedo para crear un biofilm aquoso donde puedan residir microorganismos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer y metabolizar los elementos contaminantes en el aire (oxidación biológica).

5.19.- AMPLIACIÓN CAPACIDAD DEL EMISARIO SUBMARINO

Se propone para aumentar la capacidad de bombeo del actual emisario, que dispone de 2 bombas de 35 l/s.

Dada que la obra tiene espacio y previsión, se propone en esta misma actuación, montar una tercera bomba similar.

Con el caudal de 105 l/s = 378 m3/h se consigue una capacidad similar a la que mantiene como capaz de ser tratada por el biológico.

6.- EDIFICIO INDUSTRIAL

En el interior de una edificación industrial, que se diseñará arquitectónicamente adaptada al entorno, se albergarán:

- La totalidad del pretratamiento, incluido los tanques desarenadores
- Todos los contenedores de residuos
- La totalidad del tratamiento primario, mezcla, floculación y decantación.
- Las instalaciones de deshidratación y estabilización de fangos
- Todos los depósitos e instalaciones de reactivos
- Los soplantes del biológico
- Las instalaciones del tratamiento terciario
- Los centros de Media y Baja Tensión y los Centros de Control de Motores
- El grupo electrógeno
- Un almacén
- Un taller para mantenimiento
- Aseos

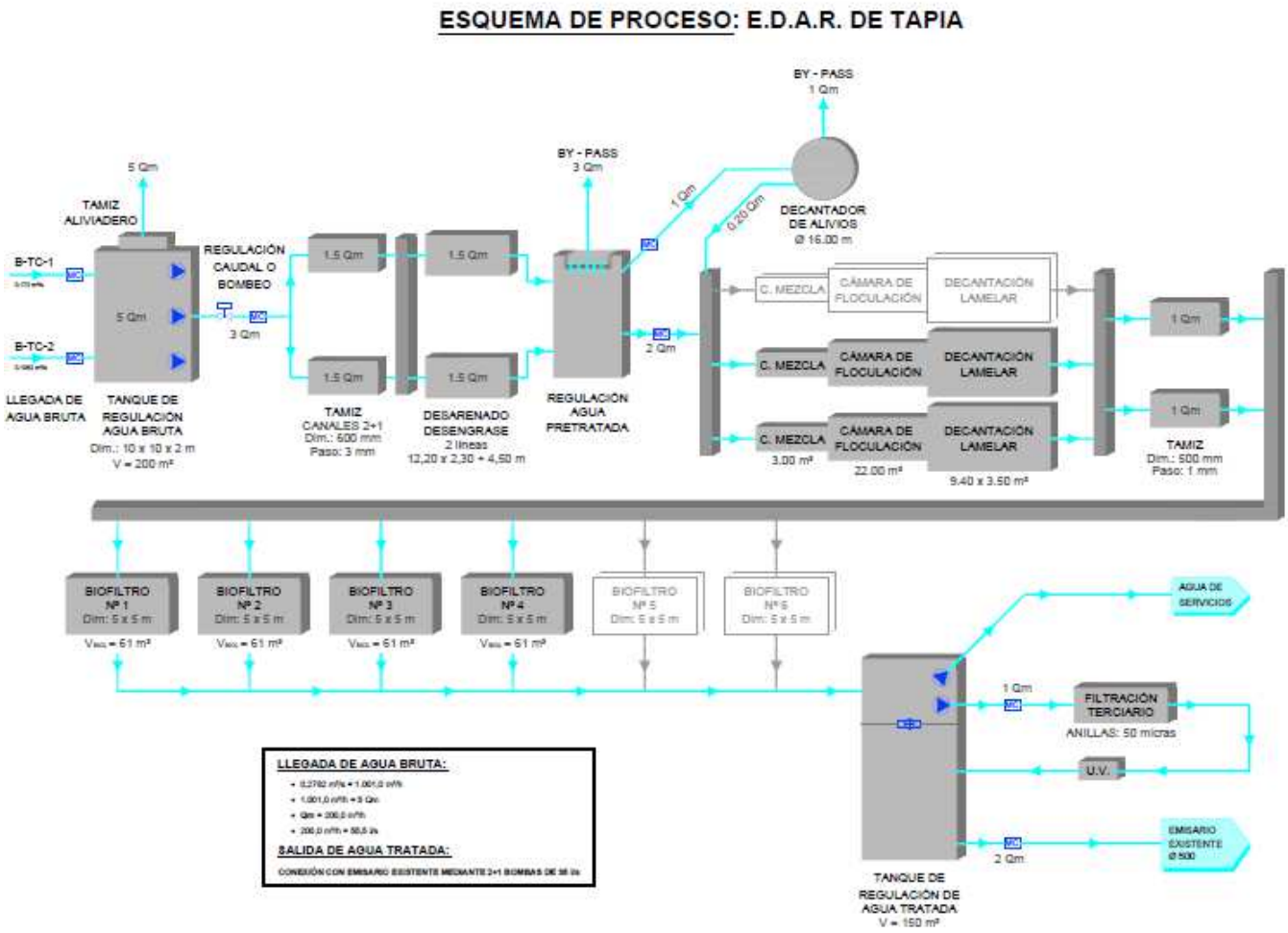
Este edificio dispondrá de una red de aspiración de aire que será tratado en lechos biológicos para evitar el almacenamiento de productos químicos.

En un segundo edificio se proyectarán las instalaciones para el personal

- Recepción
- Oficinas
- Laboratorio
- Vestuarios
- Sala de control

7.- DIAGRAMA DE BLOQUES

Las diferentes fases recomendadas para esta EDAR, se plasman en el siguiente diagrama de bloques.



8.- IMPLANTACIÓN TIPO

Con las dimensiones que hemos ido indicando, la parcela necesitará como mínimo una planta de 150*100 m

Arbolado
Arbolado
Arbolado
LINEA DE SEGURIDAD

9.- APÉNDICE 6.5.1: ANALÍTICA DE AGUAS

ANALÍTICA DE AGUAS: ESTACION PRETATAMIENTO TAPIA DE CASARIEGO

Fecha	Ph PH Entr	Conductividad (uS) Cond Ent	Turbidez NTU Turb Ent NTU	S.S (mg/l) SS Ent	DBO5 (mg/l) DBO_5 Ent	DQO (mg/l) DQO Ent	NTK (mg/l) NTK Ent	Aceites y grasas (mg/l) Ac y Gr Ent	Observación
27/06/2007	6,63	845	152	255	240	516	21,16	11,8	
25/07/2007	6,58	698	121	94	120	187	51,26	22,6	
27/08/2007	7,34	1042	118	175	340	479	92,72	13,6	
18/09/2007	6,64	492	64	125	80	224	34,95	17,2	
18/10/2007	6,87	916	134	220	240	509	64,23	15,2	
22/01/2008	7,41	1017	143	352	380	639	70,78	33,6	
27/02/2008	6,78	422	155	250	240	403	28,01	19,4	
22/04/2008	6,9	608	21,61	89	110	124	8,65	11,4	
27/05/2008	6,94	580	72	624	600	616	40,83	36,2	
24/06/2008	6,4	774	121	176	40	461	45,01	22,2	
30/07/2008	6,7	997	245	280	40	780	80,83	16,4	
26/08/2008	6,7	1190	287	516		618	113,37	18,6	
29/10/2008	6,8	574	33,94	67	70	167	19,21	13	
24/11/2008	6,8	517	300	322	15	162	13,64	20,8	
15/12/2008	7	520	7,72	26	35	61	10,72	9,8	
28/01/2009	6,1	337	39,48	25	20	70	4,51	5,6	
23/02/2009	7	742	45,92	83	40	157	27	15,2	
24/03/2009	6,7	661	50	104	45	198	35,67	11,2	
20/04/2009	6,8	815	54	88	160	237	43,65	11,6	
26/05/2009	6,9	603	64	110	105	284	44,76	7,4	
23/06/2009	6,7	1383	169	225	400	750	87,95	11,2	
27/07/2009	6,7	848	128	390	220	472	63,42	15,6	
24/08/2009	7,2	1190	193	340	560	732	128,12	16	
21/09/2009	7	849	127	160	360	457	70,11	11,2	
26/10/2009	6,7	819	172	320	450	566	53,83	19,8	
23/11/2009	7	759	46,46	69		188	51,63		
21/12/2009	6,9	463	45,85	25	34	49	13,28	5,4	
25/01/2011	6,9	534	21,88	45	32	76	8,98	11,4	
22/02/2010	6,7	588	1050	995	640	986	64,94	17	Valores anómalos
23/03/2010	7,2	626	120	153	180	281	39,87	19,4	
24/05/2010	6,9	790	171	240	360	642	67,1	20,2	
28/06/2010	7,2	693	39,74	84	145	199	38,36	15,6	
26/07/2010	6,8	870	254	826	320	565	73,6	30,2	
24/08/2010	6,9	793	134	180	200	529	53	15,4	
27/09/2010	7,1	879	188	254	420	577	66,6	25,2	
25/10/2010	7	1781	79	125	195	278	39,9	13,8	
24/11/2010	7,2	838	120	126	230	356	23,6	19,4	
24/01/2011	7,1	669	28,42	57	80	115	21,1	11,8	
21/02/2011	6,5	554	38,05	68	60	127	10,7	19,4	
21/03/2011	6,8	647	108	180	155	282	35,9	21,6	
23/05/2011	6,7	1019	115	116	390	516	57,4	19,6	
28/06/2011	6,5	1145	194	354	620	1072	70,4	20,6	
25/07/2011	6,7	851	249	368	560	856	90,7	20,4	
23/08/2011	7	746	138	178	350	566	88,5	15,8	
26/09/2011	6,9	725	177	362	560	756	64,1	15,8	
24/10/2011	7,2	526	69	130	170	304	41,7	27,6	
21/11/2011	6,7	1232	122	126	210	322	45,6	20,6	
19/12/2011	7	1406	87	312	235	340	23,71	21,6	
16/01/2012	7	516	101	157	160	286	29	19,8	
27/02/2012	7	985	52	116	105	250	29,8	18,8	
27/03/2012	7,5	996	52	90	165	278	61,4	27,8	
23/04/2012	6,7	581	72	142	290	346	23,4	19,8	
28/05/2012	7	780	84	352	370	406	51,7	19,8	
25/06/2012	7,1	824	110	144	400	470	57,3	22,6	
23/07/2012	7	1095	219	298	680	844	93,3	21,4	Valores anómalos
28/08/2012	6,6	870	433	286	750	1136	105,88	16	Valores anómalos
24/09/2012	7	768	112	190	320	431	49,5	17	
28/11/2012	7,3	436	27,72	30	34	92	8,8	17	
17/12/2012	7	642	114	186	280	449	34,2	19,8	
22/01/2013	7,1	497	30,48	35	45	139	13,5	9,4	
19/02/2013	7,1	573	39,73	75	95	179	20,6	15,2	
25/03/2013	7,2	472	14,52	21	22	80	15,3	14	
23/04/2013	7,2	641	102	180	115	352	37,4	16,4	
27/05/2013	7,1	737	61	136	120	235	22	11,4	
25/06/2013	7,1	843	81	134	145	315	47,4	15,4	
15/07/2013	7,1	811	89	100	270	456	68,6	12,6	
27/08/2013	7,1	768	70	107	90	344	70,2	15,8	
25/09/2013	7	815	86	136	240	391	56,3	19,4	
21/10/2013	6,7	624	155	248	290	581	60,3	17,8	
26/11/2013	7,2	590	47,66	56	80	189	31	12,4	
17/12/2013	7	477	91	200	125	281	32	13,6	
27/01/2014	7,2	435	48,91	90	78	88	11,5	14,6	
24/02/2014	7,2	565	33,26	51	70	120	34,9	11,2	
25/03/2014	6,7	466	181	290	350	409	23,1	23,4	
21/04/2014	7	714	85	116	210	297	45,6	11,4	
26/05/2014	7,2	849	103	130	280	438	65,3	14,2	
16/06/2014	7	712	84	86	180	331	61,6	7,8	
21/07/2014	7	930	65	64	200	287	71,8	18,2	
25/08/2014	6,9	1110	160	76	500	696	119,6	14,4	
22/09/2014	7	1187	62	114	190	406	68	15,6	
27/10/2014	6,8	700	36,23	68	60	188	48,9	14,4	
01/12/2014	6,7	610	20,59	37	44	66	10,7	7	

Promedio	6,93	770,63	118,73	186,95	230,11	386,67	47,87	16,79
Máximo	7,50	1.781,00	1.050,00	995,00	750,00	1.136,00	128,12	36,20
Mínimo	6,10	337,00	7,72	21,00	15,00	49,00	4,51	5,40

ANALÍTICA DE AGUAS: EDAR SERANTES
PARAMETROS ENTRADA

Marcados valores superiores a promedio

Fecha	Ph PH Entr	Conductividad (uS) Cond Ent	Turbidez NTU Turb Ent NTU	S.S (mg/l) SS Ent	DBO5 (mg/l) DBO_5 Ent	DQO (mg/l) DQO Ent	NTK (mg/l) NTK Ent	Aceites y grasas (mg/l) Ac y Gr Ent	Observación
14/01/2003	7,58	812	38,95	150	180	215	15,2	18	
18/02/2003	7,1	935	52	170	150	270	11,5	18	
20/03/2003	7,03	942	63	260	300	610	17,7	25	
22/04/2003	8,56	1051	84	350	410	512	14,8	20	
19/05/2003	7,19	1620	104	320	300	460	14,38	21	
13/06/2003	7,45	1149	114	395	330	584	17,53	25	
07/07/2003	6,88	1150	47,29	185	250	446			
19/08/2003	7,33	2170	69	285	270	603	19,4	29	
25/10/2003	7,04	1092	23	110	150	368	13,63	28	
18/11/2003	7,25	958	75,12	185	290	375	19,6	21	
01/12/2003	6,84	706	24,35	250	210	236	6,16	25	
22/01/2004	7,87	797	27,25	80	120	326	16,96	22	
17/02/2004	7,45	910	41,77	215	120	384	17,42	21	
23/03/2004	7,74	771	77	315	150	606	15,21	29	
27/04/2004	6,74	1066	197	355	280	622	19,4	21	
17/05/2004	7,01	825	111	380	230	350	15,4	22	
22/06/2004	7,18	914	111	420	300	402	16,8	24	
21/07/2004	7,1	1023	138	300	487	410	19,5	20	
03/08/2004	7,4	1160	125	290	360	487	20	21	
21/09/2004	7,19	1015	68,25	265	320	418	18	20	
25/10/2004	7,26	1100	83	295	280	330	15,3	19	
16/11/2004	7,2	941	78,9	205	200	293	14,9	20	
20/12/2004	6,97	983	113	180	120	462	16,2	21	
04/01/2005	7,1	940	123	170	100	281	15,3	18	
21/02/2005	7,1	908	142	235	480	530	14,6	21	
16/03/2005	7,4	887	115	195	400	471	13,9	19	
18/04/2005	6,96	876	128	260	190	435	16,5	20	
18/05/2005	7,48	1015	93	300	350	480	22,7	19	
21/06/2005	7,4	930	73,92	295	400	480	19,4	20	
26/07/2005	7,8	1013	112	305	470	507	22,1	22	
28/08/2005	7,7	1120	121	375	370	487	20,7	23	
13/09/2005	7,66	937	59,47	315	320	400	17,4	17	
19/10/2005	7,09	1062	57,85	280	240	360	18,8	14	
27/02/2006	7,07	487	40,18	370	80	444	16,67	63	
02/03/2006	6,59	536	14,38	30	80	166	17,6	28,8	
05/06/2006	6,66	946	315	545	600	599	0,42	18,8	
27/06/2007	6,24	850	459	460	480	578	91,77	22,6	
25/07/2007	6,64	6,31	338	200	190	338	53,85	24,2	
27/08/2007	6,8	1000	88	155	320	441	84,06	17,8	
18/09/2007	6,4	203	72	146	60	164	22,41	20,6	
17/10/2007	6,53	794	362	610	580	1192	89,9	43,2	
22/01/2008	6,87	817	210	440	360	640	73,05	29,4	
27/02/2008	6,39	397	580	830	820	1270	48,74	36,6	Vertido anómalo
22/04/2008	6,52	543	23,83	88	140	197	7,05	15	
27/05/2008	6,22	489	26,89	58	42	82	20,48	22,6	
24/06/2008	5,9	748	446	913	520	557	81,32	32,6	
30/07/2008	5,8	852	1072	2690	1150	2070	115,03	29,8	Vertido anómalo
26/08/2008	6,6	1095	177	212	620	632	74,22	17,8	
23/09/2008	5,8	945	2500	3720	2000	2028	3,81	48,2	Vertido anómalo
29/10/2008	6,8	512	188	495	220	417	24,92	28,4	
24/11/2008	6,8	331	88	160	60	165	10,7	15	
15/12/2008	6,8	403	129	490	220	385	40,21	17,4	
28/01/2009	5,8	527	86	170	250	355	25,35	14	
23/02/2009	6,7	629	224	378	350	557	46,86	21,2	
20/04/2009	6,8	809	194	336	360	618	60,36	11,4	
27/07/2009	6,4	613	419	840	750	1430	69,46	23,6	Vertido anómalo
24/08/2009	6,8	876	314	474	560	834	92,35	17,8	Vertido anómalo
23/11/2009	6,3	897	1782	2680		2400	130,64		
21/12/2009	7,1	541	99	88	150	172	14,38	14,8	
25/01/2010	7,2	509	36,66	100	85	157	12,72	11	
22/02/2010	6,8	601	834	558	600	962	61,26	16,6	
23/03/2010	7,1	784	81	80	105	162	47,98	15,2	
26/05/2010	7	1554	313	410	850	1300	142,7	25,2	
28/06/2010	6,9	1133	201	296	560	624	88,04	21,8	
24/08/2010	6,7	1034	150	174	600	825	79,7	20,6	
24/11/2010	6,8	502	122	214	190	348	17,5	21,6	
24/01/2011	7,1	668	68	102	190	269	34,7	15,4	
21/02/2011	6,9	530	43,03	111	65	151	17,8	15,4	
23/05/2011	6,7	941	228	302	520	776	74,8	21,6	
25/07/2011	6,6	861	414	380	850	1250	93,2	21,8	Vertido anómalo
24/10/2011	7,1	659	286	340	420	952	57,4	32,2	
19/12/2011	7,3	522	80	128	160	340	27,3	12,8	
27/02/2012	6,9	825	145	176	360	574	50,7	21,4	
23/04/2012	7,2	544	27,07	57	65	18,2	15,4	12,8	
28/05/2012	7,1	944	148	216	400	642	63,1	19,6	
25/06/2012	7,2	361	73	96	100	194	24,2	19,4	
22/10/2012	7,1	1047	187	210	440	744	82,4	15,2	
28/11/2012	7,6	332	80	110	40	132	9,2	13,6	
17/12/2012	7,1	592	74	94	185	295	34,7	19,6	
12/12/2012	7,1	673	108	414	185	336	34,9	23,6	
23/01/2013	7	408	15,9	12	21	69	10,8	7,2	
19/02/2013	6,9	546	39,56	58	85	187	18,9	10,6	
25/03/2013	7,1	462	39,26	50	50	141	19,8	11,8	
23/04/2013	6,8	7,32	135	194	340	598	48,5	12,8	
27/05/2013	7	530	49,35	88	65	148	13	14,6	
25/06/2013	6,9	827	152	182	420	631	59,6	15	
26/11/2013	7	731	102	102	290	420	45,8	9,6	
17/12/2013	7,1	1202	593	775	900	1685	126,6	25,2	Vertido anómalo
27/01/2014	7,6	478	73	124	90	161	18,5	10,6	
24/02/2014	7	636	36,57	59	25	171	42,8	7,6	
25/03/2014	7	434	414	350	260	616	34,4	17,2	
21/04/2014	6,8	1043	205	308	520	784	84,6	19,4	
21/07/2014	6,5	1017	235	330	380	932	92,4	21,6	
25/08/2014	6,5	1704	428	495	900	1724	175,7	22,6	Vertido anómalo
22/09/2014	6,4	702	436	850	900	1764	90,9	21,4	Vertido anómalo
27/10/2014	6,9	948	68	78	310	429	76,2	10,4	

	Ph	Conductividad (uS)	Turbidez NTU	S.S (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	NTK (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
Promedio	6,96	811,62	206,86	363,45	343,32	567,11	40,84	20,76
Máximo	8,56	2.170,00	2.500,00	3.720,00	2.000,00	2.400,00	175,70	63,00
Mínimo	5,80	6,31	14,38	12,00	21,00	18,20	0,42	7,20

MUESTRAS REPRESENTATIVAS SALIDA MAXIMA CARGA

	Ph	Conductividad (uS)	Turbidez NTU	S.S (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	NTK (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
Fecha	**PH Entr**	**Cond Ent**	**Turb Ent NTU**	**SS Ent**	**DBO_5 Ent.**	**DQO Ent**	**NTK Ent**	**Ac y Gr Ent**
28/07/2010	6,4	1150	1546	2110	2100	3450	132,5	35,2
24/08/2010	6,7	1034	150	174	600	825	79,7	20,6
27/09/2010	6,3	1130	1682	2760	3800	4518	149,5	33,2
23/05/2011	6,7	941	228	302	520	776	74,8	21,6
28/06/2011	6,6	1025	1044	1240	800	2700	125,4	29,4
25/07/2011	6,6	861	414	380	850	1250	93,2	21,8
28/05/2012	7,1	944	148	216	400	642	63,1	19,6
23/07/2012	5,6	1620	5410	8120	6900	10824	10,8	65,6
28/08/2012	6,7	1328	384	365	850	1268	112,5	22,2
27/05/2013	7	530	49,35	88	65	148	13	14,6

EDAR SERANTES

DBO5	85%
SS	75%

	Ph	Conductividad (uS)	Turbidez NTU	S.S (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	NTK (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
Fecha	**PH Entr**	**Cond Ent**	**Turb Ent NTU**	**SS Ent**	**DBO_5 Ent.**	**DQO Ent**	**NTK Ent**	**Ac y Gr Ent**
27/01/2014	7,6	478	73	124	180	387	18,5	10,6
24/02/2014	7	636	87,7	220	235	484	42,8	27,6
24/03/2014	7	434	128	250	280	416	34,4	37,5
21/04/2014	6,8	520	115,8	308	320	501	38,9	29,8
26/05/2014	7,3	483	78,9	160	205	392	23,9	24,7
16/06/2014	6,4	639	99,8	180	190	310	31,9	31,4
21/07/2014	6,9	521	130	330	380	639	40,7	21,6
25/08/2014	7	500	87,6	210	250	410	26,7	22,6
29/09/2014	7	702	136	290	320	594	39,7	31,4

	Ph	Conductividad (uS)	Turbidez NTU	S.S (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	NTK (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
Promedio	7,00	545,89	104,09	230,22	262,22	459,22	33,06	26,36
Máximo	7,60	702,00	136,00	330,00	380,00	639,00	42,80	37,50
Mínimo	6,40	434,00	73,00	124,00	180,00	310,00	18,50	10,60

EDAR CALAMBRE-RAPALCUARTO
ENTRADA

	Ph	Conductividad (uS)	Turbidez NTU	S.S (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	NTK (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)	Observación
Fecha	PH Entr	Cond Ent	Turb Ent NTU	SS Ent	DBO_5 Ent.	DQO Ent	NTK Ent	Ac y Gr Ent	
21/09/2004	7,46	1074	70,12	270	350	394	16,8	19	
25/10/2004	7,44	1028	76	235	250	306	14,8	18	
16/11/2004	7,28	810	70,12	215	170	206	14,2	17	
20/12/2004	6,63	837	49,22	125	60	194	9,8	9	
04/01/2005	6,9	893	45,15	95	50	111	8,4	7	
21/02/2005	7,12	878	89	150	130	412	6,6	18	
16/03/2005	7,29	880	94	200	190	287	9,4	17	
18/04/2005	6,68	832	16,25	40	50	98	7,1	12	
18/05/2005	7,1	740	60,13	90	110	173	10,3	16	
21/06/2005	7,42	981	135	405	470	510	25,6	25	
26/07/2005	7,43	937	80,15	275	270	387	20,7	16	
28/08/2005	7,74	987	102	255	270	394	18,4	22	
13/09/2005	7,12	813	33,71	85	90	107	10,2	13	
27/02/2006	7,07	487	40,18	370		444	16,67	63	
02/03/2006	6,58	415	55	275	210	166	14,7	17,8	
27/06/2007	6,45	506	60	70	110	177	45,66	10,8	
27/07/2007	6,77	548	14,27	24	13	11	45,97	8,6	
27/08/2007	6,82	947	101	275	310	407	97,24	22,6	
22/04/2008	6,21	448	62	350	420	570	6,45	25,8	
27/05/2008	6,04	509	43,74	286	205	218	33,48	24,6	
23/09/2008	6,8	1684	168	370	200	806	91,08	20,4	
24/11/2008	6,4	310	117	284	150	285	15,59	26,6	
15/12/2008	6,8	307	31,75	60	80	97	8,62	10,8	
27/07/2009	6,3	440	232	475	240	628	48,36	16,6	
24/08/2009	6,4	474	67	217	140	278	43,36	15,8	
21/12/2009	6,6	403	62	49	40	59	6,81	7,2	
22/02/2010	6,7	244	303	385	720	468	28,34	12,4	Valores altos¿?
23/03/2010	7	456	132	166	170	192	27,88	20,4	
24/05/2010	6,6	511	93	156	235	331	33,6	21,6	
24/08/2010	6,8	921	195	252	600	825	73,05	26,2	Valores altos¿?
24/11/2010	6,6	368	276	720	500	624	20,6	22,4	Valores altos¿?
24/01/2011	6,8	320	157	386	200	272	16,1	20,8	
21/02/2011	6,8	363	155	368	280	580	20,7	20,4	
19/12/2011	7,7	378	26,77	52	47	74	9,1	9,4	
16/01/2012	7,5	306	75	68	85	154	18,4	17,4	
27/02/2012	6,8	445	73	142	115	288	26,9	17,6	
28/11/2012	7,4	389	13,34	14	5	41	3,2	6,2	
17/12/2012	6,7	394	60	159	100	530	9,7	18,4	
22/01/2013	7	339	9,9	7	4	37	7,1	3,6	
19/02/2013	6,5	379	198	480	250	368	16,9	20,6	
25/03/2013	6,9	331	61	118	65	124	13,3	12,4	
27/05/2013	6,8	429	22,73	41	60	112	13,8	9,2	
25/06/2013	6,5	427	1000	480	650	1270	30,5	24,6	Valores altos¿?
27/08/2013	6,7	563	49,41	136	85	239	38,4	12,8	
21/10/2013	7	711	33,46	38	125	242	66,4	9,2	
26/11/2013	7	398	6,8	8	17	22	15,8	4,8	
17/12/2013	7	305	86	158	195	283	23,8	17,4	
27/01/2014	7,3	350	28,79	36	28	37	7,8	5,6	
24/02/2014	6,7	312	5,09	14	22	40	7,4	3,8	
25/03/2014	6,8	262	88	180	170	415	20,3	13,4	
21/04/2014	5,8	422	136	184	580	651	42,6	15,4	Valores altos¿?
28/05/2014	6,7	417	52	78	200	251	34,7	15,6	
16/06/2014	6,7	326	36,97	55	60	117	30,9	4,8	
21/07/2014	6,2	470	34,39	27	20	72	27,8	10,6	
25/08/2014	6,7	417	132	204	200	335	37,6	15,2	
22/09/2014	6,9	615	76	150	350	433	65,8	12,6	
27/10/2014	6,8	340	21,46	56	40	92	26,1	6,8	
01/12/2014	6,5	363	37,6	142	140	199	4,9	16,4	

	Ph	Conductividad (uS)	Turbidez NTU	S.S (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	NTK (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
Promedio	6,84	559,29	97,41	189,74	191,16	300,74	25,27	15,99
Máximo	7,74	1.684,00	1.000,00	720,00	720,00	1.270,00	97,24	63,00
Mínimo	5,80	244,00	5,09	7,00	4,00	11,00	3,20	3,60

5.6.- APÉNDICE 6.2. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE EDAR DE PEQUEÑAS POBLACIONES: SERANTES, RAPALCUARTO Y LA RODA

ÍNDICE

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO....1
2.- CONSIDERACIONES PREVIAS....1
2.1.- SITUACIÓN ACTUAL....1
2.1.1.- EDAR de Serantes....1
2.1.2.- EDAR Rapalcuarto....1
2.2.- CARACTERÍSTICAS Y CRITERIOS DE DISEÑO....2
3.- ANÁLISIS DE PROCESOS DE DEPURACIÓN....4
3.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS....4
3.2.- ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES PROCESOS SELECCIONADOS....9
3.2.1.- Lechos Inundados....9
3.2.2.- Lechos bacterianos - Biomasa Suspendida....10
3.2.3.- Contactores biológicos Rotativos (CBR)....13
3.2.4.- Aireación prolongada....16
3.2.5.- Reactores secuenciales (SBR)....19
4.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE DEPURACIÓN VS AGRUPACIÓN DE VERTIDOS....21
4.1.- ALTERNATIVA 2.1: EDAR CON SISTEMA SBR....21
4.2.- ALTERNATIVA 2.2: EDAR CON FANGOS ACTIVADOS Y AIREACIÓN PROLONGADA....23
4.3.- ALTERNATIVA 2.3: BIODISCOS....25
4.3.1.- CONCLUSIONES....26
5.- APÉNDICE 6.2.1. ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS....27

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente documento tiene por objeto definir las alternativas de depuración para pequeñas poblaciones para proceder al análisis multicriterio para valoración de la alternativa-2, considerando la reposición de las actuales EDAR´s de Serantes y Rapalciuarto

2.- CONSIDERACIONES PREVIAS

2.1.- SITUACIÓN ACTUAL

Los sistemas de Serantes y Raplcuarto disponen actualmente de depuradoras cuya capacidad y funcionamiento se encuentra infradimensionado para previsiones futuras, así como la calidad del efluente vertido no cumple los requerimientos de la Directica.

2.1.1.- EDAR de Serantes

La EDAR de Serantes actual se trata de una planta de tratamiento biológico de fangos activados en oxidación total está dimensionada para un total de 1250 he y un caudal medio diurno 15.62 m3/h y un caudal máximo 23.43 m3/h

La calidad del agua entrante se simplifica en la siguiente tabla:

	Ph	Conductividad (uS)	Turbidez NTU	S.S (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	NTK (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
Promedio	6,96	811,62	206,86	363,45	343,32	567,11	40,84	20,76
Máximo	8,56	2.170,00	2.500,00	3.720,00	2.000,00	2.400,00	175,70	63,00
Mínimo	5,80	6,31	14,38	12,00	21,00	18,20	0,42	7,20

2.1.2.- EDAR Rapalcuarto

La EDARde Rapalcuarto-Calambreestá dimensionada para 368 habitantes equivalentes, y un caudal punta de 5,6 l/sg.

El proceso de depuración consiste en desbaste previo a base de reja de gruesos , reja de fmos y desarenador en arqueta; decantación de flujo vertical y digestión anaerobia, en sendos decantadores-digestores primarios; digestión aerobia en filtro biológico relleno con material plástico de elevada superficie específica, al que se bombea el efluente con Qp. de los decantadores primarios y se distribuye la carga hidraúlica con un difusor rotativo , estando previsto el ciclo para una recirculación de factor (3+ 1) a Qm y (0+ 1) a Qp, finalizando el proceso con una decantación secundaria y emisario.

La calidad del agua entrante se simplifica en la siguiente tabla:

	Ph	Conductividad (uS)	Turbidez NTU	S.S (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	NTK (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
Promedio	6,84	559,29	97,41	189,74	191,16	300,74	25,27	15,99
Máximo	7,74	1.684,00	1.000,00	720,00	720,00	1.270,00	97,24	63,00
Mínimo	5,80	244,00	5,09	7,00	4,00	11,00	3,20	3,60

2.2.- CARACTERÍSTICAS Y CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios de diseño de las EDAR deben cumplir los requerimientos establecidos en la Directiva 91/271, función del tamaño de la EDAR y medio receptor.

ZONAS MENOS SENSIBLES (Tratamiento Primario)		
Par metro		% reducci n
DBO_5 (mg O_2/l)		20
Sólidos en Suspensión (mg/l)		50
ZONAS NORMALES (Tratamiento Secundario)		
Par metro	Concentraci n del vertido	% reducci n
DBO_5 (mg O_2/l)	25	70-90
DQO (mg O_2/l)	125	75
Sólidos en Suspensión (mg/l)	35	90
ZONAS SENSIBLES (Tratamiento Terciario o avanzado)		
Par metro	Concentraci n del vertido	% reducci n
Nitrógeno Total (mg N/l)	15 mg/l (entre 10 000 y 100 000 h.e.) 10 mg/l (> 100 000 h.e.)	70-80
Fósforo Total (mg P/l)	2 mg/l (entre 10 000 y 100 000 h.e.) 1 mg/l (> 100 000 h.e.)	80

Para las poblaciones de menos de 2.000 habitantes-equivalentes la normativa exige un "tratamiento adecuado" de las aguas residuales, entendiéndose como tal aquel tratamiento que permita que las aguas receptoras cumplan después del vertido los objetivos de calidad previstos.

El concepto de "tratamiento adecuado" establecido para pequeñas poblaciones, es mucho más amplio y flexible que los límites fijos de emisión establecidos reglamentariamente para grandes vertidos. Por tanto, el sistema de depuración escogido podrá ser más o menos intenso en función de la naturaleza del vertido y del medio receptor.

Para los pequeños municipios, el reto reside en implantar tecnologías de depuración que adaptándose a las peculiaridades y condicionantes de cada núcleo, permitan obtener un efluente de la calidad deseada acorde con los objetivos ambientales de medio receptor.

La solución pasa por la investigación y el desarrollo de sistemas de depuración flexibles y adaptables a las particularidades de cada punto de vertido.

A continuación se adjuntan los datos de población y caudal de Serantes y Rapacuarto de acuerdo con estudios realizados y criterios adoptados.

	Rapalcuarto-Calambre	Serantes
POBLACIÓN		
Población base 2015 estival	104	545
Población estacional 2015	208	1.090
Población estival 2040 (hab)	110	573
Población estacional 2040 (Hab)	219	1.146
POBLACIÓN GANADERA		
Población ganadera 2015	538	1.818
Población ganadera 2040	538	1.818
Habitantes equivalentes		

	Rapalcuarto-Calambre	Serantes
h-e inv-2015	219	1.648
h-e ver-2015	301	2.420
h-e inv-2040	292	2.354
h-e ver-2040	413	3.490
SITUACIÓN ACTUAL		
Qmin-inv-2015=QDmin+QImin	0,40	1,66
Qmin-ver-2015=QDmin+QImin	0,55	2,45
QDm-inv-2015=QDm+Qim	0,80	3,37
QDm-Ver-2015=QDm+Qim	1,10	4,94
Qp-inv-2015=QDp+Qip+QF	5,59	12,64
Qp-ver-2015 =	6,40	16,10
Qmax-Inv-2015	65,59	72,64
Qmax-ver-2015	66,40	76,10
SITUACIÓN FUTURA		
Qmin-inv-2040=QDmin+QImin	0,53	2,31
Qmin-ver-2040=QDmin+QImin	0,76	3,47
QDm-inv-2040=QDm+Qim	1,07	4,81
QDm-Ver-2040=QDm+Qim	1,51	7,13
Qp-inv-2040=QDp+Qip+QF	6,64	16,83
Qp-ver-2040=QDp+Qip+QF	7,04	21,68
Qmax-Inv-2040	66,64	76,83
Qmax-ver-2040	67,04	81,68
Valores promedio		
DBO5	190	340
DQO	301	567
SS	190	363
NTK	25	41
P	9	12
Valores objetivo		
DBO5	25	25
DQO	125	125
SS	35	35
NTK	12	12
P	2	2
% reducción mínimo requerido		
DBO5	87%	93%
DQO	58%	78%
SS	82%	90%
NTK	53%	71%
P	78%	83%

3.- ANÁLISIS DE PROCESOS DE DEPURACIÓN

3.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS

De acuerdo con los apartados anteriores, las EDAR a diseñar considerarán la reconstrucción completa de la EDAR, y no la ampliación o remodelación de la existente, para así mejorar tanto su estado como funcionamiento completo.

Las depuradoras a diseñar se corresponden con las denominadas como pequeñas poblaciones: EDAR Rapacuarto con 413 he y EDAR de Serants con 3490ha.

Las tecnologías empleadas en los sistemas de depuración deben cumplir los siguientes requisitos:

- Adecuadas a los recursos técnicos y económicos: Tecnologías que requieran un mantenimiento sencillo. Costes mínimos de implantación y explotación, prescindiendo en lo posible de consumo energético, elementos electromecánicos y reactivos químicos. Simplicidad en la gestión de lodos generados en la depuración.
- Sistemas robustos: Los sistemas de tratamiento deben ser robustos, capaces de autorregularse de forma eficaz en un amplio rango de caudal y carga para obtener un efluente con una calidad suficiente.
- Integración ambiental: Las instalaciones deben adecuarse al entorno con la mayor integración ambiental posible.

La variedad de sistemas de depuración aplicables al tratamiento de las aguas residuales de pequeñas poblaciones, así como su posible combinación, es muy amplia. Las tecnologías que pueden tener una mayor aplicación son las siguientes:

TECNOLOGÍAS APLICABLES ,

PRETRATAMIENTOS ,
Desbaste ,
Desarenado ,
Desengrasado ,
TRATAMIENTOS PRIMARIOS ,
Fosas sépticas ,
Tanques Imhoff ,
Decantación primarias ,
TRATAMIENTOS SECUNDARIOS - TECNOLOGÍAS EXTENSIVAS ,
Lagunajes ,
Humedales ,"Humedal artificial de flujo horizontal ",
Humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal ,
artificiales ,"Humedal artificial subsuperficial de flujo vertical ",
Humedal artificial de macrófitos en flotación ,
Filtros ,"intermitentes de arena ",
Infiltración-percolación ,
TRATAMIENTOS SECUNDARIOS - TECNOLOGÍAS INTENSIVAS ,
Aireaciones prolongadas ,
Lechos bacterianos ,
Contactores biológicos rotativos ,

Adoptando la nomenclatura siguiente para los diferentes tratamientos

TI	Tanque Imhoff
DP	Decantación primaria

LA	Lagunaje
HS	Humedal
HSFV	Humedal artificial subsuperficial
HSFH	Humedal artificial subsuperficial
FA	Filtro de arena
IP	Infiltración-percolación
LB	Lecho bacteriano
SBR	Reactor secuencial
AP	Aireación prolongada
CBR	Contactor biológico rotativo

En función de los siguientes criterios, se analizan las tipologías de tratamiento:

TRATAMIENTOS SEGÚN GRADO DE TOLERANCIA			
CRITERIOS	BAJO	MEDIO	ALTO
REQUERIMIENTO DE SUPERFICIE	FS-TI-DP-LB-CBR-AP-SBR	HSFV-FA-FT	LA-HSFH-IP
TOLERANCIA A BAJAS TEMPERATURAS	DP-LA-FA-HSFV-IP	LB-HSFH	FS-TI-AP-SBR-CBR
COMPLEJIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	LA-HS-FA-IP	LB-CBR	AP-SBR
FUNCIONAMIENTO ANTE CAMBIOS DE CAUDAL Y CARGA			
CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN AL GRADO DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS			
AGUA RESIDUAL DE CONTAMINACIÓN FUERTE	LA-HSFH-IP	FA-HSFV-CBR-LB	AP-SBR
AGUA RESIDUAL DE CONTAMINACIÓN MEDIA	TODOS SON ADECUADOS		
AGUA RESIDUAL DE CONTAMINACIÓN DÉBIL	AP-SBR	-	LA-IP-HS-FA-LB-CBR
CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN A VARIACIONES DIARIAS DE CAUDAL	AP-CBR-LB	SBR-FA-IP-HSFV	HSFH-LA
CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN A VARIACIONES ESTACIONALES DE CAUDAL	CBR-HS-FS-TI-FA-IP	LA-AP	LB-SBR
COSTES DE IMPLANTACIÓN Y EXPLOTACIÓN			
COSTES DE IMPLANTACIÓN	DP-FS-TI-FA	HSFV-LB-LA	IP-HSFH-AP-CBR
COSTES DE EXPLOTACIÓN	FS-TI-DP	LA-FA-HSFH-HSFV	IP-LB-CBR-AP
GESTIÓN DE FANGOS			
CANTIDAD DE FANGOS GENERADA	FA-HS-LA	FS-TI-DP-AP-SBR	LB-CBR
FRECUENCIA DE RETIRADA DE FANGOS	LA	FS-TI-LB-CBR	AP-SBR-DP
IMPACTO AMBIENTAL			
POTENCIAL PARA GENERAR MALOS OLORES	AP-SBR-CBR-HS	FS-TI-DP-LB-FA-IP	LA
POTENCIAL PARA GENERAR RUIDOS	FS-TI-DP-HS-FA-IP-LA	CBR-LB	AP-SBR
GRADO DE INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA	LB-CBR-AP-SBR	FA	LA-HS-IP

La selección de la tecnología a aplicar para el tratamiento de las aguas residuales generadas en las pequeñas aglomeraciones urbanas viene condicionada por una serie de factores, que posibilitan, limitan o impiden, su empleo en cada caso concreto.

- **Superficie requerida**: Los rangos poblacionales óptimos de aplicación de las distintas tecnologías son diferentes y vienen condicionados fundamentalmente por las necesidades de terreno para su implantación.

Tecnolog a	m²/h.e.
Filtros Verdes (superficie de terreno plantado)	30 – 50
Humedales Artificiales (superficie de Humedal)	3 – 5
Lagunajes (superficie de láminas de agua)	7 – 10
Filtros de Turba (superficie total de turba)	0,5 – 1,0
Lechos Bacterianos (superficie total)	0,1 – 0,3
Contactores Biológicos Rotativos (superficie total)	0,1 – 0,3
Aireaciones Prolongadas (superficie total)	0,1 – 0,3

Para el caso que nos compete, si bien no hay problemas de ejecutar la nueva EDAR en terrenos colindantes, sería deseable utilizar la superficie existente ocupada por la EDAR actual.

- **Condición climática:**

Los Filtros Verdes, Humedales Artificiales y Lagunajes, al basarse en procesos naturales, son las que se ven más influenciados por las condiciones climáticas imperantes.

La pluviometría afecta fundamentalmente al Filtro Verde, al limitar la cantidad de agua residual que puede aportarse a la plantación, y a los Filtros de Turba, al prolongar los períodos necesarios para el secado de la costra superficial.

Elevados índices de evaporación favorecen la implantación de los Filtros Verdes al permitir la alimentación de mayores volúmenes de agua residual, sin embargo, en el caso de los Lagunajes conducen a importantes pérdidas del agua almacenada y a incrementos en la salinidad de los efluentes depurados.

La radiación solar incidente es especialmente importante en los Lagunajes, al afectar directamente a los procesos de fotosíntesis que llevan a cabo las microalgas en las Lagunas Facultativas y de Maduración.

Para los Lechos Bacterianos, Contactores Biológicos Rotativos y Aireaciones Prolongadas, la temperatura es el principal factor climático a considerar, si bien los Contactores, al operar bajo cubierta, son los que se ven menos afectados por las circunstancias meteorológicas imperantes. ➔ Estas se consideran las tecnologías óptimas para el presente proyecto.

- **Impacto ambiental**

Las Tecnologías de Filtros Verdes, Humedales Artificiales y Lagunajes, son las que presentan una mejor integración medioambiental, si bien en el presente proyecto quedan descartados por condiciones anteriormente indicadas.

En el caso de los Lechos Bacterianos, Contactores Biológicos Rotativos y Aireaciones Prolongadas, se hace precisa la instalación de motores, cuya potencia necesaria es creciente en el orden en que se han enumerado las tecnologías. Estos motores, en función de su potencia, provocarán impactos sonoros más o menos acusados en el entorno.

Los Lechos Bacterianos, al estar constituidos por depósitos de unos 5 m de altura, provocan un importante impacto visual en el entorno. Este impacto puede minimizarse recurriendo a su pintado o a su "forrado" con plantas tapizantes.

- **Rendimiento del proceso:**

Los rendimientos generales del proceso se esquematiza en la siguiente tabla:

	Lecho turba	Lag. aireada	Lag. aerobia	Lag. facult.	Lag. anaer.	Lecho bact.	Biod.	Aire. Prolg.	F-Q
DQO	60-75	70-90	50	50-85	20	68-81	70-85	68-90	60-75
DBO_5	60-85	60-96	65-85	60-95	50-85	60-95	70-97	85-99	50-75
SS	85-90	70-90	90	49-90	60-80	52-90	75-97	83-99	65-90
NT	20-70	8-50	60	60	30	15-70	30-80	50-90	10-20
PT	20-25	25-35	10	10-35	10	5-30	8-30	15-70	85-95
Colif. Fecales	99,5	99	99-99,9	99-99,9	99-99,9	80-90	85	90	99

Rendimiento: %.

De forma global, los más estables son los procesos de biopelícula y tratamientos convencionales. Los más inestables son los sistemas de lagunaje.

La estabilidad respecto de la temperatura se analiza en función de su incidencia sobre el grado de depuración, siendo el lagunaje el proceso más sensible a sus efectos en el rendimiento, debido a las características propias del sistema.

En cuanto a la calidad del efluente, los procesos de biopelícula y tratamiento convencional (excepto físico-químico) mantienen una situación intermedia. Los de peor calidad son las lagunas y físico-químico.

Los más estables frente a las variaciones de caudal y carga son, en este caso, los procesos de lagunaje y físico-químico. Los procesos biopelícula y convencional (excepto físico-químico) ocupan una situación intermedia.

- **Producción de Lodos:**

El volumen de lodos producido tanto por los Filtros Percoladores como por los biodiscos es mínimo. Esto se debe, sobre todo, a la particularidad que supone el hecho de que los microorganismos se fijen a un sustrato en lugar de estar en suspensión, hace que las capas internas de la biopelícula formada funcionen en condiciones anaerobias, mucho menos productoras de lodos que las aerobias predominantes en los sistemas de fangos activos en dispersión.

Una baja producción de lodos es muy importante de cara a los aspectos económicos de la explotación, aunque también es un aspecto básico de cara a la autonomía y a la gestión de las instalaciones. Así, generalmente una EDAR de biodiscos puede funcionar de forma continuada durante unos seis meses sin que sea necesaria la extracción de lodos del Tanque Polivalente.

- **Costes de explotación:**

El coste de explotación €/hab, se resume en la siguiente tabla función de la tipología de tratamiento:

	Lecho turba	Lag. aireada	Lag. aerobia	Lag. facult.	Lag. anaer.	Lecho bact.	Biod.	Aire. Prolg.	F-Q
100	-	-	-	14	-	61	111	69	-
100-200	43	-	-	12	-	43	-	62	35
201-500	-	-	-	-	-	38	-	52	-
501-1000	35	-	-	9	-	31	-	43	26
1001-2000	-	38	3	-	3	26	-	-	-
2001-5000	17	24	2	-	2	21	35	31	21
5001-10000	-	17	1	3	1	17	26	26	-
>10000	7	12	0,9	3	0,9	14	17	22	17
VAL.MEDIOS	6	10	2	3	2	17	22	28	14
NOTA	9	8	10	10	10	8	8	7	9

- Especialización y coste de personal

En las Tecnologías no Convencionales de Filtros Verdes, Humedales Artificiales, Lagunajes y Filtros de Turba, la simplicidad de las labores de explotación y mantenimiento hace innecesaria la participación de personal cualificado, con el consiguiente abaratamiento en el coste de este concepto.

Los Lechos Bacterianos y los Contactores Biológicos Rotativos, si bien presentan una operación más compleja, que ya requiere personal de mantenimiento con un mayor grado de formación que los sistemas de depuración naturales, presentan un grado de complejidad menor que las Aireaciones Prolongadas.

- Costes de mantenimiento

Los costes de mantenimiento electromecánico son nulos en los sistemas de Filtros Verdes, Humedales Artificiales y Filtros de Turba, al carecer los mismos de equipos electromecánicos; pero en el caso de los Lechos Bacterianos, Contactores Biológicos Rotativos y Aireaciones Prolongadas si es preciso tener en cuenta este tipo de costes.

- Costes de energía

Los costes de la energía consumida son, conjuntamente con los de personal, los de mayor incidencia sobre el coste total de la explotación.

Desde el punto de vista de los costes energéticos si no es preciso bombear el agua residual y ésta llega por gravedad hasta la estación depuradora, los sistemas de Filtros Verdes, Humedales Artificiales, Lagunajes y Filtros de Turba pueden operar sin consumo energético alguno.

Los sistemas de Lechos Bacterianos y Contactores Biológicos Rotativos, si bien requieren consumo energético para su funcionamiento, estos requisitos son inferiores a los que presentan las Aireaciones Prolongadas, siendo menores estas necesidades en los Lechos Bacterianos que en los Contactores.

- Costes de reactivos

En lo referente al coste de los reactivos, este coste es nulo en el caso de las Tecnologías no Convencionales, al no ser necesaria la adición de ningún producto para el correcto funcionamiento de las mismas.

En el caso de Lechos Bacterianos, Contactores Biológicos Rotativos y Aireaciones Prolongadas, si se recurre al secado mecánico de los lodos generados en los procesos de tratamiento, se consumen reactivos en el acondicionamiento químico de los lodos, paso previo a su deshidratación.

- Costes de transporte de lodos

Los costes del tratamiento, transporte y evacuación n de los lodos generados en el proceso de depuración , constituyen una partida importante de los costes de explotación de una estación depuradora. Con relación a este punto el comportamiento de las diferentes Tecnologías no Convencionales es el siguiente:

- En los Filtros Verdes no se generan fangos, sino que se va formando una costra en las inmediaciones de los puntos de alimentación, que se rompe periódicamente en las labores de mantenimiento, reintegrándose al terreno donde se biodegrada.
- En los Lagunajes se espacia mucho en el tiempo la necesidad de purgar los lodos en exceso y, dados los elevados tiempos de residencia, los lodos extraídos (5 - 10 años), se encuentran perfectamente mineralizados, habiéndose reducido considerablemente su volumen.
- En los Filtros de Turba no se generan lodos, sino que el residuo del tratamiento lo constituye una costra seca, fácilmente manipulable
- En los Humedales Artificiales debe procederse a la extracción periódica de los lodos decantados en la etapa previa del tratamiento, y anualmente a la siega y extracción de las plantas secas, una vez finalizado su ciclo vegetativo.
- En los sistemas de Lechos Bacterianos y Contactores Biológicos Rotativos se generan lodos frescos.

En un intento por minimizar los problemas que este hecho acarrea, se recurre, con frecuencia, al empleo de Fosas Sépticas, Tanques Imhoff o Lagunajes Anaerobios previos. Los lodos en exceso, generados en el proceso de depuración, se recirculan a estos elementos situados en cabecera del tratamiento, de los que se extraen ya digeridos con la frecuencia que sea necesaria. En el caso de las Aireaciones Prolongadas, los fangos como consecuencia de la elevada edad del lodo con las que se opera, se purgan de los Decantadores ya estabilizados, por lo que tan sólo es necesario proceder a su concentración antes de su secado. La deshidratación

en el caso de pequeñas instalaciones puede llevarse a cabo haciendo uso de Eras de Secado. (como es el caso de la EDAR de Serantes)

A la vista de las características de los núcleos, la disponibilidad del terreno características del agua, los tratamientos recomendables quedan recogidos en la siguiente tabla:

TRATAMIENTO RECOMENDABLE	DP- CBR-LB-AP-SBR

DP	Decantación primaria
LB	Lecho bacteriano
SBR	Reactor secuencial
AP	Aireación prolongada
CBR	Contactor biológico rotativo

3.2.- ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES PROCESOS SELECCIONADOS

3.2.1.- Lechos Inundados

Es una tecnología convencional protegida bajo patente mediante la cual, en una sola instalación, se potencia el crecimiento de la biopelícula en un medio soporte manteniendo las condiciones aerobias adecuadas mediante la introducción forzada de aire y se retira la biopelícula mediante lavados periódicos.

La instalación esta formada por un lecho soporte, generalmente de plástico, con una alta superficie por volumen, al que se adhiere la biopelícula mientras se inyecta aire en su interior manteniendo las condiciones aerobias.

A medida que va creciendo la biopelícula, la capacidad de filtración del medio disminuye y es necesario proceder a su lavado con aire y agua.

Los rendimientos son elevados (DBO5>95% y SS>95%).

Si bien no necesita decantación posterior, si necesita un depósito de almacenamiento y concentración del agua de lavado.

Y, lo que es su gran inconveniente, esta protegido bajo patente.

Ventajas

- Rendimientos elevados (DBO5>95% y SS>95%).
- Proceso Flexible.
- Poco espacio.

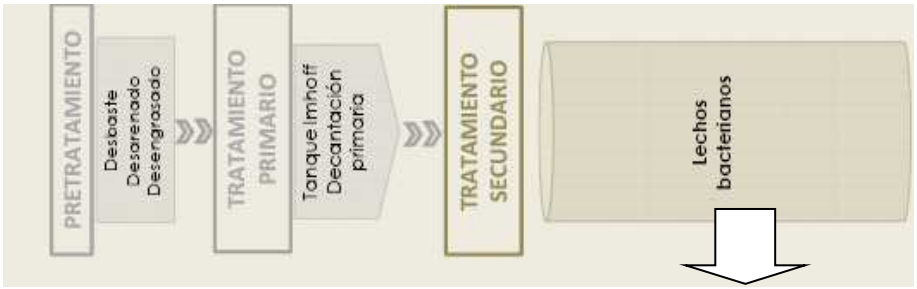
Inconvenientes:

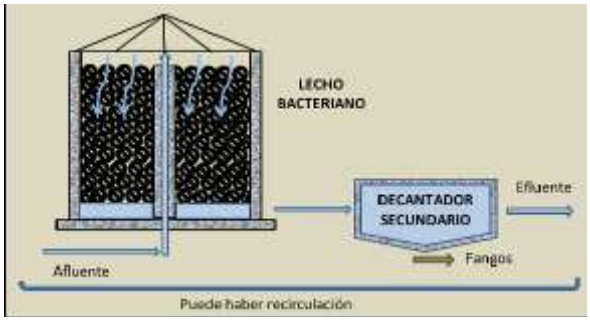
- Protegido bajo patente.
- Alto coste de implantación.
- Personal cualificado.
- Alto consumo energético.
- Biosólidos sin estabilizar.

3.2.2.- Lechos bacterianos - Biomasa Suspendida

El proceso de biomasa suspendida consiste en un depósito (reactor biológico) seguido de una decantación.

Los Lechos Bacterianos, conocidos también como Filtros Percoladores, constan de una cuba o depósito donde se ubica un relleno de gran superficie específica, sobre el que se desarrolla una película biológica. El agua residual se distribuye homogéneamente por la parte superior del relleno y por goteo atraviesa el lecho filtrante. La ventilación del Lecho (aporte de oxígeno para la oxidación de la materia orgánica), se produce a través de unas ventanas inferiores en el depósito. Esta ventilación se produce de forma natural, por el efecto de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del Lecho.





Por la parte inferior del sistema se recoge el agua tratada junto con flóculos bacterianos desprendidos del soporte, enviándose a un Decantador Secundario, donde se separan los efluentes depurados de los lodos generados en el proceso.

Como relleno, en la actualidad se va imponiendo el empleo de materiales plásticos, sobre los que se desarrolla la película bacteriana.

El reactor biológico, donde se mantienen los microorganismos y los flóculos en suspensión, sirve para que dichos microorganismos lleven a cabo su acción metabólica, lográndose la floculación de las partículas en estado coloidal o disuelto.

Una vez alcanzada una floculación adecuada, las aguas con los flóculos pasan al decantador secundario donde se realiza una separación sólido-líquido.

El fundamento del sistema es la propiedad que tienen los microorganismos presentes en las aguas residuales para, mediante la inyección o mezcla de aire finamente dividido, producir la coagulación de las sustancias en estado coloidal o disuelto. Dicha coagulación determina su sedimentación.

Existen numerosos procesos en función de la tecnología usada, aquí nos centraremos en los mas conocidos: Alta Carga, Media Carga, Reducción de Nutrientes y Aeración Prolongada.

Todos ellos vienen definidos por la edad del fango, que es el tiempo que los microorganismos se encuentran en el proceso.

Este tipo de tratamiento presenta las siguientes características:

- Tamaño de la EDAR: Apto para poblaciones de 200 a 5.000 h-e.
- Superficie: Requiere poca superficie (puede estar entre 0,3 – 0,75 m2/h-e).
- Los parámetros de diseño habituales son:

Par metro	Baja carga	Media carga	Alta carga
Carga orgánica (kg DBO_5/m^3 d)	0,08-0,4	0,25-0,50	0,50-0,90
Carga hidráulica (m^3/m^2 d)	1,2-3,5	3,5-9,4	9,4-37,5
Relación de recirculación	0	0-1	1-2

- Los rendimientos medios obtenidos son:

Parámetro	% Reducción
SS	80-90
DBO_5	80-90
DQO	75-85
N	20-35
P	10-35
Coliformes Fecales	80-90

- Afección por temperatura: Influyen la temperatura (en climas fríos puede requerir aislamiento o incluso ventilación forzada para que no disminuyan rendimientos) y la diferencia de temperatura agua residual-aire (para que funcione correctamente la pérdida de temperatura del agua al pasar a través del lecho debe ser inferior a 1,5ºC).
- Impacto ambiental: Mala integración paisajística, requiere medidas
- Funcionamiento ante cambios de caudal y carga: Buen comportamiento ante sobrecargas hidráulicas y contaminantes tóxicos.
- Flexibilidad: Menos flexible que la tecnología de fangos activos ante variaciones de las condiciones de diseño.
- Costes:
    - Los costes de instalación son elevados, entre 180-350 €/h-e para poblaciones entre 200 y 2.000 h-e.
    - Los costes de explotación están entre 16-25 €/h-e/año. La explotación es relativamente sencilla y el mantenimiento algo más complejo por los equipos mecánicos. Se deben realizar tareas de inspección, limpieza y gestión de residuos.
- Ventajas (frente a las Tecnologías Convencionales: Aireación prolongada)
    - Menor consumo de energía.
    - No precisa de un control de nivel de oxígeno disuelto ni de sólidos en suspensión en el Reactor Biológico.
    - Todo ello hace que la explotación sea más simple.
    - No se forman aerosoles, con lo que se evita la inhalación de microgotas de agua por los operarios.
    - Bajo nivel de ruidos por la escasa potencia instalada.
- Inconvenientes (frente a las Tecnologías no Convencionales)
    - Los costes de instalación son elevados por el coste del relleno plástico.
    - Generación de lodos en el proceso, que deben ser estabilizados.

Se exponen a continuación las tipologías función de la carga

3.2.2.1.- Alta Carga

Es un proceso de biomasa suspendida (fangos activos) con edades del fango relativamente bajas (entre 0,5 y 1 día), que se caracteriza por una reducción de la contaminación por efecto de contacto.

Se suele utilizar como refuerzo al tratamiento primario o en aquellas instalaciones cuya calidad del vertido (debido al cauce receptor) no sea tan exigente.

Ventajas:

· Poca necesidad de superficie.

· Capacidad para tratar cargas muy altas.

. Proceso Flexible.

. Bajo coste de explotación.

Inconvenientes:

· Medio coste de implantación.

· Rendimientos medios (DBO5<65% y SS<85%)

. Biomasa sin estabilizar.

➔Solución no apta para las EDAR objeto de análisis

3.2.2.2.- Media Carga

Es un proceso de biomasa suspendida (fangos activos) con edades del fango medias (entre 4 y 6 días), que se caracteriza por una reducción de la contaminación por contacto y posterior asimilación.

Se suele utilizar como tratamiento secundario en plantas convencionales que no requieran mayores necesidades que la eliminación de la contaminación de origen carbonoso.

Ventajas:

· Poca necesidad de superficie.

· Capacidad para tratar cargas muy altas.

. Proceso Flexible.

. Rendimientos altos (DBO5<95% y SS<95%)

. Poco sensible a la temperatura.

Inconvenientes:

· Coste de implantación medio.

· Coste de explotación medio.

· Biosólidos sin estabilizar.

3.2.2.3.- Reducción de nutrientes

Es un proceso de biomasa suspendida (fangos activos) con edades del fango medias (entre 8 y 15 días), que se caracteriza por una reducción de la contaminación no sólo de origen carbono sino también la de origen en los ciclos del nitrógeno y del fósforo.

Se suele utilizar como tratamiento secundario en plantas convencionales que requieran reducciones de nutrientes en el efluente.

Ventajas:

· Poca necesidad de superficie.

· Proceso muy Flexible.

. Rendimientos altos (DBO5<95% , SS<95%, N<15ppm,P< 2 ppm)

Inconvenientes:

· Alto coste de implantación.

· Alto coste de explotación.

· Biosólidos sin estabilizar.

. Proceso sensible a la temperatura.

3.2.2.4.- Aeración prolongada

Es un proceso de biomasa suspendida (fangos activos) con edades del fango elevadas (superiores a los 16 días), que se caracteriza por una reducción de la contaminación no sólo de origen carbono sino también la de origen en los ciclos del nitrógeno y del fósforo.

Se suele utilizar como único tratamiento en plantas hasta 60.000 habitantes equivalentes por su facilidad de explotación.

Ventajas:

· Proceso Flexible.

. Rendimientos altos (DBO5<95% y SS<95%)

. Biosólidos estabilizados.

Inconvenientes:

. Necesidad de superficie.

· Alto coste de implantación.

· Alto coste de explotación.

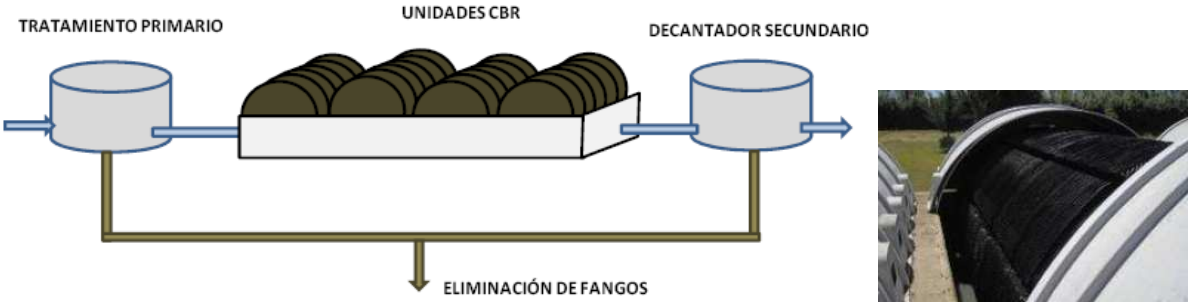
3.2.3.- Contactores biológicos Rotativos (CBR)

En esta tecnología los microorganismos responsables de la depuración se encuentran adheridos formando una biopelícula a un soporte que gira semisumergido. La aireación se produce al estar el soporte en contacto con el aire al realizarse el giro. Requiere el paso por dos elementos:

- Contactor: un depósito, normalmente semienterrado, alberga los contactores (soportes giratorios). Estos contactores pueden ser biodiscos (discos de material plástico colocados en paralelo y unidos por un eje central), biocilindros (jaula cilíndrica perforada con material plástico en su interior) o sistemas híbridos.

- Decantador secundario/clarificador: en esta etapa se extrae el exceso de fango generado (biopelícula desprendida al llegar a cierto espesor).

Los CBR se cubren para evitar daños por agentes atmosféricos y preservar de las averías. Se puede recircular parte del efluente final al tratamiento primario.



En el tratamiento biológico por contactores rotativos, también conocido por los nombres de biodiscos y biocilindros, el agua pasa horizontalmente a través de un tanque, en el cual giran unos ejes con discos de gran tamaño, suficientemente separados, para permitir el crecimiento de biomasa sobre su superficie.

Los biodiscos son sistemas que fueron desarrollados para obtener el tratamiento biológico aerobio de las aguas residuales. En este caso, la biomasa se presenta simultáneamente en la forma de crecimiento asistido.

La instalación esta formada por una serie de discos circulares o de masa compacta de material plástico (poli etileno o poli estireno) con una alta superficie por volumen, solidario con un eje horizontal y parcialmente sumergidos en el agua residual y girando lentamente en el seno de la misma.

Una vez en funcionamiento, los crecimientos biológicos se adhieren a las superficies de los discos o de la masa compacta hasta formar una película biológica sobre la superficie mojada de los mismos.

En este caso es la biomasa (en cantidades mucho menores que el agua residual) la que se desplaza poniéndose en contacto, alternativamente, con la materia orgánica presente en el agua residual y con la atmósfera para la adsorción de oxígeno (condiciones aerobias).

En la zona de sumergencia, la biopelícula absorbe la materia orgánica y produce el crecimiento de la misma.

En contacto con el aire se capta el oxígeno y de esta forma se produce la transferencia de oxígeno a las colonias de bacterias, protozoos, rotíferos y demás microorganismos que producen la oxidación de la materia orgánica.

Los biodiscos o biocilindros se proyectan en base a factores de carga hidráulica o carga orgánica deducidos de estudios con plantas piloto e instalaciones a escala industrial.

Lo normal es colocar dos o más etapas. El efluente de la última etapa se lleva a una decantación secundaria donde se separa el agua depurada de la biopelícula.

El sistema (biodiscos-decantación) obtiene valores totales de la DBO del efluente final del orden de 10 a 25 mg/l. Los biodiscos son, generalmente, más fiables que otros procesos de capa fija por la gran cantidad de masa biológica presente, esto también les permite resistir mejor las sobrecargas.

Los discos no sólo sirven para aerar la película biológica, sino que también son responsables de la aeración del licor mezcla presente en el tanque y por último, por esfuerzos tangenciales, producen el desprendimiento del exceso de biomasa.

Las plantas diseñadas para operar con sistemas de CBR presentan tratamientos previos (Desbaste, Desarenado y Desengrasado) y Primarios (Decantación). En las pequeñas instalaciones se puede sustituir el Tratamiento Primario por sistemas de Tamizado,Tanques Imhoff o Lagunas Anaerobias. Las Lagunas Anaerobias o los Tanques Imhoff pueden ser utilizados, a su vez, para la estabilización de fangos procedentes de los Decantadores Secundarios.

En la tabla adjunta se muestran los valores típicos de los parámetros de diseño de los CBR, según operen como Tratamiento Secundario o con Nitrificación combinada.

Parámetro	Secundario	Nitrificación combinada
Carga hidráulica (m^3/m^2 d)	0,08-0,16	0,03-0,08
Carga orgánica:		
gr DBO_5 Soluble/m^2 d	3,7-9,8	2,45-7,35
gr DBO_5Total/m^2 d	9,8-17,5	7,35-14,70
Carga máxima sobre la primera etapa:		
gr DBO_{5s}/m^2 d	19,6-29,4	19,6-29,4
gr DBO_{5T}/m^2 d	39,2-58,8	39,2-58,8
Carga de NH_3 (gr/m^2 d)	-	0,74-1,47
Tiempo de retención hidráulica (h)	0,7-1,5	1,5-4,0

Las características de estos tratamientos presentan las siguientes ventajas e inconvenientes:

Ventajas

- Apta para núcleos de 500 a 5.000 h-e.
- No requiere mucha superficie (puede estar entre 0,3 – 0, 7 m2/h-e).
- Las bajas temperaturas disminuyen la velocidad del proceso, por lo que se suelen cubrir para protegerlos de las inclemencias del tiempo.
- Impacto ambiental: No produce grandes impactos.
- Explotación y mantenimiento simple y sencillo.
- Volumen pequeño de depósito del reactor.
- Facilidad de ampliación en el futuro.
- Buena calidad del agua a la salida.
- Poco sensible a la presencia de sustancias tóxicas en el afluente.
- No necesita energía para la aeración como otros sistemas convencionales.
- Se trata de una operación sencilla, sin procesos muy complejos.
- Menor consumo de energía.
- No es necesario recircular fangos del Decantador Secundario a la zona biológica, al ser suficiente la concentración de biomasa bacteriana que se haya adherida al soporte.
- Mejor comportamiento ante la presencia de tóxicos, pues la flora bacteriana no permanece inmersa en el agua de forma continuada, sino que una gran parte del tiempo se encuentra en contacto con el aire en condiciones de recuperarse.
- No precisa de un control de oxígeno disuelto ni de sólidos en suspensión en el Reactor Biológico. Todo ello hace que la explotación sea más simple.

- Facilidad de construcción gradual. Al tratarse de un proceso de construcción modular, se puede efectuar la gradual ampliación del mismo en función de las necesidades de depuración.
- No se forman aerosoles, con lo que se evita la inhalación de microgotas de agua por los operarios.
- Bajo nivel de ruidos por la escasa potencia instalada.
- Al estar generalmente ubicadas las unidades de CBR en recintos cubiertos, se mantiene una temperatura más elevada del agua a depurar, con lo que se mejora el rendimiento en periodos fríos.
- Los biodiscos consumen del orden del 20% de lo que consume una EDAR convencional de Lodos Activos. El hecho de que únicamente con un motor de muy baja potencia (raramente supera los 1,5 KW) se accionen tanto los Biodiscos como las Norias de Elevación, implica que sea uno de los sistemas de depuración más competitivos con respecto al consumo eléctrico. Por todo ello, éste ahorro energético se considera muy importante tanto a efectos económicos como efectos de sostenibilidad ambiental.

Inconvenientes:

- Variaciones de caudal y carga: Sistema sensible a variaciones acusados de caudal.
- Montaje complicado y equipos sujetos a patentes.
- Los costes de instalación son elevados, suelen estar entre 325-400 €/h-e para poblaciones entre 200-2.000 h-e.
- La explotación es relativamente sencilla y con unos costes de explotación entre 16-25 €/h-e/año.
- Se requieren tareas de inspección, limpieza y extracción de fangos y flotantes.
- El mantenimiento es más complejo por la existencia de equipos mecánicos, con cierta dependencia de la empresa fabricante.
- Requiere para su funcionamiento una fuente artificial de energía que mantenga en movimiento los biodiscos.
- Necesidad de diseño mecánico riguroso.
- Sistema sensible a la temperatura (especialmente con bajas temperaturas.)
- Poco flexibles desde el punto de vista de proceso.
- Biosólidos sin estabilizar.
- Afecciones medioambientales: Olores, vectores sanitarios.

➔Solución apta para las EDAR objeto de análisis

3.2.4.- Aireación prolongada

La Aireación Prolongada es una modificación del proceso de Lodos Activos para el tratamiento biológico de las aguas residuales en condiciones aeróbicas, encuadrándose dentro de las llamadas Tecnologías Convencionales.

Las plantas más comunes son las de tipo prefabricada en las que el agua residual tras una etapa de Pretratamiento, se introduce en una Cuba de Aireación o Reactor Biológico, en el que se mantiene un cultivo bacteriano en suspensión, formado por un gran número de microorganismos agrupados en flóculos (Lodos Activos) al que se denomina "licor mezcla".

Las condiciones aerobias en el Reactor se logran mediante el empleo de aireadores mecánicos o difusores, que además de oxigenar permiten la homogeneización del licor mezcla, evitando la sedimentación de los flóculos en el Reactor.

Tras un cierto tiempo de permanencia en el Reactor, el licor mezcla se pasa a un Decantador o Clarificador , que puede estar anexo a la cuba o estar incluido dentro de la misma, y cuya función es separar el efluente depurado de los lodos (nuevas células). Parte de los lodos se recirculan de nuevo al Reactor, con objeto de mantener en éste una concentración determinada de microorganismos, y el resto se purgan periódicamente.

Se distinguen, pues, dos operaciones diferenciadas:

- La oxidación biológica, que transcurre en el Reactor o Cuba de Aireación.
- La separación sólido-líquido, que se lleva a cabo en un Decantador o Clarificador.

La Aireación Prolongada opera con cargas orgánicas muy bajas y altos tiempos de aireación, prescindiendo de la Decantación Primaria, y generando fangos estabilizados, que tan sólo precisan ser deshidratados antes de su disposición final.

Reactor Biológico

Par metro	Valor
Carga másica (kg DBO_5/kg SSLM d)	0,05-0,1
Carga volumétrica (kg DBO_5/ m^3 d)	0,1-0,4
Tiempo retención hidráulica (h)	18-36
Sólidos en Suspensión en la cuba (*gr/l*)	3,0-6,0
Edad del fango (d)	20-30
Relación recirculación (Q_r/Q) (%)	75-150

SSLM: Sólidos en Suspensión del *licor mezcla*, Qr: caudal de lodos recirculados (m^3/d), Q: caudal de aguas residuales a tratar (m^3/d)

Decantador Secundario

Par metro	Valor
Carga superficial (m^3/m^2 h)	Q_{med} 0,4-0,6
	$Q_{máx}$ 0,8-1,2
Carga de sólidos (kg SS/m^2 h)	Q_{med} 1,5-2,0
	$Q_{máx}$ 3,0-4,0
Tiempo retención hidráulica (h)	Q_{med} 3-5
Caudal en vertedero (m^3/ml h)	Q_{med} 4-6
	$Q_{máx}$ 8-12

Producción de lodos (kg ms/ kg DBO_5 eliminado): 0,6-0,8 ; donde ms corresponde a materia seca.

La Aireación Prolongada es un sistema que se suele aplicar para el tratamiento de las aguas residuales de poblaciones menores de 10 000 habitantes. Los rendimientos obtenidos son:

Parámetro	% Reducción
SS	80-90
DBO_5	85-95
DQO	80-90
N	30-40
P	20-30
Coliformes Fecales	85-95

Ventajas

- Bajos requisitos de superficie (puede estar entre 0,2 – 0,4 m2/h-e).
- Bajo impacto ambiental si se disponen enterrados, en caso contrario generan impacto.
- Buenos rendimientos de eliminación de materia orgánica y sólidos en suspensión.
- Los lodos salen de la Cuba Biológica ya estabilizados.
- Versátil pues se pueden controlar los parámetros operativos. La decantación
- secundaria es sensible a las sobrecargas hidráulicas.
- Esla alternativa es quizás la más empleada Sus puntos mas fuertes son una gran robustez de funcionamiento y facilidad de explotación.
- La biomasa se mantiene en la parte endógena de crecimiento por lo que se consiguen unos rendimientos teóricos de eliminación de contaminación elevados y uno tasa de fangos menor, quedando totalmente estabilizados. De hecho, este tipo de plantas no suelen incluir digestión de fangos.
- Admite la eliminación de nutrientes, aunque su simplicidad hoce que tenga cierta rigidez para ser configurada en cuanto a repartos de recirculaciones y alimentación. En el caso de eliminación de fosforo por via biológica se hace necesario el incluir una cámara anaeróbico previa.
- Aguanta bien las puntas de caudal y carga, frente a otras soluciones de lecho fijo, pero frente a otros tipos de fangos activos de baja o media carga, la capacidad de adaptación es menor.

Inconvenientes

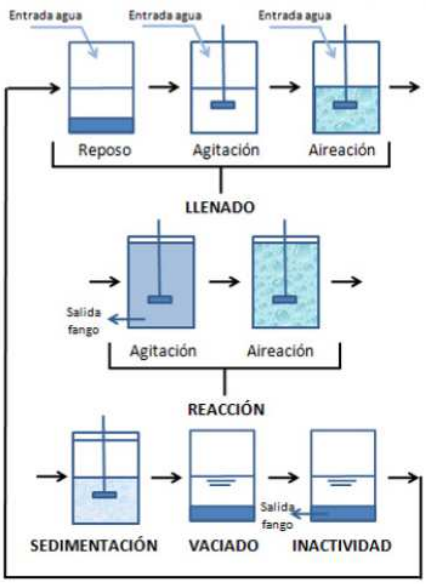
- Para tamaños mayores, en 1os que se produce una mayor dedicación de personal cualificado a la explotación, puede presentar desventajas que la hacen perder terreno frente a otros procesos de fangos activos de oxidación de media o baja carga:
    - Menor capacidad de absorber puntas de carga comparándolo con procesos de media carga.
    - Problemas de bulking y foaming, que pueden disminuir bastante 1os teóricos rendimientos de depuración
- Elevado consumo energético.
- Flexibilidad limitada a los cambios de caudal o carga orgánica.
- Si se emplean aireadores de superficie se forman aerosoles que pueden transportar agentes patógenos. Esto se puede eliminar si las cubas disponen de cubierta.
- Bajos rendimientos de eliminación de nutrientes y de patógenos.
- Las bajas temperaturas disminuyen la velocidad del proceso.

- Control del proceso más complejo que en las Tecnologías no Convencionales.
- Los costes de instalación son elevados, entre 120-400 €/h-e en poblaciones entre 50 y 5.000 h-e.
- Los costes de explotación están entre 20-35 €/h-e/año. La explotación y mantenimiento son complicados y de coste elevado. Se deben realizar tareas de inspección, limpieza y gestión de residuos. El mantenimiento de los equipos mecánicos requiere personal cualificado y atención continuada.

3.2.5.- Reactores secuenciales (SBR)

El proceso de depuración SBR consiste en la alternancia de las operaciones de aireación y decantación, que se suceden alternativamente de forma cíclica en el interior de un único recipiente.

Un reactor discontinuo secuencial es un sistema de crecimiento suspendido en el que el agua residual se mezcla con un lodo biológico existente en un medio aireado. El sistema SBR consta de, al menos, cuatro procesos cíclicos: llenado, reacción, decantación y vaciado, tanto de efluente como de lodos.



En la primera fase, llamada llenado estático, se introduce el agua residual al sistema bajo condiciones estáticas. El llenado puede ser dinámico si se produce durante el período de reacción.

Durante la segunda fase del ciclo, el agua residual se mezcla mecánicamente para eliminar las posibles espumas superficiales y preparar a los microorganismos para recibir oxígeno. En esta segunda etapa (reacción) se inyecta aire al sistema. La etapa de reacción es un proceso cuyos resultados varían con su duración, y en la que el agua residual es continuamente mezclada y aireada, permitiendo que se produzca el proceso de degradación biológica.

El tercer ciclo, llamado etapa de decantación, genera condiciones de reposo en todo el tanque para que los lodos puedan decantar. Durante la última fase, o fase de vaciado, el agua tratada es retirada del tanque mediante un sistema de eliminación de sobrenadante superficial. Finalmente, se puede purgar el lodo generado para mantener constante su concentración.

Los tiempos de retención y las cargas varían con cada reactor y dependen en gran medida de la carga de agua residual específica. Generalmente, un sistema SBR trabaja con un tiempo de retención hidráulico de horas a 10 d y un tiempo de retención celular de 10 a 15 d. En el caso de Alvarado, se ha propuesto un ciclo completo de 4 h, y una edad del fango de 15,5 días.

El control general del proceso puede ser llevado a cabo automáticamente utilizando sensores o temporizadores.

Por su configuración y características los SBR presentan las siguientes ventajas y beneficios:

- Bajo requerimiento de espacio, debido a que se requiere un solo tanque para realizar todo el proceso.
- Menor coste que los sistemas convencionales de tratamiento biológico, como consecuencia de la menor necesidad de terreno y de la simplicidad de los equipos. No requiere decantación secundaria.
- Mejor control del crecimiento de organismos filamentosos y de problemas de decantación.
- Permite eliminación de nutrientes. Los sistemas SBR pueden ser utilizados para realizar un proceso completo de nitrificación– desnitrificación, así como para la eliminación de fósforo. Estos dos parámetros son los que suelen dar más problemas cuando se trabaja con tecnologías convencionales.
- Menor tiempo de control requerido.
- Gran flexibilidad de funcionamiento en función de la duración de los ciclos y del modo de operar.
- Fácil reconocimiento y corrección de los problemas de decantación.
- Versatilidad para trabajar con fluctuaciones de caudal y de concentración de materia orgánica.
- Capacidad para la adaptación de los microorganismos a efluentes con elevado contenido en sales.
- Las bajas temperaturas disminuyen la velocidad del proceso.
- No produce grandes impactos, salvo en su caso cierto impacto paisajístico.
- Flexibilidad frente a variaciones de caudal o carga.
- Los costes de implantación son ligeramente inferiores al sistema de aireaciones prolongadas, al prescindir del decantador.
- Los costes de explotación son similares al sistema de aireación prolongada. Las tareas de inspección, limpieza y gestión de residuos así como el mantenimiento de los equipos mecánicos, requieren personal cualificado y atención continuada.
- Permite la eliminación tanto de nitrógeno como de fosforo, controlando las fuses aerobia, anaerobia y anoxica mediante la duración del ciclo.
- Como inconveniente, dada la alternancia de ciclos, puede hacerse necesario la instalaci6n de lineas adicionales para garantizar el funcionarniento en continuo.
- Dado que las características del agua bruta cambian a lo largo del dia, se complica la gestión de cada una de las líneas de tratamiento, pues cada una presenta unas condiciones muy diferenciadas.
- Algunas de las desventajas mencionadas se corrigen con variaciones de este sistema, que se corresponden con patentes de casas comerciales. Una de estas variaciones es el SBR ICEAS, de la casa comercial SANITAIRE XYLEM. Este sistema, presenta como principal mejora la alimentaci6n continua durante todos 10s ciclos; esto redunda en una explotación mas sencilla, sin necesidad de ajustar los parámetros de control para coda una de las líneas. Adicionalmente, ofrece la posibilidad de cambio de funcionamiento en caso de tormenta. El reactor tiene una primera etapa de preaireaci6n que actúa como selector biológico.

4.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE DEPURACIÓN VS AGRUPACIÓN DE VERTIDOS

Una vez expuestas las diferentes tecnologías y procesos óptimos para el tratamiento y depuración de Serantes y Rapalcuarto, se procede a un análisis a efectos comparativos

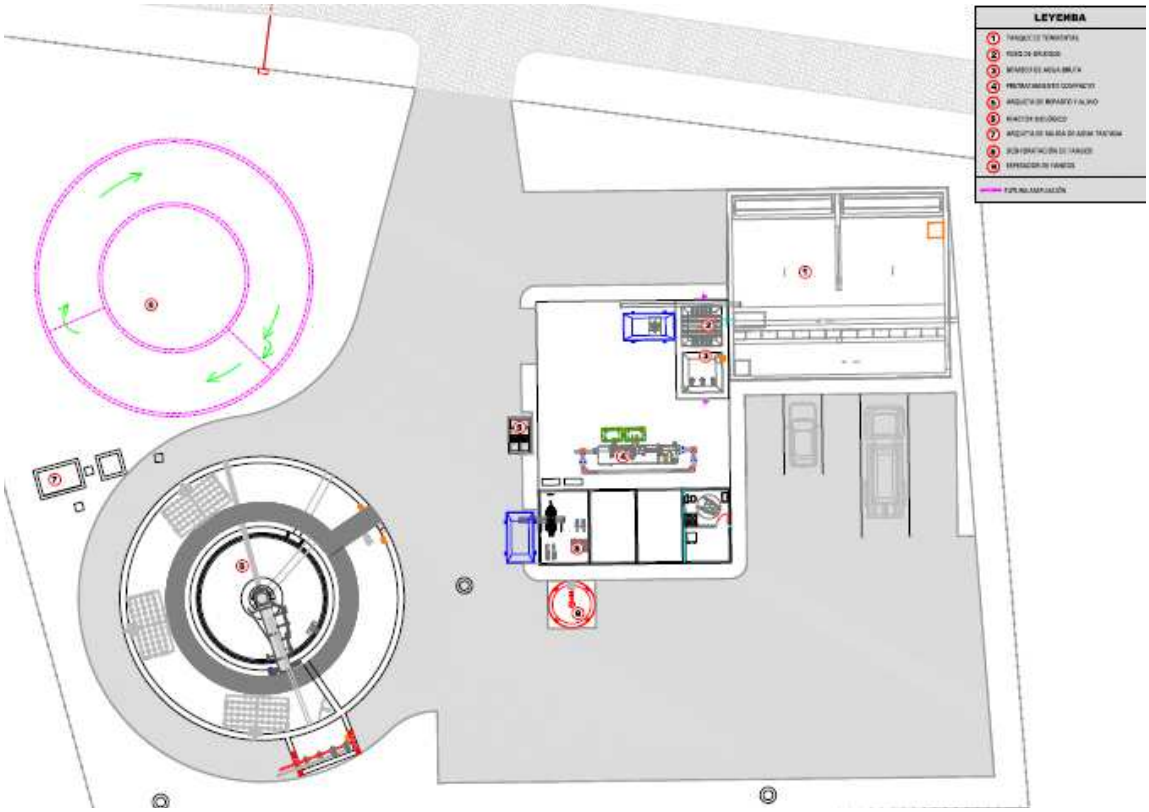
En cualquiera de los casos se considera la completa demolición de las instalaciones existenes y reposición por unas nuevas. Sólo en el caso de Rapalcuarto, se ha podido verificar un funcionamiento razonable, aunque con escasa capacidad para caso de punta, y sin poder acometer los caudales futuros.

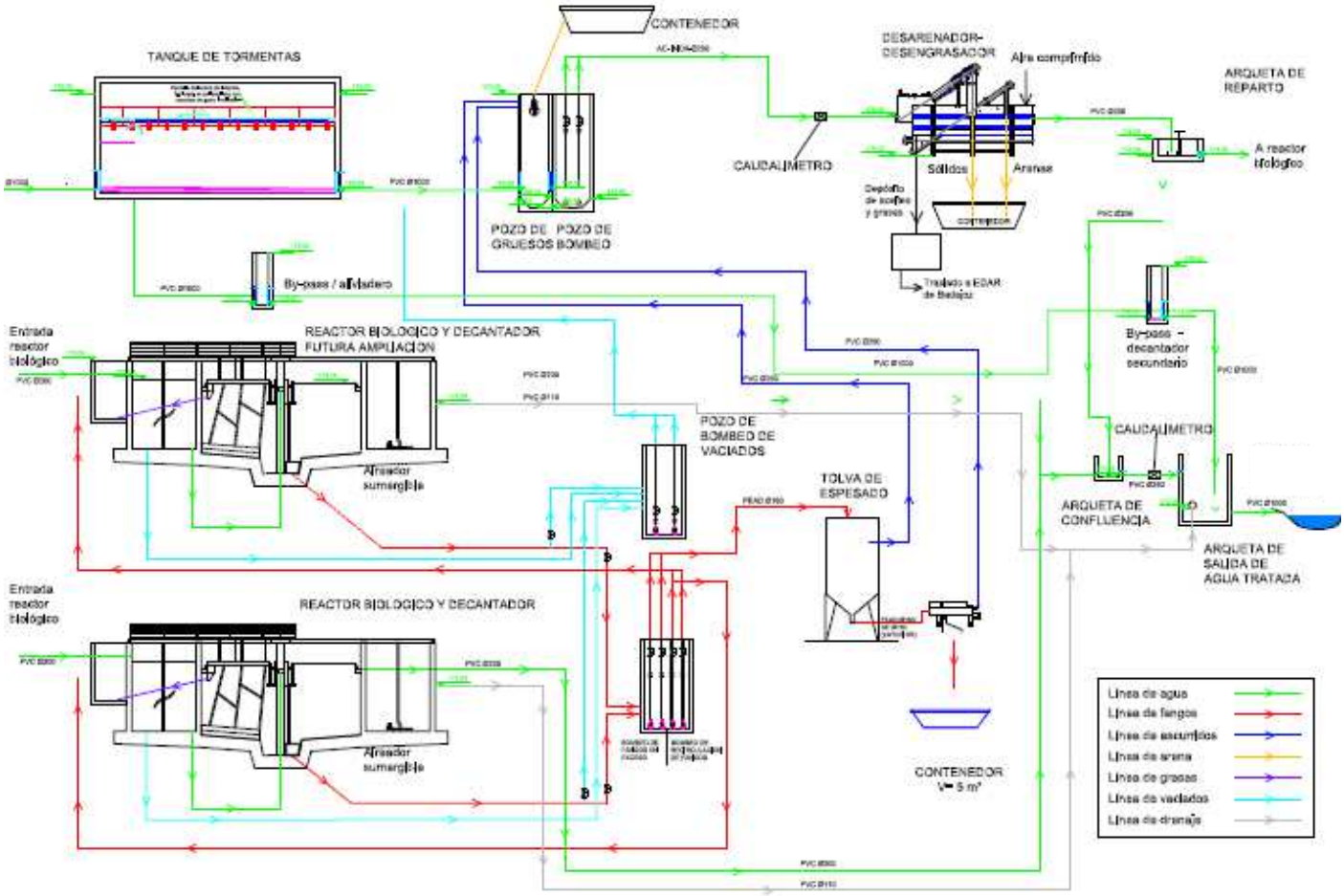
A la vista de las alternativas estudiadas, se consideran óptimas soluciones como la utilización der biodiscos, fangos activados o soluciones compactas como SBR, que permiten una óptima integración paisajística en pequeñas superficies (como las disponibles), teniendo un funcionamiento sencillo.

4.1.- ALTERNATIVA 2.1: EDAR CON SISTEMA SBR

Se define una EDAR conformada por:

- Tanque de tormentas de 600 m3 de capacidad, diseñado para acoger el 90% de la DBO5 de un aguacero de T=5 años de período de retorno sobre la superficie urbana actual.
- Edificio de pretratamiento. Incluye en su interior un pozo de gruesos para retirada con bivalva, una reja de gruesos, un pozo de ombeo, un sistema compacto de pretratamiento que consta de tamiz – tornillo filtrante y desarenador – desengrasador, y espacio para situar los contenedores correspondientes.
- Tanque biológico con proceso SBR (Secuential Batch Reactor - Reactor Biológico Secuencial), de 100 m3 de volumen. Este tipo de reactores funciona de manera discontinua mezclando el agua residual con un lodo biológico en un medio aireado. El proceso combina en un mismo tanque los procesos de reacción, aireación y clarificación. Los tanques son de poliéster, con unas dimensiones de 5,10m de largo y 3,20m de diámetro. Cada tanque cuenta con una bomba de recirculación exterior y cuatro eyectores de aire. El tiempo de retención propuesto es de 4h, y una edad del fango de 15,5 días.
- Espacio para previsión de un segundo tanque biológico idéntico al calculado, para afrontar un posible aumento imprevisto de la población.
- Tolva para espesamiento y almacenamiento de fangos.
- Centro de Transformación con acceso independiente.
- Explanada para maniobra y estacionamiento de vehículos.


LEYENDA


CONTENEDOR
TANQUE DE TORMENTAS
DESARENADOR-DESENGRASADOR
Aire comprimido
ARQUETA DE REPARTO
CAUDALIMETRO
A reactor biológico
Sólidos
Arenas
Depósito de aceites y grasas
Traslado a EDAR de Bialjo
POZO DE GRUESOS
POZO DE BOMBEO
By-pass / aliviadero
Entrada reactor biológico
REACTOR BIOLOGICO Y DECANTADOR FUTURA AMPLIACION
Aireador sumergible
POZO DE BOMBEO DE VACIADOS
TOLVA DE ESPESADO
By-pass - decantador secundario
CAUDALIMETRO
ARQUETA DE CONFLUENCIA
ARQUETA DE SALIDA DE AGUA TRATADA
REACTOR BIOLOGICO Y DECANTADOR
CONTENEDOR
V= 5 m³
Linea de agua
Linea de fangos
Linea de escumillos
Linea de arena
Linea de grasas
Linea de vaciados
Linea de drenaje

4.2.- ALTERNATIVA 2.2: EDAR CON FANGOS ACTIVADOS Y AIREACIÓN PROLONGADA

Se define una EDAR conformada por:

Línea de Agua

La línea de tratamiento del agua residual consta de los siguientes procesos y operaciones unitarias.

PRETRATAMIENTO

- Obra de llegada y bombeo de agua bruta, by-pass general y aliviadero (tamiz automático de 6 mm de paso).
- Bombeo de elevación de agua residual (2 + 1R)
- Desbaste de sólidos (canal principal con tamiz automático de 3 mm de paso y canal de emergencia con reja manual de 15 mm de paso).
- Desarenado-desengrasado en un (1) canal aireado mediante soplantes (1 +1R) y difusores con separación de arenas y grasas.
- Regulación y medida de caudal de agua a tratamiento biológico

TRATAMIENTO BIOLÓGICO

- Tratamiento por fangos activos en canales de oxidación de baja carga (1 unidad) sin eliminación de nitrógeno (nitrificación-desnitrificación biológica) y aireación mediante soplantes (2+1)
- Recirculación interna del licor mixto en el canal de oxidación mediante acelerador de flujo (1 unidad por canal)
- Clarificación secundaria (1 unidad) con purga de fangos en exceso y flotantes (1+1 bombas sumergibles)
- Recirculación de los fangos biológicos al canal de oxidación (1+1 bombas sumergibles)
- Medida de caudal de agua tratada.
- Vertido del efluente.

Línea de fangos.

La línea de tratamiento de los fangos producidos consta de los siguientes procesos y operaciones unitarias:

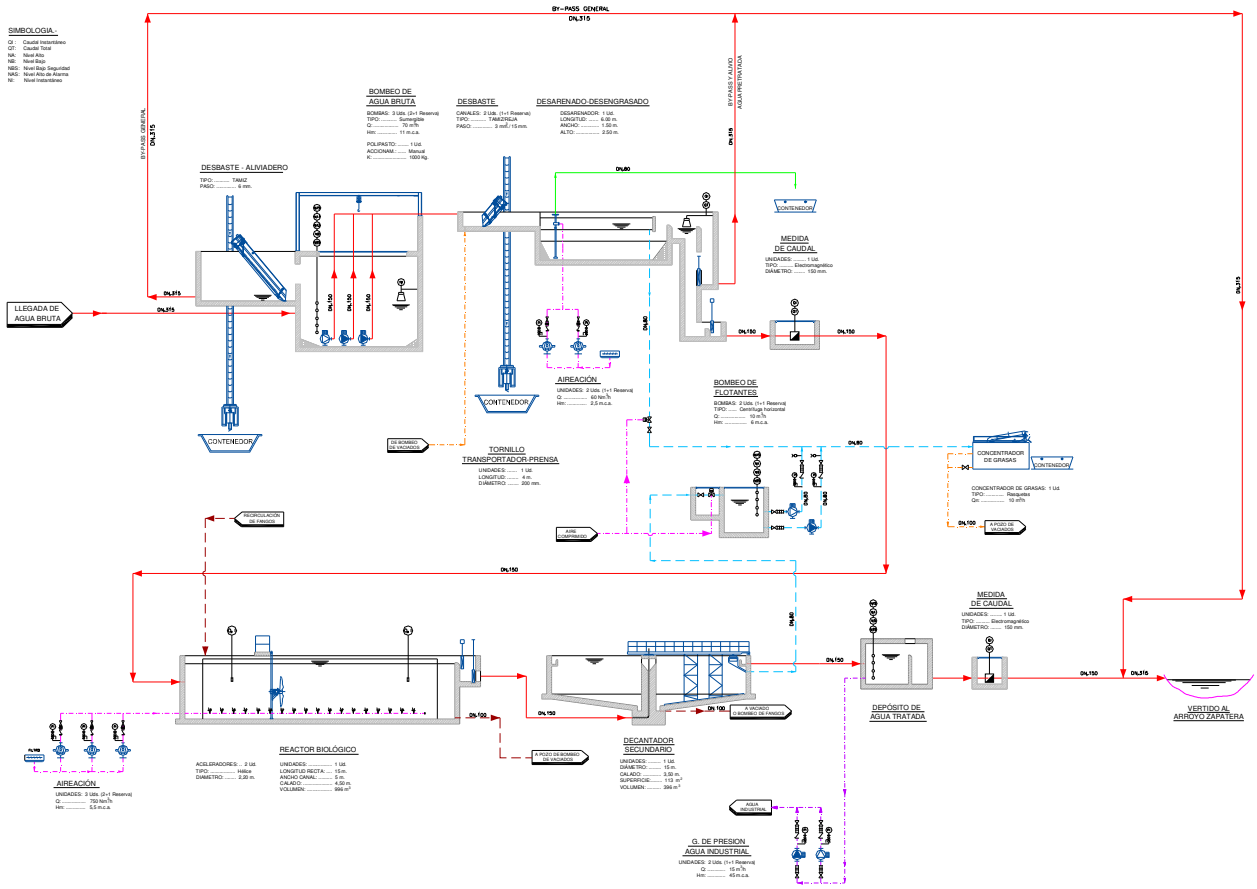
- Extracción de los fangos biológicos en exceso del tratamiento biológico y bombeo de los mismos a espesamiento por gravedad (1+1 bombas sumergibles)
- Espesamiento por gravedad de los fangos biológicos en exceso (1 unidad)
- Trasiego de fangos espesados a deshidratación (1+1 bombas volumétricas)
- Deshidratación mecánica mediante un (1) decantador centrífugo
- Trasiego de fangos deshidratados (1 tornillo sinfín)
- Almacenamiento de los fangos deshidratados en contenedor.

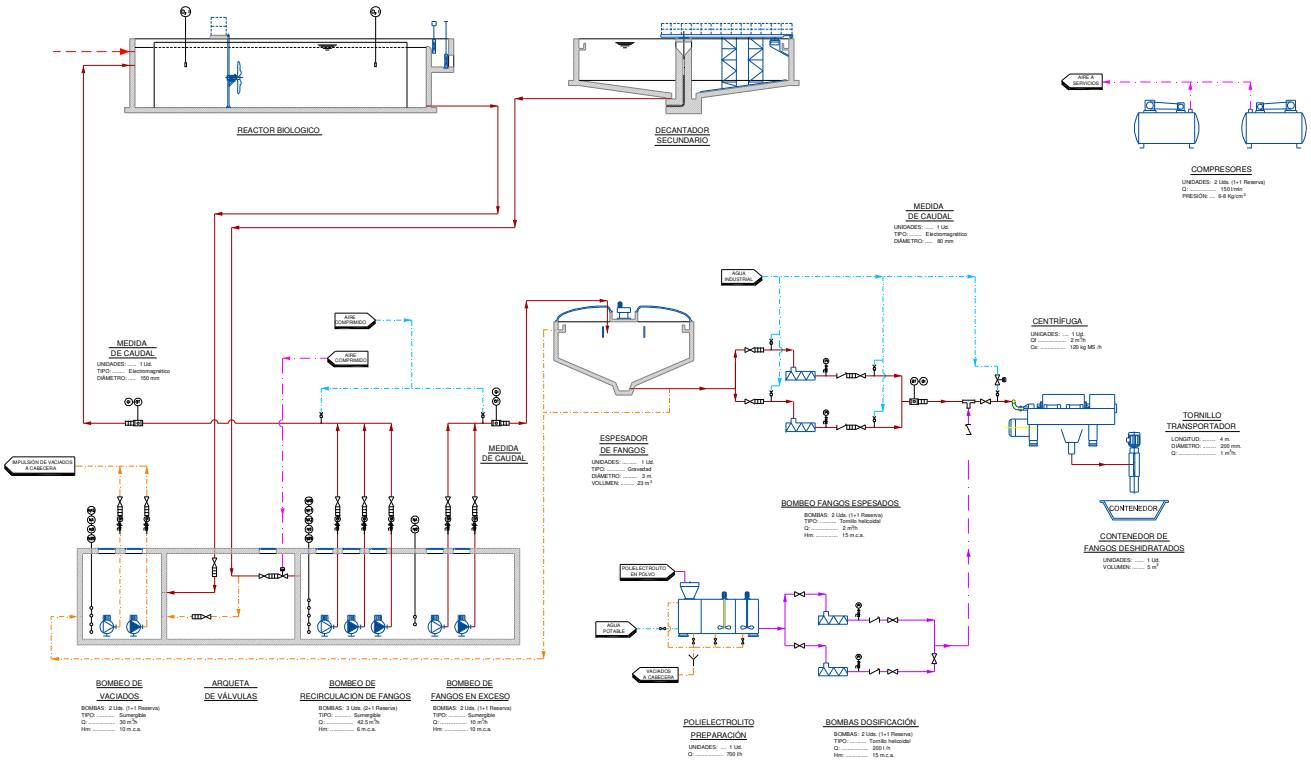
Obras auxiliares y complementarias.

Como obras complementarias principales se citan las siguientes:

- Extracción y bombeo de flotantes del decantador
- Red de vaciados

- Red de agua potable
- Red de agua industrial y de riegos
- Red de aire comprimido
- Centro de seccionamiento y transformación de energía eléctrica
- Centros de protección y control de motores
- Líneas de fuerza y mando
- Instrumentación y sistema de control
- Alumbrado exterior e interior de los edificios
- Edificio Industrial de deshidratación y soplantes
- Edificio de control y explotación
- Urbanización y cerramiento
- Ajardinamiento





4.3.- ALTERNATIVA 2.3: BIODISCOS

Se define una EDAR conformada por: pretratamiento compacto, biodisco y clarificador.

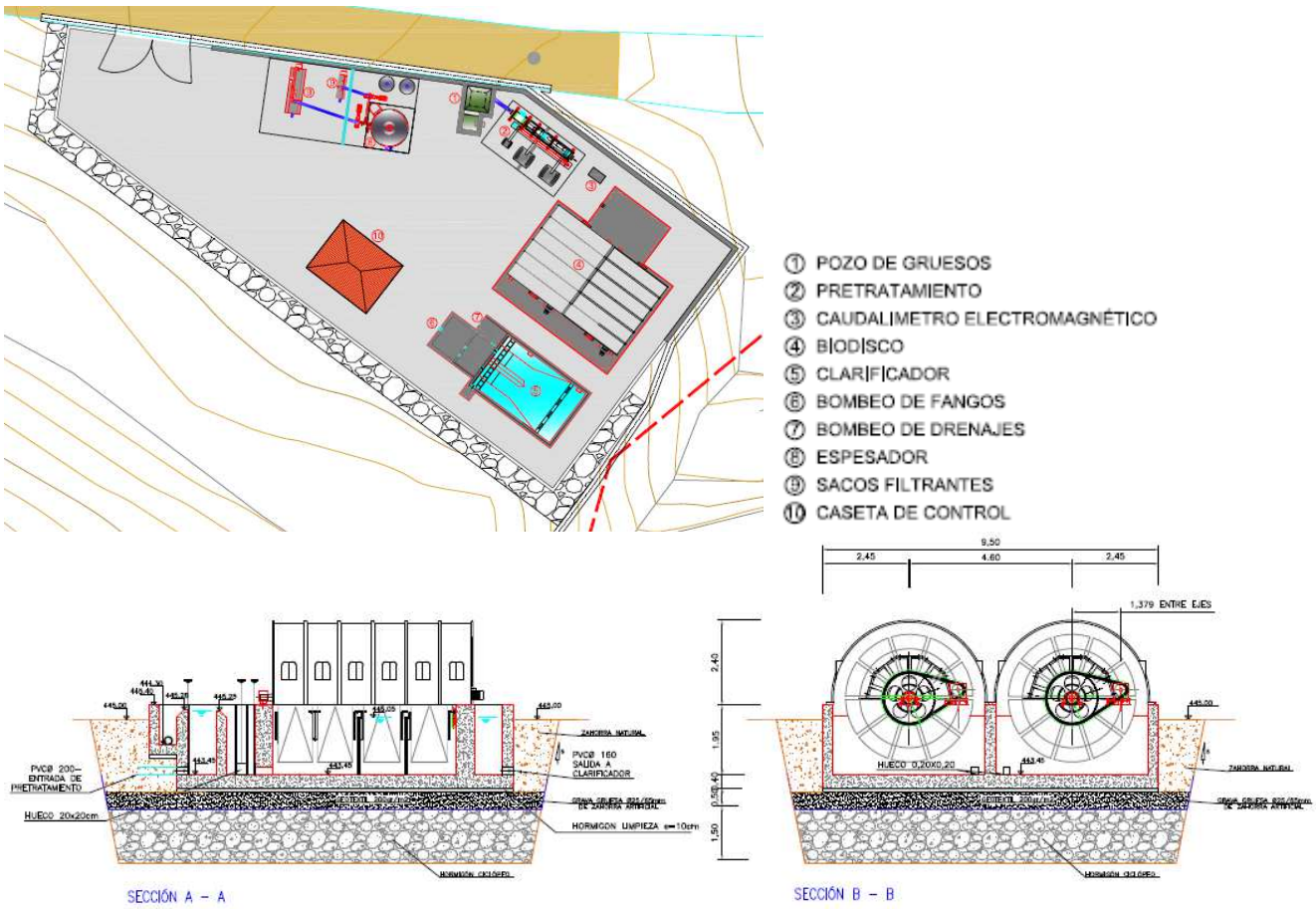
El biodisco es un equipo destinado a la depuración biológica aerobia de vertidos biodegradables. El biodisco al ser un sistema de los denominados de lecho fijo no necesita de recirculación de fangos. Si la carga aumenta, la película bacteriana crece espontáneamente y los sólidos en suspensión a la salida del biodisco disminuye, la biomasa se desprende y aumentan los sólidos en el afluente al decantador secundario. No es necesario controlar la concentración del licor de mezcla.

El fango producido en el clarificador se bombea a espesamiento y de este se podrá recoger mediante un camión cisterna, o secarlos en sacos filtrante o eras. Para poder vaciar los elementos claves de la explotación, así como para bombear los drenajes más rápidamente se diseña un pozo de bombeo de drenajes. La correcta explotación de las instalaciones se completa con un edificio de control que albergará los cuadros eléctricos, así como despacho, aseos y vestuarios de personal. Para el control del proceso se proyectan dos medidores de caudal: uno de agua bruta a tratar y otro de fangos a espesamiento; y un medidor de nivel de oxigeno en biodisco.

Para el tratamiento de los fangos se propone espesador y sacos filtrantes. Ambos sistemas se eligen por su facilidad de explotación y se dimensionan para hacer necesaria la presencia del operador las mínimas horas al día, en semanas de cinco días de trabajo.

La línea de tratamiento propuesta estará formada por pozo de gruesos;

A continuación se adjunta esquema de solución con biodiscos:



4.3.1.- CONCLUSIONES

En el apéndice 6.2.1.1 se adjunta valoración comparativa de las soluciones y procesos propuestos, basados en precios de mercado de proyectos y estudios realizados por Ingiopsa.

Una vez se construya la nueva EDAR de Tapia de Casariego, los costes de explotación de dicha EDAR se ven modificados muy ligeramente al agrupar los vertidos de Serantes y Rapalcuarto, ya que los caudales aportados son muy pequeños respecto el aportado por el sistema Tapia de Casariego.

Por otro lado la inversión y coste de infraestructura al agrupar los vertidos es despreciable.

El análisis de estudios realzados permite verificar que ninguna de las alternativas de depuración propuestas resultan más económicas ni por coste de inversión de la infraestructura, ni por coste de explotación respecto la alternativa de agrupación de vertidos,

RESUMEN	Rapalcuarto-Calambre	Serantes
Análisis de costes de alternativa-1: Agrupación de vertidos	470.114,50	420.553,38
Alternativa 2,1: EDAR tipo SBR	612.869,74	821.963,00
Alternativa 2,2: EDAR fangos activos de baja carga+aireación prolongada	733.025,00	932.750,00
Alternativa 2,3: EDAR con biodiscos	565.037,50	723.425,00

5.- APÉNDICE 6.2.1. ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS

ALTERNATIVA-2:
ESTUDIO COMPARATIVO DE PROCESOS DE DEPURACIÓN DE PEQUEÑAS EDAR VS AGRUPACIÓN DE VERTIDOS

	Rapalcuarto-Calambre	Serantes
POBLACIÓN		
Población base 2015 estival	104	545
Población estacional 2015	208	1.090
Población estival 2040 (hab)	110	573
Población estacional 2040 (Hab)	219	1.146
POBLACIÓN GANADERA		
Población ganadera 2015	538	1.818
Población ganadera 2040	538	1.818
Habitantes equivalentes		
h-e inv-2015	219	1.648
h-e ver-2015	301	2.420
h-e inv-2040	292	2.354
h-e ver-2040	413	3.490
SITUACIÓN ACTUAL		
Qmin-inv-2015=QDmin+QImin	0,40	1,66
Qmin-ver-2015=QDmin+QImin	0,55	2,45
QDm-inv-2015=QDm+Qim	0,80	3,37
QDm-Ver-2015=QDm+Qim	1,10	4,94
Qp-inv-2015=QDp+Qip+QF	5,59	12,64
Qp-ver-2015 =	6,40	16,10
Qmax-Inv-2015	65,59	72,64
Qmax-ver-2015	66,40	76,10
SITUACIÓN FUTURA		
Qmin-inv-2040=QDmin+QImin	0,53	2,31
Qmin-ver-2040=QDmin+QImin	0,76	3,47
QDm-inv-2040=QDm+Qim	1,07	4,81
QDm-Ver-2040=QDm+Qim	1,51	7,13
Qp-inv-2040=QDp+Qip+QF	6,64	16,83
Qp-ver-2040=QDp+Qip+QF	7,04	21,68
Qmax-Inv-2040	66,64	76,83
Qmax-ver-2040	67,04	81,68
Valores promedio		
DBO5	190	340
DQO	301	567
SS	190	363
NTK	25	41
P	9	12
Valores objetivo		
DBO5	25	25
DQO	125	125
SS	35	35
NTK	12	12
P	2	2
% reducción requerido		
DBO5	87%	93%
DQO	58%	78%
SS	82%	90%
NTK	53%	71%
P	78%	83%

Análisis de costes de alternativa-1: Agrupación de vertidos		
Alternativa considerada	Alt4+hinca3	Alt2+tanque 450m3
Estación de bombeo	42.000	38.000
Tanque de tormentas	0	85.000
Equipos e instalaciones	52.000	97.000
Instalación eléctrica	25.000	25.000
Edificación	35.000	35.000
Urbanización	18.000	18.000
Impulsión PE-100 (Excav, rellenos, tubería, pozos, …)	111.115	122.553
Hincas teledirigida	187.000	0
Total	**470.114,50**	**420.553,38**

Análisis de alternativa-2: EDAR para cada sistema		
Caudal medio de diseño (m3/día)adoptado año futuro	130,47	615,97
Caudal medio de diseño (m3/h)adoptado año futuro	5,44	25,67
Coef. Diseño pretratamiento ºn x Qm	5,00	5,00
Caudal pretratamiento	27,18	128,33
Coef. Diseño Biológico ºn x Qm	3,00	5,00
Caudal biológico (m3/h)	16,31	77,00
Alternativa 2,1: EDAR tipo SBR		
Tipo de EDAR	Línea de agua - Tanque de tormentas - Pozo de gruesos - Rejas de gruesos - Bombeo a pretratamiento - Tamizado - Desarenado/desengrasado - Tanque SBR - Vertido al cauce Línea de fangos - Espesador de poliéster - Mesa de espesamiento y deshidratación Elementos auxiliares - Instalación de agua industrial - Red de drenajes y vaciados y conexión con el bombeo de agua bruta - Instalación eléctrica de baja tensión - Instalación de sistema de telemando y control	Línea de agua - Tanque de tormentas - Pozo de gruesos - Rejas de gruesos - Bombeo a pretratamiento - Tamizado - Desarenado/desengrasado - Tanque SBR - Vertido al cauce Línea de fangos - Espesador de poliéster - Mesa de espesamiento y deshidratación Elementos auxiliares - Instalación de agua industrial - Red de drenajes y vaciados y conexión con el bombeo de agua bruta - Instalación eléctrica de baja tensión - Instalación de sistema de telemando y control
obra civil	***248.870***	***369.463***
acondicionamiento del acceso	7.000	8.750
movimiento de tierras	3.500	4.375
Tanque tormentas-regulación (300m3)	47.000	58.750
pozo de gruesos	15.000	18.750
edificio pretratamiento	81.000	101.250
arqueta de reparto	2.200	2.750
tanque biológico	9.500	11.875
depósito de fangos y tolva	300	375
arqueta de agua tratada	3.000	3.750
línea de agua	45.000	114.000
línea de fangos	1.300	1.625
línea de flotantes, escurridos y vaciados	500	625
línea de pluviales	7.670	9.588
urbanización y pavimentación	17.400	21.750
jardinería, riego y servicios auxiliares	5.000	6.250
red de aire	3.500	5.000
Equipos	***222.000***	***277.500***
Tanque	40.000	40.000
pretratamiento	62.000	77.500
arqueta de reparto	5.000	6.250
tanque biológico	93.000	116.250
depósito de fangos y tolva	11.000	13.750
control e instrumentación	25.000	31.250
servicios auxiliares	1.000	1.250
deshidratación	25.000	31.250
Electricidad	***107.000***	***133.750***
instalación de mt en edar	17.000	21.250
instalación de bt en edar	75.000	93.750
alumbrado	15.000	18.750
control e instrumentación	***25.000***	***31.250***
sistema de control	25.000	31.250
SERVICIOS AFECTADOS	***10.000***	***10.000***
Total EDAR (PEM, sin incluir Vigilancia ambiental, SS, Gestión de residuos ni expropiaciones, ..)	**612.869,74**	**821.963,00**
Diferencia EDAR SBR vs ALT-1: Agrupación vertidos	**-142.755,24**	**-401.409,62**

ALTERNATIVA-2:
ESTUDIO COMPARATIVO DE PROCESOS DE DEPURACIÓN DE PEQUEÑAS EDAR VS AGRUPACIÓN DE VERTIDOS

Alternativa 2,2: EDAR fangos activos de baja carga+aireación prolongada

Tipo de EDAR	LÍNEA DE AGUA PRETRATAMIENTO 1) Obra de llegada y bombeo de agua bruta, by-pass general y aliviadero ; 2) Bombeo de elevación de agua residual (2 + 1R) 3) Desbaste de sólidos ; 4) Desarenado-desengrasado en un (1) canal aireado mediante soplantes (1 +1R) y difusores con separación de arenas y grasas. 5) Regulación y medida de caudal de agua a tratamiento biológico TRATAMIENTO BIOLÓGICO 1) Tratamiento por fangos activos en canales de oxidación de baja carga (1 unidad) sin eliminación de nitrógeno (nitrificación-desnitrificación biológica) y aireación mediante soplantes (2+1) 2) Recirculación interna del licor mixto en el canal de oxidación mediante acelerador de flujo (1 unidad por canal) 3) Clarificación secundaria (1 unidad) con purga de fangos en exceso y flotantes (1+1 bombas sumergibles) 4) Recirculación de los fangos biológicos al canal de oxidación (1+1 bombas sumergibles) 5) Medida de caudal de agua tratada. 6) Vertido del efluente. LÍNEA DE FANGOS. 1) Extracción de los fangos biológicos en exceso del tratamiento biológico y bombeo de los mismos a espesamiento por gravedad (1+1 bombas sumergibles) 2) Espesamiento por gravedad de los fangos biológicos en exceso (1 unidad) 3) Trasiego de fangos espesados a deshidratación (1+1 bombas volumétricas) 4) Deshidratación mecánica mediante un (1) decantador centrífugo 5) Trasiego de fangos deshidratados (1 tornillo sinfín) 6) Almacenamiento de los fangos deshidratados en contenedor. OBRAS AUXILIARES Y COMPLEMENTARIAS. 1) Extracción y bombeo de flotantes del decantador; 2) Red de vaciados; 3) Red de agua potable; 4) Red de agua industrial y de riegos 5) Red de aire comprimido; 6) Centro de seccionamiento y transformación de energía eléctrica; 7) Centros de protección y control de motores; 8) Líneas de fuerza y mando; 9) Instrumentación y sistema de control ; 10) Alumbrado exterior e interior de los edificios; 11) Edificio Industrial de deshidratación y soplantes	
obra civil	***370.100***	***462.400***
movimiento general de tierras	33.000	41.200
obra de llegada, bombeo de agua bruta, by-pass general y aliviadero	8.000	10.000
pretratamiento	39.400	49.200
medida de caudal y aliviadero de excesos	2.800	3.500
reactor biológico	41.800	52.200
decantacion secundaria	31.400	39.200
recirculacion y fangos en exceso	18.600	23.200
medida y deposito de agua tratada	7.900	9.900
espesamiento de fangos biologicos en exceso	2.600	3.300
edificio de deshidratacion de fangos	40.100	50.100
edificio de control	32.900	41.100
conducciones	8.200	10.300
instalaciones electricas	12.800	16.000
urbanizacion	43.000	53.700
obras de conexion con el exterior y varios	47.600	59.500
equipos mecánicos	***269.300***	***336.600***
obra de llegada y bombeo de agua bruta, by-pass general y aliviadero	24.600	30.700
pretratamiento	39.600	49.500
medida de caudal y aliviadero de excesos	3.400	4.200
reactor biologico	42.900	53.600
decantacion secundaria	18.200	22.800
recirculacion y fangos en exceso	14.300	17.900
medida y depósito de agua tratada	4.900	6.100
espesamiento de fangos biologicos en exceso	22.200	27.800
bombeo de fangos a deshidratación	9.500	11.900
acondicionamiento y deshidratación fangos	42.600	53.200
instrumentacion	13.100	16.400
servicios auxiliares y varios	34.000	42.500
equipos eléctricos	***93.625***	***133.750***
Total EDAR (PEM, sin incluir vigilancia ambiental, ss, gestión de residuos ni expropiaciones, ..)	733.025	932.750
Diferencia EDAR SBR vs ALT-1: Agrupación vertidos	**-708.025,00**	**-512.196,62**

Alternativa 2,3: EDAR con biodiscos

Tipo de EDAR	LÍNEA DE AGUA PRETRATAMIENTO 1) Obra de llegada y bombeo de agua bruta, by-pass general y aliviadero ; 2) Bombeo de elevación de agua residual (2 + 1R) 3) Desbaste de sólidos ; 4) Desarenado-desengrasado en un (1) canal aireado mediante soplantes (1 +1R) y difusores con separación de arenas y grasas. 5) Regulación y medida de caudal de agua a tratamiento biológico TRATAMIENTO BIOLÓGICO 1) Biodiscos 2) Medida de caudal de agua tratada. 3) Vertido del efluente. LÍNEA DE FANGOS. 1) Espesamiento por gravedad de los fangos biológicos en exceso (1 unidad) 2) Trasiego de fangos espesados a deshidratación (1+1 bombas volumétricas) 3) Deshidratación mecánica mediante un (1) decantador centrífugo 4) Trasiego de fangos deshidratados (1 tornillo sinfín) 5) Almacenamiento de los fangos deshidratados en contenedor. OBRAS AUXILIARES Y COMPLEMENTARIAS. 1Red de vaciados; 2 Red de agua potable; 3 Red de agua industrial y de riegos Centro de seccionamiento y transformación de energía eléctrica; Centros de protección y control de motores; Líneas de fuerza y mando; Instrumentación y sistema de control ; Alumbrado exterior e interior de los edificios;) Edificio Industrial de deshidratación y soplantes	
obra civil	***243.800***	***310.300***
movimiento general de tierras	27.200	34.000
obra de llegada, bombeo de agua bruta, by-pass general y aliviadero	6.600	8.300
pretratamiento	32.400	40.500
medida de caudal y aliviadero de excesos	2.300	2.900
Bodiscos	21.300	32.000
espesamiento de fangos biologicos en exceso	2.200	2.700
edificio de deshidratacion de fangos	33.000	41.300
edificio de control	27.000	33.800
conducciones	6.700	8.400
instalaciones electricas	10.500	13.100
urbanizacion	35.400	44.300
obras de conexion con el exterior y varios	39.200	49.000
equipos mecánicos	***255.700***	***319.500***
obra de llegada y bombeo de agua bruta, by-pass general y aliviadero	24.600	30.700
pretratamiento	39.600	49.500
medida de caudal y aliviadero de excesos	3.400	4.200
Biodiscos	84.000	105.000
medida y depósito de agua tratada	4.900	6.100
bombeo de fangos a deshidratación	9.500	11.900
acondicionamiento y deshidratación fangos	42.600	53.200
instrumentacion	13.100	16.400
servicios auxiliares y varios	34.000	42.500
equipos eléctricos	***65.538***	***93.625***
Total EDAR (PEM, sin incluir vigilancia ambiental, ss, gestión de residuos ni expropiaciones, ..)	565.038	723.425
Diferencia EDAR SBR vs ALT-1: Agrupación vertidos	**-94.923,00**	**-302.871,62**

RESUMEN	Rapalcuarto-Calambre	Serantes
Análisis de costes de alternativa-1: Agrupación de vertidos	470.114,50	420.553,38
Alternativa 2,1: EDAR tipo SBR	612.869,74	821.963,00
Alternativa 2,2: EDAR fangos activos de baja carga+aireación prolongada	733.025,00	932.750,00
Alternativa 2,3: EDAR con biodiscos	565.037,50	723.425,00

5.7.- APÉNDICE 6.3. PLANOS

N

NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO JUNTO A PRETRATAMIENTO EXISTENTE PARA IMPULSAR HACIA LA NUEVA DEPURADORA

NUEVA DEPURADORA ALTERNATIVA 1

NUEVA DEPURADORA ALTERNATIVA 2

NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO MÁNTARAS

NUEVO COLECTOR DE IMPULSIÓN MÁNTARAS ALTERNATIVA 3

NUEVA DEPURADORA ALTERNATIVA 3

NUEVO COLECTOR DE IMPULSIÓN TAPIA-DEPURADORA ALTERNATIVA 4

NUEVA DEPURADORA ALTERNATIVA 4

COLECTOR DE IMPULSIÓN TAPIA-DEPURADORA ALTERNATIVA 5

NUEVA DEPURADORA ALTERNATIVA 5

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO O.A.

DIRECCIÓN TÉCNICA

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO: JOSÉ JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ

EL INGENIERO TÉCNICO DE MINAS: ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ

ESCALA: E=1:5.000

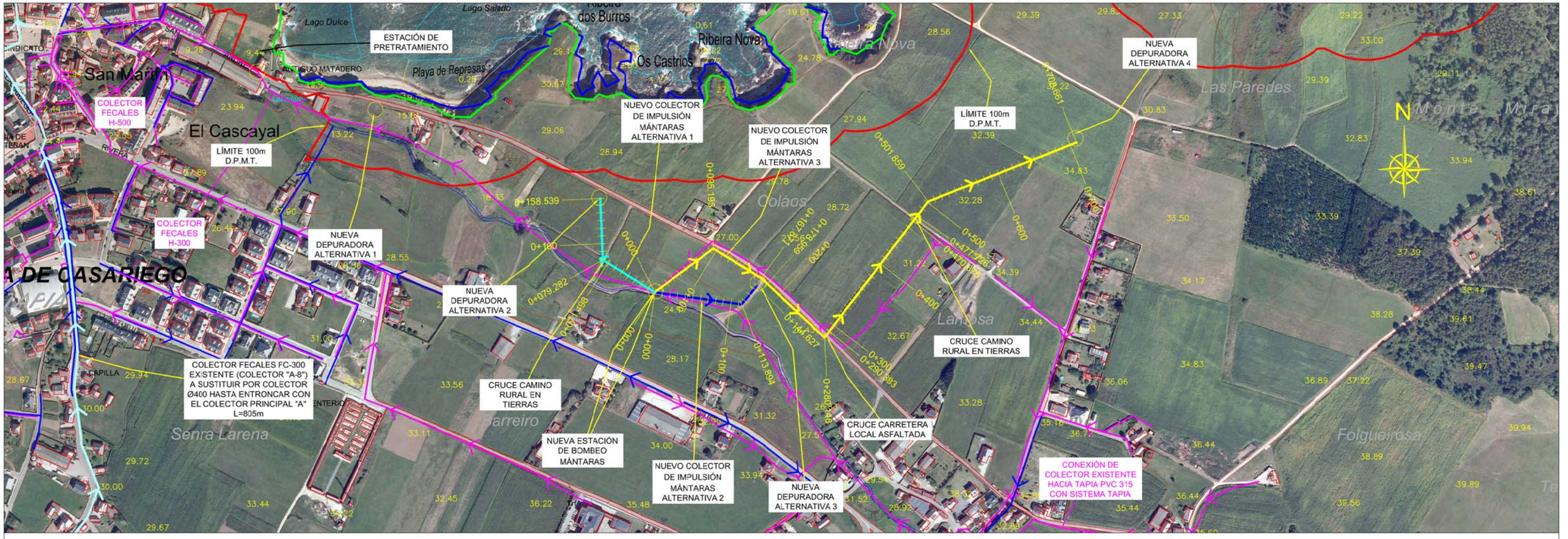
TÍTULO BÁSICO: ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE I (ASTURIAS)

PLANO Nº: 9

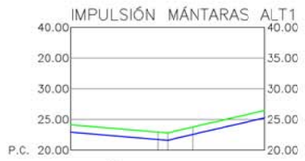
DESIGNACIÓN: ALTERNATIVA UBICACIÓN DE NUEVA DEPURADORA

FECHA: ENERO 2021

HOJA 1 DE 1

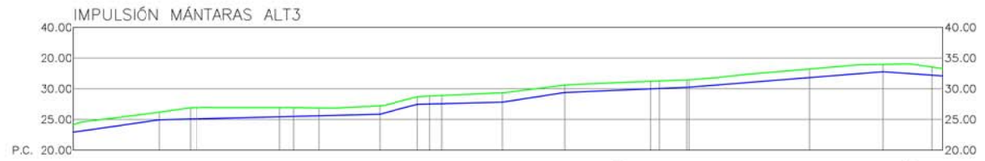


ESCALAS { HORIZONTAL = 5000 / VERTICAL = 1000



ESCALAS { HORIZONTAL = 5000 / VERTICAL = 1000

ESCALAS { HORIZONTAL = 5000 / VERTICAL = 1000



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO	SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE / DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO O.A. DIRECCIÓN TÉCNICA	EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO: JOSÉ JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ / EL INGENIERO TÉCNICO DE MINAS: ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ	ESCALA: E=1:5.000	TÍTULO BÁSICO: ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE I (ASTURIAS)	PLANO Nº: 6.3	DESIGNACIÓN: ACTUACIÓN EN TAPIA DE CASARIEGO SOBRE ORTOFOTO. ALTERNATIVA COLECTOR DE IMPULSIÓN MÁNTARAS. PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL.	FECHA: ENERO 2021 / HOJA 1 DE 1

N

Os Cañois

Tayola

Isla de Campón

CAPILLA DE SAN SEBASTIÁN

IMPULSIÓN MUELLE PE-125

ESTACIÓN DE BOMBEO MUELLE

San Sebastián

Fte. Pilón

CASA DE CULTURA

CORREOS

CAPILLA DE SANTAS

ESCUELA

AYUNTAMIENTO

SINDICATO

IMPULSIÓN LA RIBEIRA PE-125

ESTACIÓN DE BOMBEO LA RIBEIRA

Playa da Ribeira

San Martín

INSTITUTO

IGLESIA DE S. ESTEBAN

Casolinera

Tapia

TAPIA DE CASARIEGO

Anguleiro

del

Campo de Futbol

COLECTOR FECALES H-300

ESTACIÓN DE PRETRATAMIENTO

NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO JUNTO A PRETRATAMIENTO EXISTENTE PARA IMPULSAR HACIA LA NUEVA DEPURADORA

COLECTOR FECALES H-500

San Martín

Lago Dulce

Lago Salado

ANTIGUO MATADERO

Lavadero

El Cascayal

LÍMITE 100m D.P.M.T.

Playa de Represas

El Castelo Rapao

El Castelón

Ribeiro dos Burros

Ribeira Nova

Os Castros

Salgueiriza

Ribeira Nova

A Turbela

El Trave

Castreiro da Ostreira

LÍMITE 100m D.P.M.T.

NUEVA DEPURADORA ALTERNATIVA 4

0+708.661

NUEVO COLECTOR DE IMPULSIÓN MÁNTARAS ALTERNATIVA 1

NUEVO COLECTOR DE IMPULSIÓN MÁNTARAS ALTERNATIVA 3

0+501.859

0+158.539

0+096.195

Goláos

0+179.969

0+167.871

0+200

0+600

0+500

0+477.726

0+470.675

0+400

Lamosa

0+300

0+290.393

0+280.148

0+144.627

0+113.894

0+100

0+000

0+100

0+079.282

0+074.498

0+000

NUEVA DEPURADORA ALTERNATIVA 1

NUEVA DEPURADORA ALTERNATIVA 2

SUB R1

CRUCE CAMINO RURAL EN TIERRAS

CRUCE CAMINO RURAL EN TIERRAS

COLECTOR FECALES FC-300 EXISTENTE (COLECTOR "A-8") A SUSTITUIR POR COLECTOR Ø400 HASTA ENTRONCAR CON EL COLECTOR PRINCIPAL "A" L=805m

SUB R2

Barreiro

NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO MÁNTARAS

NUEVO COLECTOR DE IMPULSIÓN MÁNTARAS ALTERNATIVA 2

CRUCE CARRETERA LOCAL ASFALTADA

NUEVA DEPURADORA ALTERNATIVA 3

CONEXIÓN DE COLECTOR EXIST HACIA TAPIA PVC CON SISTEMA TA

ERMITA DE SAN ANTONIO

COLEGIO Y ESCUELA

COLECTOR FECALES H-300

COLECTOR FECALES H-300

COLECTOR FECALES H-300

IGLESIA DE SAN ANTONIO

COLECTOR FECALES H-300

IMPULSIÓN XUNGUEIRA PE-140

POZO DE LLEGADA IMPULSIÓN XUNGUEIRA

ESTACIÓN DE BOMBEO EXISTENTE XUNGUEIRA

A Volta

Arroyo

Fuente

Trf

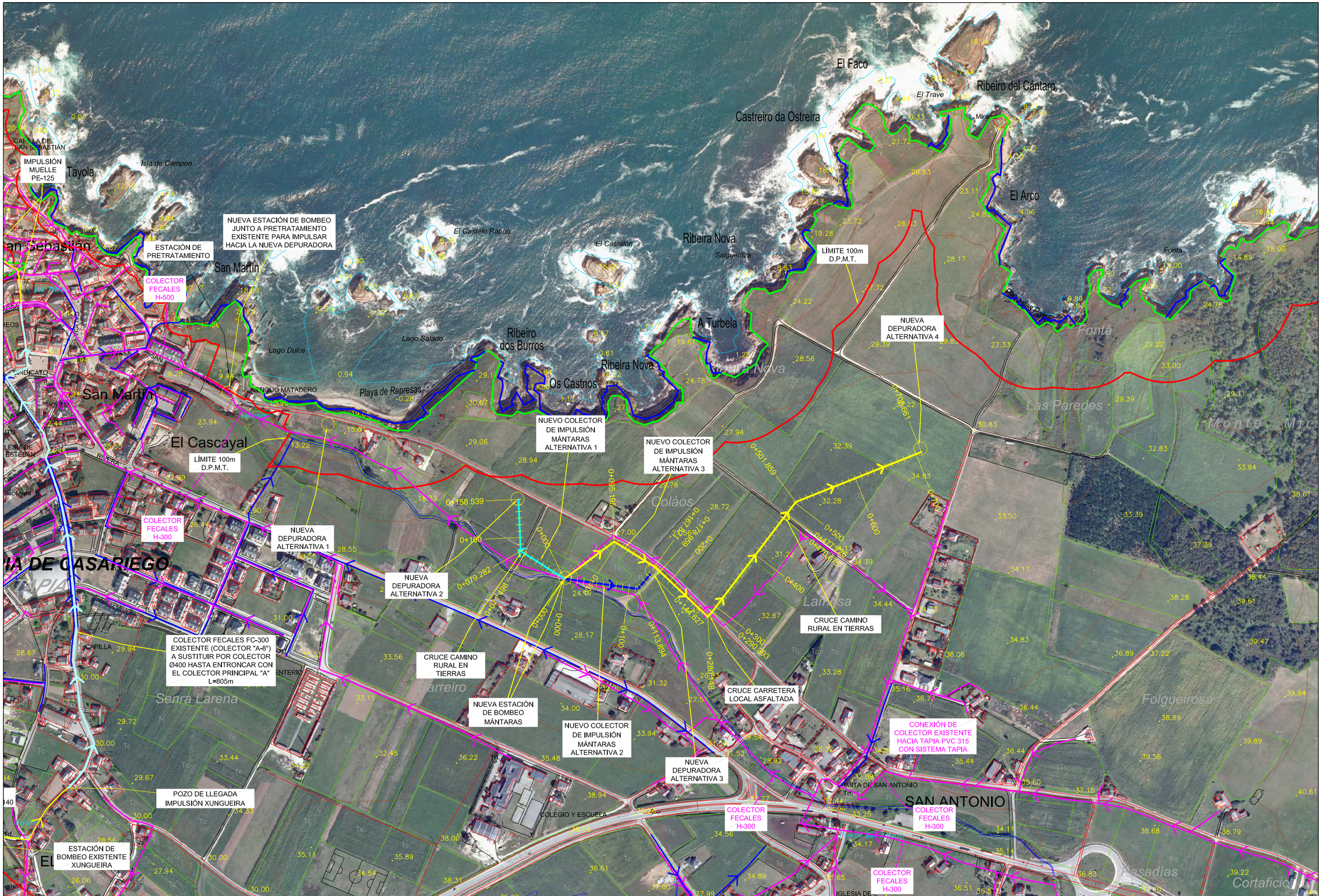
ER

NR

IA

C

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO	SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE / DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO O.A. DIRECCIÓN TÉCNICA	EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO: JOSÉ JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ	EL INGENIERO TÉCNICO DE MINAS: ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ	ESCALA: E=1:5.000	TÍTULO BÁSICO: ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE I (ASTURIAS)	PLANO Nº: 6.2	DESIGNACIÓN: ACTUACIÓN EN TAPIA DE CASARIEGO SOBRE PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA. ALTERNATIVAS COLECTOR DE IMPULSIÓN MÁNTARAS. PLANTA.	FECHA: ENERO 2021 HOJA 1 DE 1



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO O.A.

DIRECCIÓN TÉCNICA

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:

JOSE JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ

EL INGENIERO TÉCNICO DE MINAS:

ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ

ESCALA: E=1:5.000

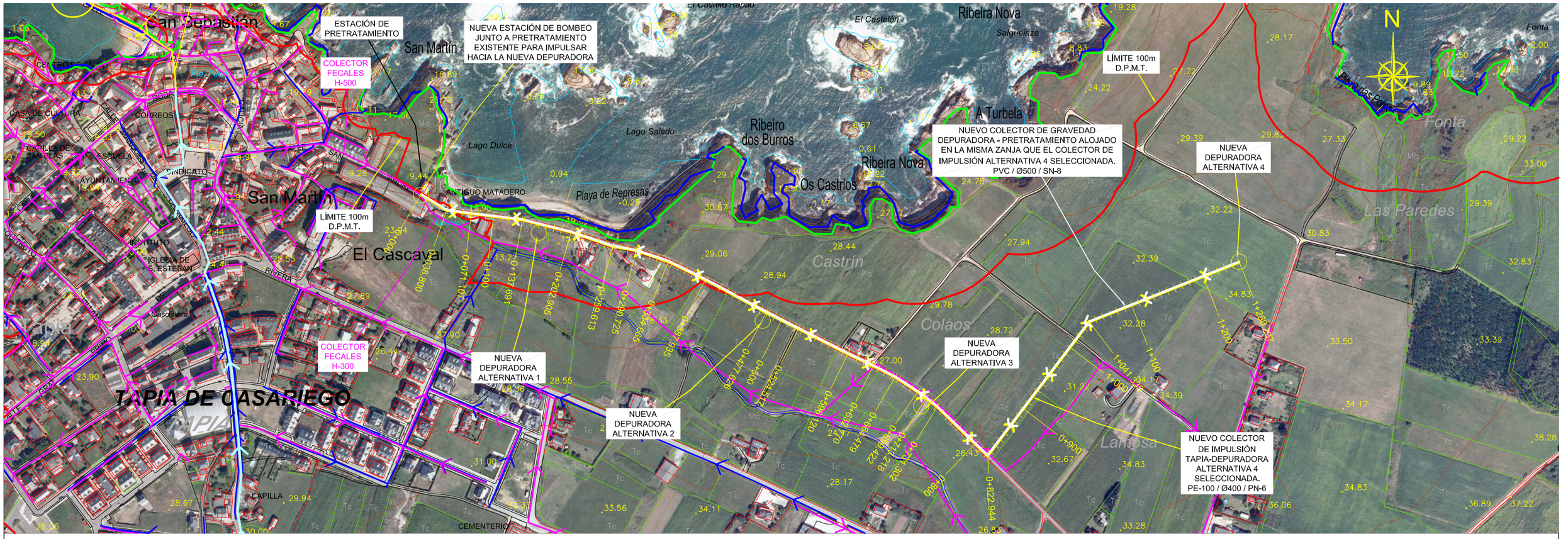
TITULO BASICO: ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE I (ASTURIAS)

PLANO Nº: 6.1

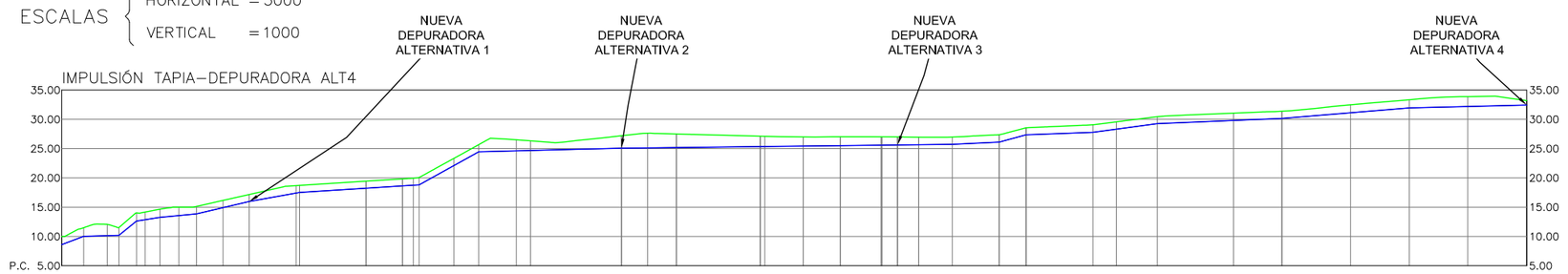
DESIGNACION: ACTUACIÓN EN TAPIA DE CASARIEGO SOBRE ORTOFOTO. ALTERNATIVA COLECTOR DE IMPULSIÓN MÁNTARAS. PLANTA.

FECHA: ENERO 2021

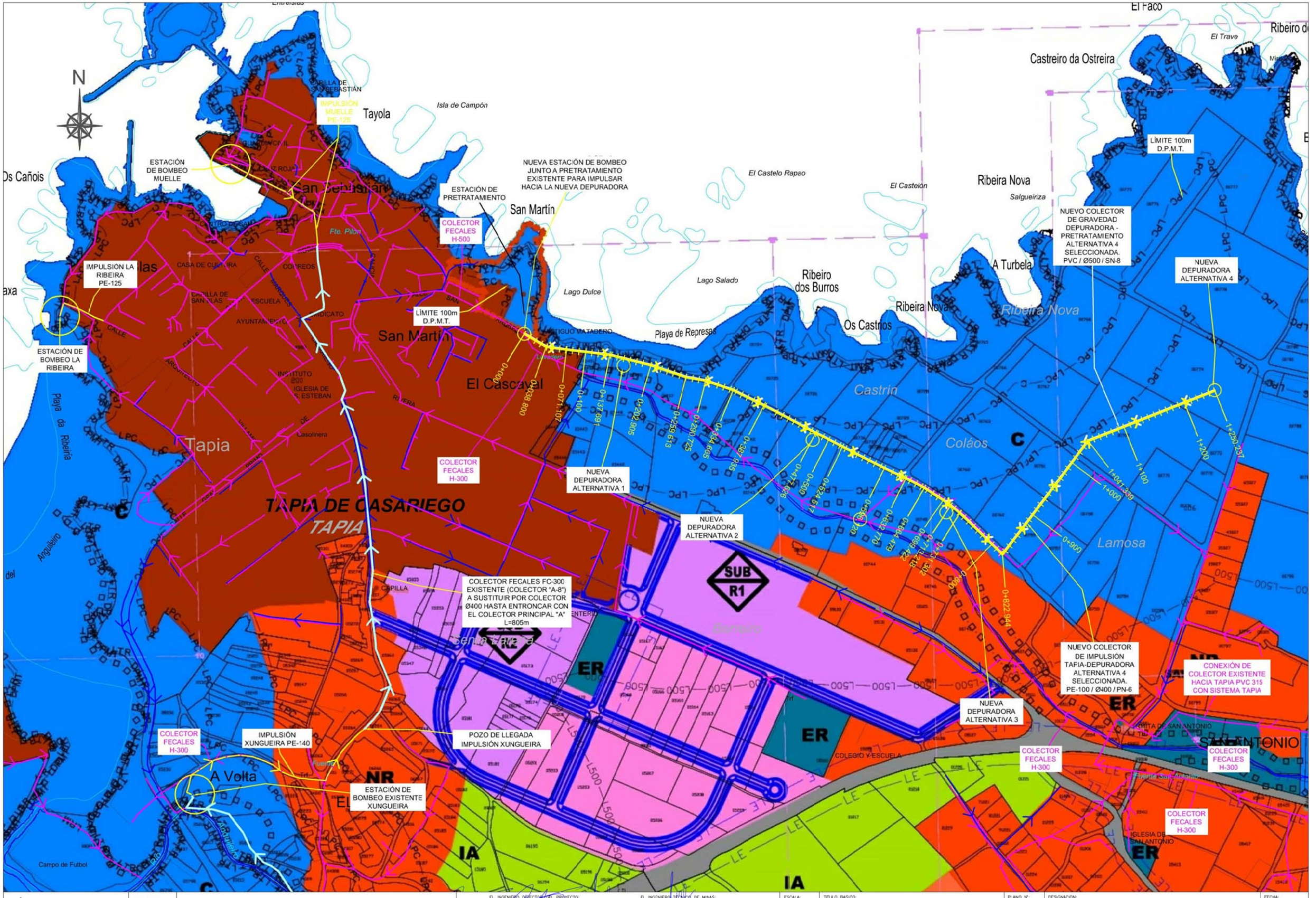
HOJA 1 DE 1



ESCALAS { HORIZONTAL = 5000 / VERTICAL = 1000



| | | |



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO	SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE / DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO O.A. DIRECCIÓN TÉCNICA	EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO: JOSÉ JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ / EL INGENIERO TÉCNICO DE MINAS: ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ	ESCALA: E=1:5.000	TÍTULO BÁSICO: ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE I (ASTURIAS)	PLANO Nº: 5.2	DESIGNACIÓN: ACTUACIÓN EN TAPIA DE CASARIEGO SOBRE PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA. COLECTORES DE IMPULSIÓN Y GRAVEDAD ENTRE TAPIA Y NUEVA DEPURADORA Y ALTERNATIVA DE UBICACIÓN DE NUEVA DEPURADORA. PLANTA.	FECHA: ENERO 2021 / HOJA 1 DE 1

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO O.A.
DIRECCIÓN TÉCNICA

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:
JOSÉ JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ

EL INGENIERO TÉCNICO DE MINAS:
ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ

ESCALA: E=1:10.000

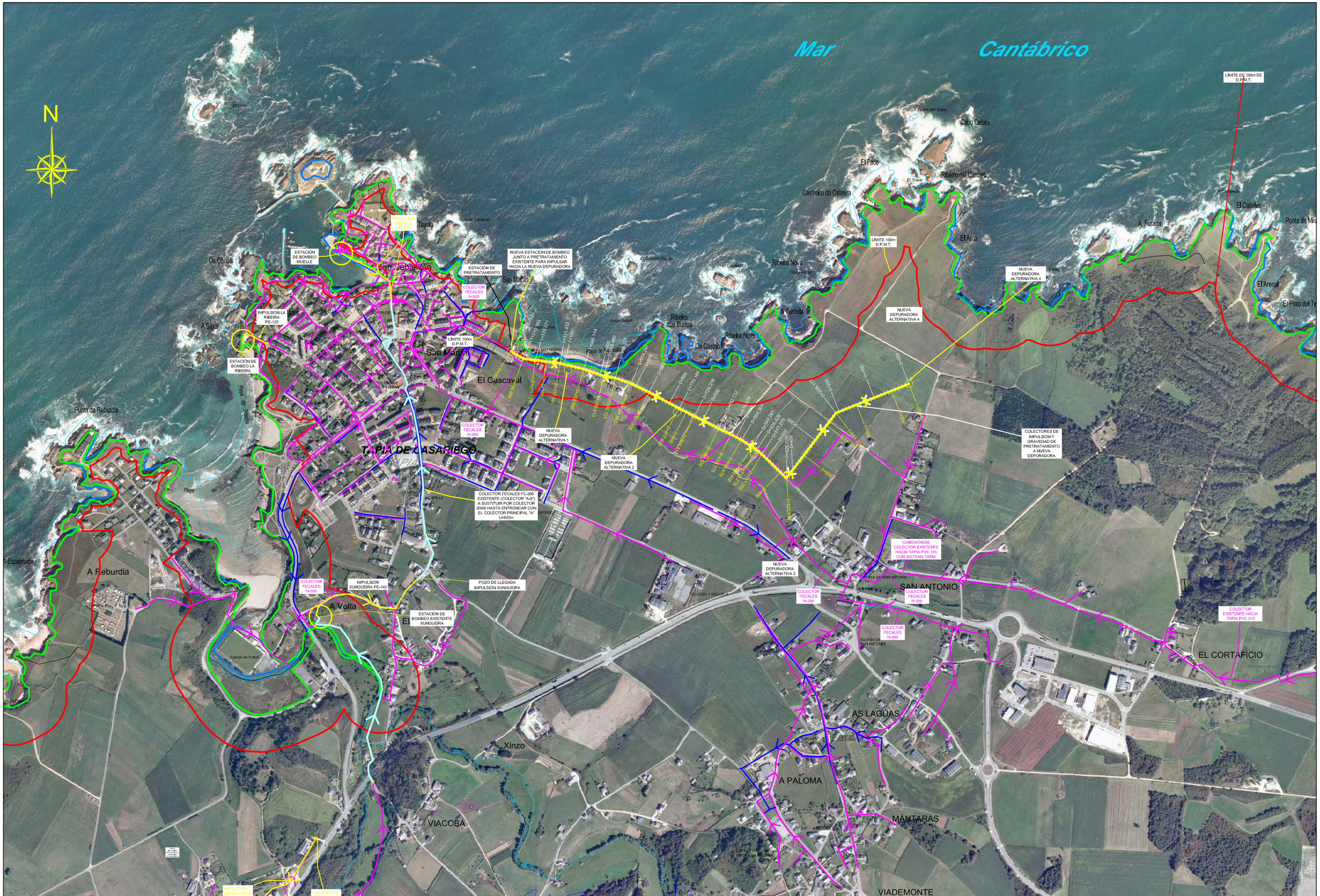
TÍTULO BÁSICO:
ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE I (ASTURIAS)

PLANO Nº: 5.1

DESIGNACIÓN:
ACTUACIÓN EN TAPIA DE CASARIEGO SOBRE ORTOFOTO. COLECTORES DE IMPULSIÓN Y GRAVEDAD ENTRE TAPIA Y NUEVA DEPURADORA Y ALTERNATIVA DE UBICACIÓN DE LA NUEVA DEPURADORA. PLANTA.

FECHA: ENERO 2021

HOJA 1 DE 1



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO O.A.

DIRECCIÓN TÉCNICA

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:

JOSE JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ

EL INGENIERO TÉCNICO DE MINAS:

ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ

ESCALA: E=1:5.000

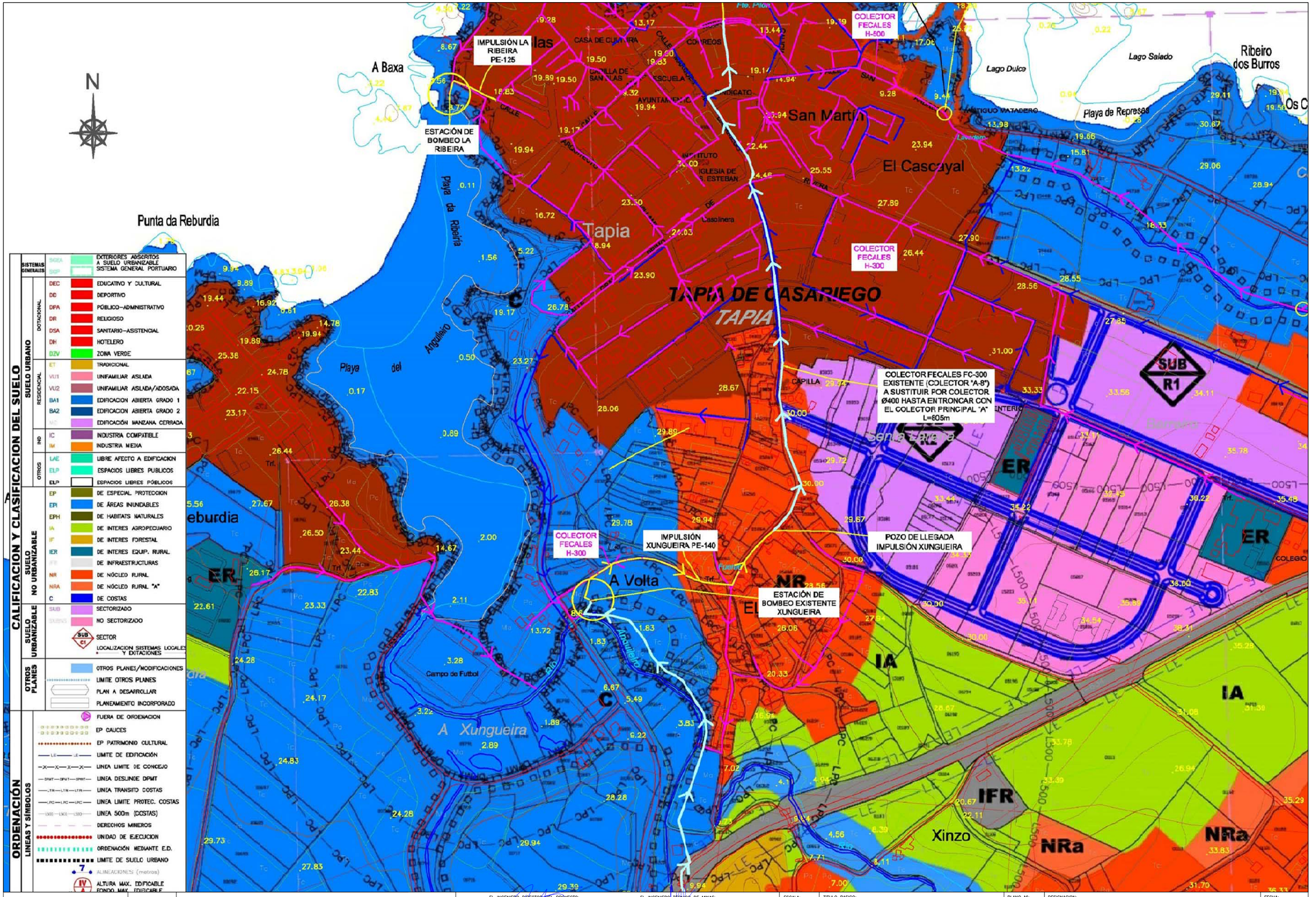
TITULO BASICO: ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE I (ASTURIAS)

PLANO Nº: 5.1

DESIGNACION: ACTUACIÓN EN TAPIA DE CASARIEGO SOBRE ORTOFOTO. COLECTORES DE IMPULSIÓN Y GRAVEDAD ENTRE TAPIA Y NUEVA DEPURADORA Y ALTERNATIVA DE UBICACIÓN DE NUEVA DEPURADORA. PLANTA.

FECHA: ENERO 2021

HOJA 1 DE 1



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO O.A.

DIRECCIÓN TÉCNICA

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:

JOSÉ JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ

EL INGENIERO TÉCNICO DE MINAS:

ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ

ESCALA: E=1:5.000

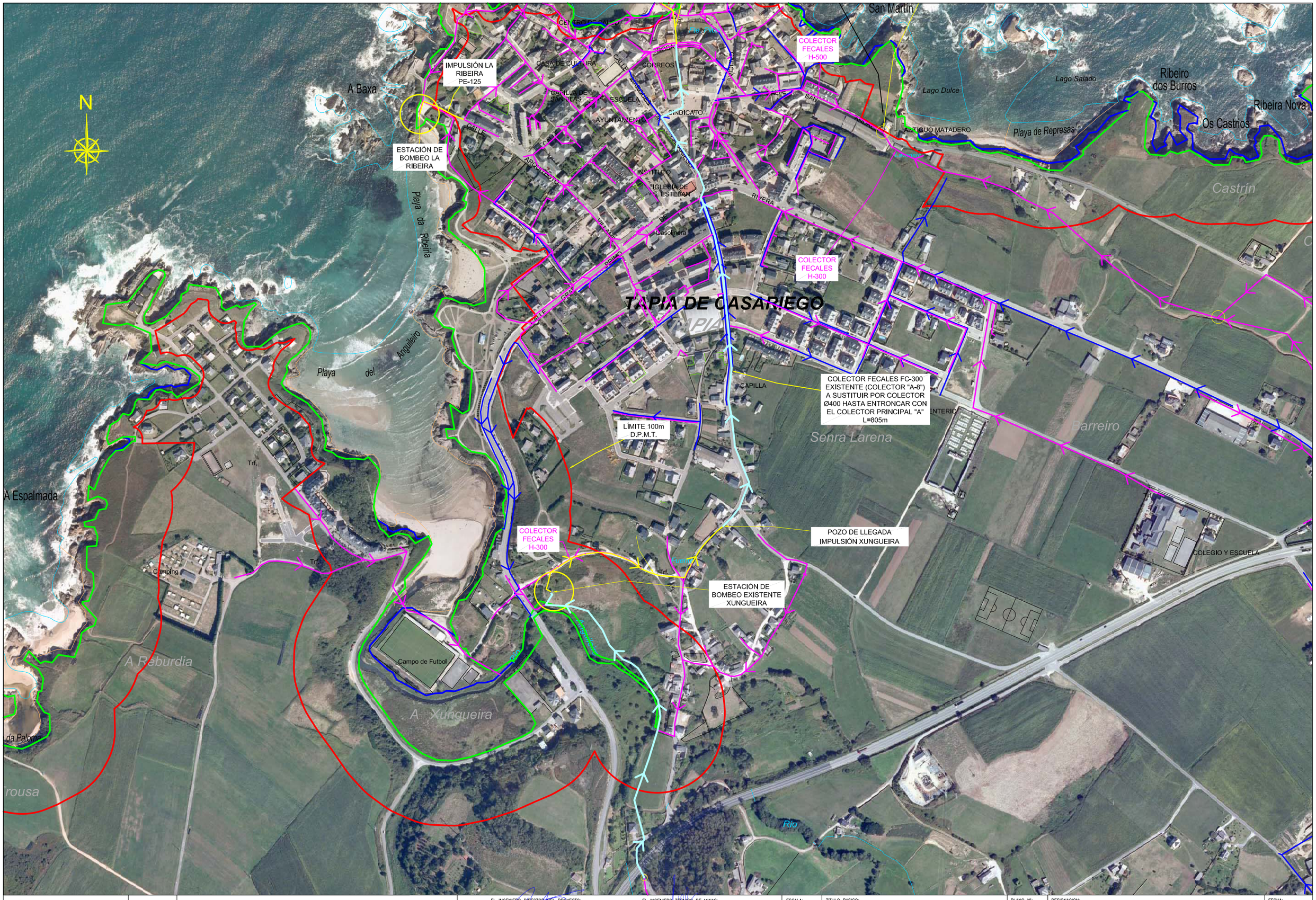
TITULO BASICO: ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE I (ASTURIAS)

PLANO Nº: 4.2

DESIGNACION: ACTUACIONES DE SUSTITUCIÓN DE COLECTORE "A-8" EN TAPIA DE CASARIEGO SOBRE PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA. PLANTA.

FECHA: ENERO 2021

HOJA 1 DE 1



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO	SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO O.A. DIRECCIÓN TÉCNICA	EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO: JOSÉ JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ	EL INGENIERO TÉCNICO DE MINAS: ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ	ESCALA: E=1:5.000	TITULO BASICO: ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE I (ASTURIAS)	PLANO Nº: 4.1	DESIGNACION: ACTUACIONES DE SUSTITUCIÓN DE COLECTORE "A-6" EN TAPIA DE CASARIEGO SOBRE ORTOFOTO. PLANTA.	FECHA: ENERO 2021 HOJA 1 DE 1

N

NUEVA DEPURADORA ALTERNATIVA 1

NUEVO BOMBEO EN PRETRATAMIENTO

NUEVA DEPURADORA ALTERNATIVA 2

NUEVA DEPURADORA ALTERNATIVA 3

NUEVA DEPURADORA ALTERNATIVA 4

COLECTORES DE IMPULSIÓN Y GRAVEDAD DE PRETRATAMIENTO A NUEVA DEPURADORA

NUEVO BOMBEO EN MÁNTARAS

COLECTOR "A-8" (FC-300) A SUSTITUIR HASTA COLECTOR PRINCIPAL "A"

COLECTOR DE IMPULSIÓN MÁNTARAS A NUEVA DEPURADORA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO O.A.

DIRECCIÓN TÉCNICA

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:

JOSÉ JAVIER GONZÁLEZ MARTÍNEZ

EL INGENIERO TÉCNICO DE MINAS:

ADOLFO GUERRA FERNÁNDEZ

ESCALA: E=1:10.000

TITULO BASICO: ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO Y EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO. FASE I (ASTURIAS)

PLANO Nº: 0

DESIGNACION: PLANTA GENERAL DE OBRAS SOBRE ORTOFOTO

FECHA: ENERO 2021

HOJA 1 DE 1