



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 V

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

Anejo nº 21

ANEJO-21: EDAR DE TAPIA DE CASARIEGO

ÍNDICE ANEJO-21

ANEJO A. PARÁMETROS DE DISEÑO

ANEJO B. CÁLCULO DEL PROCESO

ANEJO C. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

ANEJO D. ESTRUCTURAS

ANEJO E. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ANEJO F. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

ANEJO G. CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y DESODORIZACIÓN

ANEJO H. SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS

ANEJO I. ESTUDIO DE EXPLOTACIÓN

ANEJO-A: CRITERIOS DE DISEÑO

ÍNDICE

1.-	OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO.....	1
2.-	CRITERIOS DE DISEÑO.....	1
2.1.-	CONSIDERACIONES PREVIAS	1
2.2.-	CRITERIOS HIDRÁULICOS..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
2.3.-	CRITERIOS DE CALIDAD DEL VERTIDO	2
2.4.-	CRITERIOS DE LA IMPLANTACIÓN.....	3
2.5.-	CITERIOS PARA DEFINICIÓN DE CAUDALES	3
2.5.1.-	POBLACIÓN EQUIVALENTE.....	3
2.5.2.-	CAUDALES DE DISEÑO.....	4
2.5.3.-	Caudales minimos	5
2.5.4.-	Caudales de diseño de la EDAR.	6
2.5.5.-	CARGAS DE CONTAMINANTES	6
2.6.-	CRITERIO Y UBICACIÓN DEL PUNTO DE VERTIDO DEL AGUA TRATADA..	8
2.7.-	RESULTADOS A OBTENER: RENDIMIENTOS	9
3.-	ESQUEMA DEL PROCESO	10
3.1.-	LÍNEA DE AGUA	10
3.2.-	LÍNEA DE FANGO	11
3.3.-	CRITERIO DE FLEXIBILIDAD DEL PROCESO	11
3.4.-	CRITERIO DE FIABILIDAD DEL PROCESO E INSTALACIÓN.....	12
3.5.-	RECEPCIÓN DE AGUA BRUTA.....	13
3.6.-	PRETRATAMIENTO	13
3.6.1.-	DESBASTE.....	13
3.6.2.-	DESARENADO - DESENGRASADO	14
3.6.3.-	ARQUETA DE DISTRIBUCIÓN	16
3.6.4.-	DECANTACIÓN DE ALIVIOS.....	16
3.7.-	TRATAMIENTO PRIMARIO FÍSICO QUÍMICO.....	16
3.7.1.-	CÁMARA DE MEZCLA.....	17
3.7.2.-	CÁMARA DE FLOCULACIÓN.....	17
3.7.3.-	CLORURO FÉRRICO	17
3.7.4.-	POLIELECTROLITO.....	17
3.7.5.-	DECANTACIÓN PRIMARIA LAMELAR	17
3.7.6.-	GESTIÓN DE PURGAS DE FANGOS	18
3.7.7.-	SALIDA DEL TRATAMIENTO PRIMARIO	18
3.8.-	TRATAMIENTO BIOLÓGICO	18
3.8.1.-	TAMIZADO DE MUY FINOS	19
3.8.2.-	BOMBEO A BIOFILTROS.....	19
3.8.3.-	BIOFILTROS.....	20
3.8.4.-	DEPÓSITO REGULACIÓN AGUA TRATADA	20

3.9.-	TRATAMIENTO TERCIARIO	21
3.9.1.-	DESINFECCIÓN FINAL.....	21
3.10.-	PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE FANGOS	22
3.10.1.-	BOMBEO DE FANGOS.....	22
3.10.2.-	ESPESADO.....	23
3.10.3.-	DESHIDRATACIÓN.....	23
3.10.4.-	ESTABILIZACIÓN DE LODOS.....	24
3.10.5.-	ALMACENAMIENTO DE LODOS	24
4.-	CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	24
5.-	EQUIPAMIENTOS GENERALES	25
5.1.-	GRUPO ELECTRÓGENO	25
5.2.-	CONTROL DE LA GENERACIÓN Y DEL TRATAMIENTO DE OLORES	25
5.3.-	CONTROL DE RUIDOS	26
5.4.-	CONDICIONES DE HABITABILIDAD Y DE ACCESO AL PÚBLICO	26
5.5.-	RED DE AGUA POTABLE.....	27
5.6.-	RED DE VACIADOS Y DRENAJES.....	27
5.7.-	RED DE AGUA DE SERVICIOS.....	27
5.8.-	RED DE RIEGO.....	28
5.9.-	RED DE AIRE COMPRIMIDO.....	28
5.10.-	TOMAS DE CORRIENTE ELÉCTRICA.....	28
5.11.-	ELEMENTOS DE SEGURIDAD	28
5.12.-	TELEFONÍA.....	29
5.13.-	BOMBAS DE ACHIQUE	29
5.14.-	MEDIOS AUXILIARES DE ELEVACIÓN	29
5.15.-	TOMA DE MUESTRAS	29
5.16.-	GESTIÓN Y MANIPULACIÓN DE RESIDUOS.....	29
6.-	EDIFICACIONES.....	29
6.1.-	EDIFICIO INDUSTRIAL	29
6.2.-	EDIFICIO DE BIOLÓGICO	30
6.3.-	EDIFICIO DE CONTROL	30

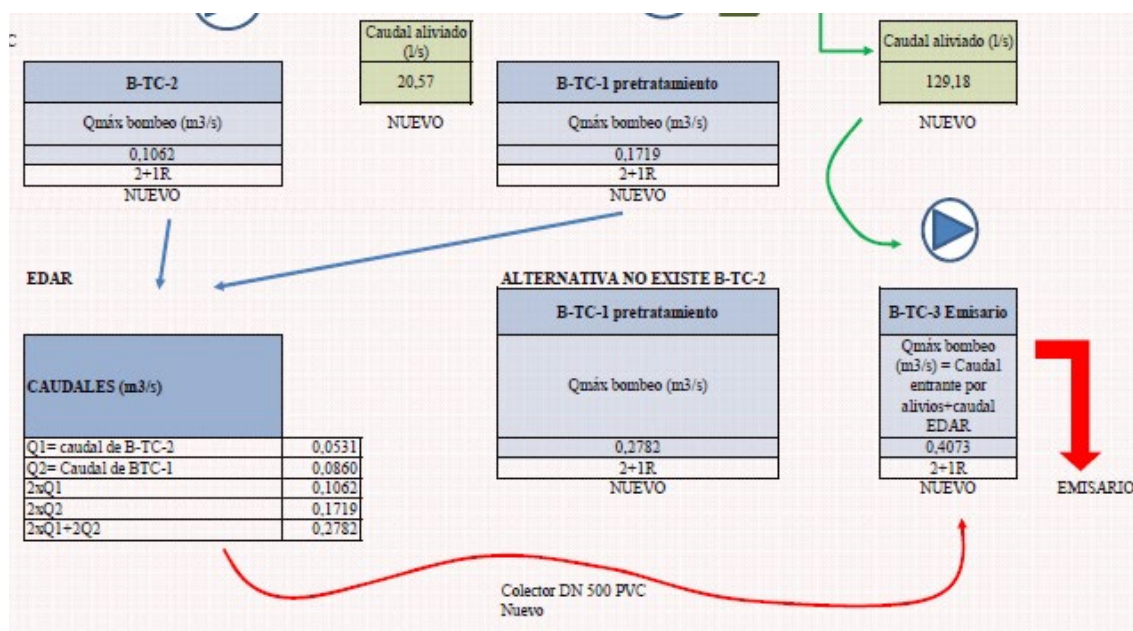
1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El objeto del presente documento es la definición de los parámetros de diseño de la EDAR de Tapia de Casariego.

2.- CRITERIOS DE DISEÑO

2.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS

El sistema de saneamiento se ha diseñado de acuerdo con los caudales entrantes y definidos en el Apéndice 10.1, el cual 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.



- 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.

En cuanto al cálculo de caudales se considera el máximo crecimiento a futuro y la incidencia de las pluviales en una red “mixta”. Por otro lado, 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.

En cuanto a la estacionalidad, durante los tres meses estivales la población casi se triplica, de ahí que se haya aplicado un factor de 2,81 para la previsión de esta estacionalidad (ver Anejo-9) . Por ello, el diseño ha de contemplar una amplia capacidad de versatilidad para adaptarse al crecimiento poblacional a futuro, teniendo en cuenta la fuerte estacionalidad del sistema.

El sistema de la agrupación de vertidos se resume en dos grandes bombeos que aglutinan los caudales de este y oeste de Tapia de Casariego. Los bombeos, si bien disponen de variador de frecuencia, estos estarán regulados por sondas de nivel, por lo que en periodos secos mayor será el tiempo de retención en la cántara, y afectos de diseño de la EDAR se producirán “endanadas” de caudal de forma oscilante.

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 del emisario permite el montaje de una tercera bomba. 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:

2.2.- CRITERIOS HIDRÁULICOS

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 las 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.

2.3.- CRITERIOS DE 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 necesaria 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 20° 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 turística en las playas

próximas o incluso contemplar las posibilidades de reutilización, así como con las garantías de desinfección.

2.4.- CRITERIOS DE LA IMPLANTACIÓN.

La parcela en la que se ha previsto construir la depuradora está integrada dentro de la denominación del Plan Especial de Costas. Por otro lado al estar próxima a zonas habitadas y 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.

2.5.- CITERIOS PARA DEFINICIÓN DE CAUDALES

2.5.1.- POBLACIÓN EQUIVALENTE

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 Porcia	La Roda	Rapalcuarto-Calambre	Serantes
----------------------	-------------	-----------------	-------------------------------	-----------	-----------------	-----------------	---------	----------------------	----------

POBLACIÓN

Población base 2015 estival	3.929	1.890	379	102	274	42	594	104	545
Coef. Estacionalidad adoptado	2,8	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

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
---------------------	------------	------------	-----------	----------	-----------	----------	-----------	----------	-----------

Anteproyecto de saneamiento y EDAR de
Tapia de Casariego. Fase 1 (Asturias)

CÁLCULOS DE POBLACIÓN
EQUIVALENTE

DATOS GENERALES

Parámetros de diseño	Total Tapia	Tapia y núcleos	Mántaras, S. Ant., Cortaficio	Casariego	Campos y Salave	Campos y Porcia	La Roda	Rapalcuarto-Calambre	Serantes
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
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

2.5.2.- CAUDALES DE DISEÑO

2.5.2.1.- Caudales máximos

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 $5xQ_m$.

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 cántara 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 (m ³ /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 $0,2782 \text{ m}^3/\text{s} = 1001 \text{ m}^3/\text{h}$ llegando a la EDAR.

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.

2.5.3.- Caudales mínimos

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 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 mu y en particular el de la EDAR:

2.5.4.- Caudales de diseño de la EDAR.

A continuación se adjunta caudales de diseño:

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 $0,2782 / 5 = 0,556 \text{ m}^3/\text{s} = 200 \text{ m}^3/\text{h}$

Si tomamos este caudal como el medio diario, el vertido diario habremos de situarlo en $200 \cdot 24 = 4800 \text{ m}^3$ 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	m ³ /día
Caudal medio nominal sobre 24h/día	36,46	200,0	m ³ /h
Factor máximo pretratamiento s/ Qm:	3	3	
Caudal máximo en pretratamiento	109,4	600,0	m ³ /h
Factor máximo para tratamiento biológico, Qp:	2	2	
Caudal punta para el tratamiento primario y biológico	72,9	400,0	m ³ /h
Factor máximo de llegada por los colectores	5	5	
Caudal máximo llegada por colectores, Qmaxc, s/Qm	182,3	1000,0	m ³ /h

2.5.5.- CARGAS DE CONTAMINANTES

Se toman las cargas medias obtenidas de los resultados analíticos facilitados por ASTURAGUA y que se han incluido en el Apéndice 6.1.5. "Alternativas de EDAR"

ANALÍTICA DE AGUAS: ESTACION PRETATAMIENTO TAPIA DE CASARIEGO

	PH Entr	Cond Ent	Turb Ent NTU	SS Ent	DBO5 Ent.	DQO Ent	NTK Ent	Ac y Gr Ent
Promedio		6,93	770,63	118,73	186,95	230,11	386,67	47,87
Máximo		7,50	1.781,00	1.050,00	995,00	750,00	1.136,00	128,12
Mínimo		6,10	337,00	7,72	21,00	15,00	49,00	4,51

ANALÍTICA DE AGUAS: EDAR SERANTES

	PH Entr	Cond Ent	Turb Ent NTU	SS Ent	DBO5 Ent.	DQO Ent	NTK Ent	Ac y Gr Ent
Promedio		6,96	811,62	206,86	363,45	343,32	567,11	40,84
Máximo		8,56	2.170,00	2.500,00	3.720,00	2.000,00	2.400,00	175,70
Mínimo		5,80	6,31	14,38	12,00	21,00	18,20	0,42

EDAR CALAMBRE-RAPALCUARTO

PH Entr	Cond Ent	Turb Ent NTU	SS Ent	DBO5 Ent.	DQO Ent	NTK Ent	Ac y Gr Ent
Promedio	6,84	559,29	97,41	189,74	191,16	300,74	25,27
Máximo	7,74	1.684,00	1.000,00	720,00	720,00	1.270,00	97,24
Mínimo	5,80	244,00	5,09	7,00	4,00	11,00	3,20

En esas tablas se manifiesta igualmente una gran variación entre las muestras tomadas en el pretratamiento de Tapias de Casariego y en las EDAR de Serantes y la de Calambre-Rapalcuarto.

Concentración de DBO5	250-350 mg/l
Punta en carga de DBO5	2 y hasta 3
Concentración de DQO	400-600 mg/l
Punta en carga de DBO5	2
Concentración de Sólidos Suspensión	200-350 mg/l
Punta en carga de S.S.	2
Concentración de Nitrógeno Total	42-48 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

Tras analizar todos los datos registrados, se opta por adoptar las cifras de meses secos, siendo evidente que en épocas de lluvia se nota el efecto dilución en la bajada de las concentraciones de contaminantes

Como resumen se opta por proyectar con los siguientes parámetros:

Carga DBO₅:

Concentración DBO ₅ :	300	300	mg/l
Carga DBO ₅ :	262,5	1440,0	Kg/día
Factor punta DBO ₅ :	2,0	2,0	
Concentración punta DBO ₅ :	600	600	mg/l

Carga DQO

Concentración DQO:	500	500	mg/l
Carga diaria DQO:	437,5	2400,0	Kg/día
Relación DBO ₅ /DQO:	0,6	0,6	
Factor punta DQO:	2,0	2,0	
Concentración punta DQO	1000,0	1000,0	mg/l

Carga Sólidos

Concentración SST:	300	300	mg/l
Carga diaria SST:	263	1440	Kg/día
Factor punta SS:	2,0	2,0	
Concentración punta SST	600,0	600,0	mg/l

Carga SSV:

Relación SSV/SST:	70%	70%	
Concentración SSV:	210	210	mg/l
Carga SSV:	183,8	1008,0	Kg/día

Carga Nitrógeno Total

Concentración NTK	48	48	mg/l
Carga NTK:	42,0	230,4	Kg/día
Factor punta NTK.:	2,00	2,00	
Concentración punta NTK	96,0	96,0	mg/l
Relación DBO5/NTK:	6,3	6,3	

Carga Fósforo

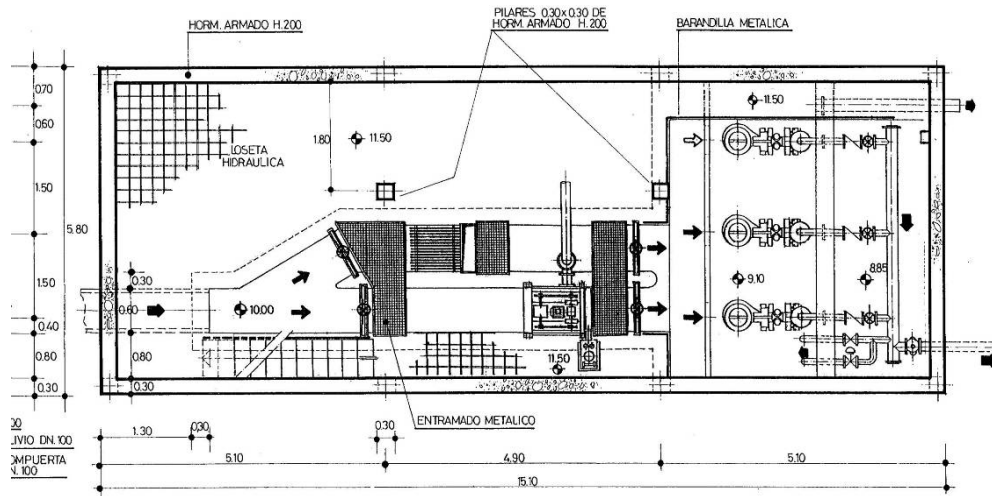
Concentración P-total:	10	10	mg/l
Carga P-total:	8,8	48,0	Kg/día
Factor punta P-total:	2,00	2,00	
Concentración punta P-total	20,0	20,0	mg/l
Relación DBO5/Pt:	30	30	

2.6.- CRITERIO Y UBICACIÓN DEL PUNTO DE VERTIDO DEL AGUA TRATADA

El presente proyecto no contempla la ampliación y/o ejecución de un nuevo emisario o punto de vertido, por lo que se ha de realizar el vertido de la EDAR a la ubicación del emisario existente.

El pretratamiento existente dispone de dos grupos de bombeo de 35 l/s con una manométrica de 15 m.c.a. y un emisario conformado por una tubería de diámetro interior 200 mm de polietileno. con una longitud total de 884m y un total de 24 difusores. La velocidad de circulación existente se estima en 2,22 m/s.

La cántara de bombeo dispone de espacio para alojar una tercera bomba de similares capacidades.



La cántara de bombeo dispone de una tubería de alivio hasta un pozo ubicado en el exterior de la edificación. Desde este pozo parten dos colectores, uno que vierte directamente hasta el acantilado, y otro hacia un colector de hormigón que conecta directamente con el mar.

Al ser el caudal saliente de la EDAR (bien tras tratamiento o por vertido en alivio) en determinados momentos muy superior a la capacidad del emisario, será necesario incrementar los bombes 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 3,35m/s, manteniendo la tubería de PE de 200 mm Ø. No es técnicamente recomendable incrementar el caudal por la tubería existente, ya que se alcanzarían velocidades excesivamente altas, así como el riesgo de desplazamiento de los macizos de anclaje y además el incremento de pérdida de carga también disminuiría el caudal nominal de las bombas.

Como criterio de diseño en situación provisional se considera la opción de ampliar el bombeo del pretratamiento en 35 l/s para disponer de una capacidad máxima de 110 l/s., si bien a futuro será necesario ampliar el número de grupos de bombeo y el emisario existente con otro nuevo conducto de DN 200mm. Para dotar de una capacidad de diseño de al menos 280 l/s.

El vertido desde la EDAR hasta el pretratamiento se realiza mediante un colector de DN 500 PVC corrugado SN8. Previamente a la entrada en la cántara del bombeo y exterior al pretratamiento se dispondrá de un pozo de resalto de diámetro DN 1500, desde donde partirá un colector de alivio de DN 500mm. Pasando por debajo del emisario y colectores de alivio existentes hasta verter detrás del acantilado.

2.7.- RESULTADOS A OBTENER: RENDIMIENTOS

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): \leq 55 % Mat Sec

3.- ESQUEMA DEL PROCESO

Tras lo dicho hasta ahora en cuanto a las necesidades de rendimiento y sobre todo de versatilidad ante la variación de caudales y cargas, la EDAR se ha concebido con los siguientes procesos unitarios:

3.1.- LÍNEA DE AGUA

- **Bombes 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.

3.2.- 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 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

Pasando a continuación a ir analizando las alternativas tecnológicas que mejor se adapten a los criterios y condiciones ya expuestos, así como los parámetros adoptados para su dimensionamiento.

3.3.- CRITERIO DE FLEXIBILIDAD DEL PROCESO

La flexibilidad se entenderá como la capacidad de adaptar los procesos de tratamiento a variaciones significativas en los caudales y en la cantidad y calidad de las cargas contaminantes a las que deberá hacer frente. Además, una adecuada aplicación de este criterio permitirá dejar fuera de servicio elementos para su mantenimiento, sin alterar por ello el funcionamiento del conjunto. Por ello, para poder adaptarse a los cambios de cargas o de caudales las líneas de tratamiento de los diversos procesos tendrán una modulación adecuada

Los equipos de bombeo han de poder adaptarse a estas variaciones mediante una adecuada modulación de los caudales máximos de diseño de cada grupo motobomba y mediante el empleo de variadores de frecuencia.

El tanque de recepción de bombeos servirá como colchón para alimentación a la EDAR. Se regulará este caudal entre el mínimo de 40 m³/h y el máximo 3Qm, 600 m³/h.

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 origina 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.

3.4.- CRITERIO DE FIABILIDAD DEL PROCESO E INSTALACIÓN

La fiabilidad de la instalación se refiere a la capacidad de mantener el servicio la instalación en situaciones anómalas de funcionamiento motivadas por averías, actividades de mantenimiento y fallos de suministro de cualquier tipo. Esto se podrá conseguir con el diseño de cada elemento y del conjunto así como con una modulación adecuada de los procesos que permita seleccionar y poner en marcha las líneas necesarias. En los procesos en los que el caudal de diseño sea el máximo de lluvia no será preciso disponer equipos de reserva

Como mínimo, se debe prever un funcionamiento hidráulico correcto para el caudal máximo de diseño, de los procesos con los siguientes equipos fuera de servicio:

- Tamices: una unidad fuera de servicio, tanto de los canales pequeños como de los grandes.
- Desarenadores: una unidad fuera de servicio.
- Físico Químico: una línea fuera de servicio
- Decantación primaria: una unidad fuera de servicio
- Celdas Biofiltros: una celda fuera de servicio

En el diseño de la línea de lodos con la flexibilidad suficiente como para permitir situaciones de parada para mantenimiento, prever posibles averías en los equipos de procesos y poder acomodarse a las puntas de producción de lodos en tiempo de lluvia.

Una de las cuestiones básicas relacionadas con la fiabilidad es la previsión de los medios para mantener el servicio de la planta durante un corte de suministro eléctrico. En concreto se mantendrán como mínimo las siguientes operaciones:

- Pretratamiento completo
- Físico químico completo
- Decantación completa
- Espesador
- Sistemas de control y automatización.

Estos equipos suponen un bajo consumo, y su funcionamiento garantiza unas adecuadas condiciones de vertido si se aplican reactivos.

Se deberá contemplar la instalación del grupo electrógeno que permita mantener las garantías anteriores.

3.5.- RECEPCIÓN DE AGUA BRUTA

La recepción de agua bruta se realiza a un tanque regulador. El volumen de este tanque será como mínimo de 200 m³, volumen equivalente a una hora de Q_m.

Su geometría evitará decantaciones, las uniones entre muros serán redondeadas y la solera con pendiente hacia la salida.

La cota de vaciado de este tanque hacia la EDAR, deberá permitir la circulación por gravedad hasta la salida del tratamiento primario.

Dispondrá de un agitador aireador sumergido, con potencia mínima que garantice 20 W/m³

Dispondrá de un tamiz de aliviadero con capacidad para el máximo caudal bombeado 5Q_m y paso de malla de 6 mm.

La tubería a la EDAR dispondrá de un medidor de caudal que mantenga la fiabilidad a sección parcial y un elemento regulador, válvula o compuerta que limite el caudal de entrada a la EDAR.

3.6.- PRETRATAMIENTO

Será en su totalidad ubicado en el interior de un edificio cerrado y dotado de sistema de aspiración de aire a Desodorización.

Constará de los siguientes procesos:

3.6.1.- DESBASTE

El desbaste se proyectará en canal con capacidad para tratar el caudal máximo. 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.

La luz de paso de tamizado será de 3 mm

Se admitirán soluciones de rejas rectas de pletinas, de tamices de escalones o rotatorios en canal.

En paralelo, se dispondrá un canal de by-pass con una reja de limpieza manual de 15 mm de luz de paso.

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.

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

Todo el sistema deberá gozar de accesibilidad fácil y segura, y de plataformas para accionamiento y mantenimiento de los equipos, de anchura útil no inferior a 100 cm.

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

Para la evacuación del detritus de rejillas 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

3.6.2.- DESARENADO - DESENGRASADO

El desarenado–desengrasado recomendamos se realice preferentemente en canal con insuflación lateral de aire, con captación de flotantes y grasas en la superficie, y de arenas en el fondo. Se definirá claramente y justificará las formas y disposición de los distintos elementos así como los caudales de insuflación de aire, extracción de agua con arena, y de agua con grasa y flotantes. El sistema unitario de extracción de arenas y flotantes estará constituido por un puente de traslación longitudinal de anchura útil mínima 80 cm. El puente alojará y soportará los siguientes equipos:

- Grupo motobomba para la extracción de arenas, con sus correspondientes tuberías y elementos accesorios.
- Sistema de rasquetas superficiales para el arrastre y extracción de flotantes.
- La alimentación eléctrica será extensible o de guirnalda y estarán previstos interruptores de final de carrera y de paro de seguridad. El sistema de traslación del puente tendrá un limitador de par. Las paradas o faltas de corriente en el puente tendrán su correspondiente sistema de alarma.

En el diseño del recinto se considerará la existencia de tabique separador de la zona de tranquilización respecto a la de aportación de aire y se dispondrá un sistema de vaciado que garantice la no acumulación de arenas en los puntos de vaciado, a fin de evitar atascos.

La salida del agua será por vertedero con un tranquilizador previo.

Recomendamos que el resguardo de la coronación de los canales sobre el máximo nivel de lámina previsto sea al menos de 40 cm. Todo el sistema gozará de accesibilidad fácil y segura y de plataformas para accionamiento y mantenimiento, de anchura útil no inferior a 100 cm.

Las características recomendadas en esta unidad serán las siguientes:

- Velocidad ascensional a caudal máximo menor de 30 m³/m²·h.
- Velocidad ascensional a caudal punta de proceso menor de 20 m³/m²·h.
- Velocidad ascensional a caudal medio menor de 10 m³/m²·h.
- Tiempo de retención a caudal máximo, mayor de 7 minutos.
- Tiempo de retención a caudal punta de proceso, mayor de 10 minutos.
- Tiempo de retención a caudal medio mayor de 20 minutos.

Extracción de arenas

Las arenas se extraerán mediante bombeo colocado a bordo del puente, y pasarán a un canal lateral que las conducirá al sistema de separación. La bomba de arena será fácilmente extraíble desde el puente para simplificar reparaciones y otras labores de mantenimiento.

El tipo de bomba recomendada será de eje vertical e irá acoplada al puente, por lo que la extracción de arenas será continua, no admitiéndose soluciones que impliquen el arrastre de las arenas hasta el extremo de los tanques para su posterior bombeo desde aquél.

El sistema de automatismos preverá paradas y arranques de estas bombas, sincronizadas con momentos de parada del puente y un sistema de alarma ante atascamientos.

3.6.2.1.- Separación de arenas

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

La arena se concentrará preferentemente mediante concentrador de tornillo, cuya capacidad será definida y garantizada en función de la suma de caudales de las bombas calculadas considerando la simultaneidad total.

La arena separada deberá presentar alta sequedad y un bajo contenido de materia orgánica, menor del 5%. Se dispondrá de un vertedero que permita el retorno del agua a cabecera de planta.

3.6.2.2.- Separación de grasas y aceites

Se recomienda un sistema de aireación mediante difusores de burbuja fina. Este sistema deberá suministrar el aire necesario para la flotación de las grasas. Las características que deberá satisfacer el sistema de aireación será el mayor de:

- > 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

Los flotantes se recogerán en la zona de tranquilización del canal y mediante unas rasquetas de superficie serán empujados a un canal de recepción, desde donde pasarán a un concentrador y se retirarán posteriormente mediante contenedor. El diseño garantizará la recogida de flotantes en toda la superficie de manera que se evite la acumulación en zonas muertas, para lo cual se dispondrá de un sistema con doble rasqueta y accionamiento por contrapeso.

En el momento de llegada de las grasas al canal receptor, se abrirá una válvula o compuerta automática que provocará un fuerte caudal que arrastre aquéllas al circuito del concentrador.

Se prestará especial atención y se justificará debidamente la solución adoptada para que las variaciones de nivel no afecten a la eficiencia del sistema de extracción de flotantes.

El suministro de aire se realizará mediante soplantes accionadas por motores de dos velocidades, con capacidad suficiente para inyectar el caudal máximo de aire de diseño a una altura manométrica no inferior a la de la lámina de agua incrementada en 50 cm. Como mínimo se dispondrán una unidad por línea, más otra igual en reserva.

El conjunto de equipos de suministro de aire incluirá las soplantes, dotadas de sus correspondientes filtros de aire y válvulas de seguridad, válvulas de aislamiento, válvulas antirretorno, conductos y boquillas difusoras del tipo inatascable.

En las soplantes se prestará especial atención al control del nivel de ruidos y vibraciones, contemplándose en el diseño elementos previsoros de dilataciones, uniones y accesorios, así como los

elementos de cubrición que sean necesarios de manera que se cumplan las disposiciones vigentes al efecto en materia de seguridad y salud laboral.

Asimismo, se procederá a la insonorización del edificio o sala donde se ubiquen, para dar cumplimiento a lo establecido en el Decreto 74/96 de la Comunidad Autónoma. La disposición de las soplantes será tal que exista una distancia mínima libre entre las partes más próximas a las máquinas, de 1 metro.

3.6.2.3.- Concentración de grasas y flotantes

Se efectuará preferentemente en un recinto provisto de un sistema de barrido continuo. Preferentemente en tanque compacto, de acero inoxidable o materiales plásticos y dotado de cubierta.

El concentrado se verterá en contenedores especiales adaptados para este fin.

Nota: En todas las zonas del pretratamiento en que se sitúen contenedores de residuos, se dispondrán sumideros para recoger los escurridos y éstos se recircularán a cabecera de planta. Asimismo y a efectos de protección del suelo en los apoyos, se colocarán carriles metálicos en el caso de que los contenedores no tengan ruedas para su desplazamiento.

3.6.3.- ARQUETA DE DISTRIBUCIÓN

Tras el pretratamiento se proyectará una arqueta para la distribución de caudal, con diferentes destinos:

- Hacia el Tratamiento Primario
- Hacia el tanque de alivios
- Hacia la línea de by-pass

Todas ellas dispondrán de medidores de caudal, de tipo electromagnético en tubería, colocados de manera que no haya elementos hidráulicos que perturben la precisión de la lectura obtenida.

La línea hacia el Tratamiento Primario dispondrá de un elemento regulador, compuerta o válvula que permita por un lado limitar el caudal máximo al proceso y por otro gobernar el caudal de los equipos de preparación y dosificación de reactivos.

3.6.4.- DECANTACIÓN DE ALIVIOS

Tendrá disposición circular y configuración de decantador primario, con puente de tracción.

Se dimensionará para 1 Qm y las condiciones de diseño serán:

- Velocidad ascensional < $1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$
- Tiempo de retención > 3 horas
- Calado en vertedero > 3 m

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

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. Se dispondrá de dos bombas, permaneciente 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.

3.7.- TRATAMIENTO PRIMARIO FÍSICO QUÍMICO

Proceso que se desarrolla con los siguientes procesos unitarios:

3.7.1.- CÁMARA DE MEZCLA

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

De disposición prismática de sección cuadrada. Estará dotada de agitador mecánico de eje vertical. El gradiente de agitación en estas cámaras de mezcla será superior a 500 sg^{-1} ,

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

3.7.2.- CÁMARA DE FLOCULACIÓN

La floculación se realizará en doble cámara en 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.

De disposición prismática de sección cuadrada. Estará dotada de agitador mecánico de eje vertical, con variador de frecuencia. El gradiente de agitación en estas cámaras de mezcla será superior a 40 sg^{-1} y de 70 sg^{-1} en la segunda.

3.7.3.- CLORURO FÉRRICO

Se empleará cloruro férrico comercial, líquido, con riqueza del 40%.

Será almacenado en tanques de polietileno, opacos y de doble pared, que no precisan cubeto de retención

Su capacidad garantizará el volumen de reactivo para 15 días de consumo medio.

El depósito estará instalado en el interior del edificio de proceso y su instalación contemplará las exigencias de la normativa APQ, en especial la APQ-6 de productos corrosivos. Contará con un control interno de nivel y protección anticorrosiva en su entorno y en el área de descarga, que quedará delimitada en los planos.

La dosis a emplear será de 25 mg/l a dosis media con un máximo de 50 mg/l, referido a reactivo puro.

Se dispondrá de tantas bombas dosificadoras como líneas más una igual en reserva.

Se emplearán preferentemente bombas dosificadoras peristálticas. Instalando un punto de agua de servicios en la impulsión para dilución y arrastre del reactivo

3.7.4.- POLIELECTROLITO

Se empleará polielectrolito comercial, sólido.

La dosis a emplear será de 1 mg/l a dosis media con un máximo de 2 mg/l, referido a reactivo puro.

Se instalará un equipo de preparación automática de dilución dotado de tolva y al menos dos cámaras de dilución, según cálculo. La dilución de aplicación será del 0,3 %

Se dispondrá de tantas bombas dosificadoras como líneas más una igual en reserva.

Se emplearán preferentemente bombas dosificadoras peristálticas o de husillo. Instalando un punto de agua de servicios en la impulsión para dilución y arrastre del reactivo

3.7.5.- DECANTACIÓN PRIMARIA LAMELAR

Para el caso de decantadores de tipo lamelar, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

El tanque podrá ser de geometría rectangular o circular, pero debe estar implantado en el interior del edificio de proceso.

Carga superficial o velocidad ascensional, menor que

- 1,00 m³/m² de superficie útil de lamela/h a caudal máximo
- Altura del paquete de lamelas: 1,5 m
- Tipo de lamela: en celda de abeja, hueco 80 mm.
- Superficie específica mínima; 6,25 m²/m³
- Angulo de inclinación mínimo de las lamelas: 55°.
- Rendimiento máximo de cada placa: 80%.

Caudal unitario por metro lineal de vertedero, menor que

- 20 m³/h a caudal medio
- 30 m³/h a caudal punta

El Concursante definirá claramente el sistema de entrada y salida de agua, justificando que el propuesto permite un correcto funcionamiento.

La recogida y extracción de los fangos podrá ser mediante cadenas, mediante accionamiento central con rasquetas móviles en el fondo o mediante puente barredor con bomba vertical para extracción de los fangos.

En caso de utilizarse mecanismos de recogida de tipo cadenas o hidráulicos, esto deben cubrir toda la anchura del tanque, las rasquetas del fondo serán preferiblemente de material plástico (PRFV principalmente) así como las cadenas. El sistema de arrastre de los fangos tendrá una velocidad de desplazamiento suficiente para evitar la acumulación de los mismos.

El decantador estará equipado con un sistema de recogida superficial de espumas y flotantes que asegure la eficacia de la operación, así como de una plancha deflectora que evite su salida con el efluente. La caja de recogida será sumergida y llevará su correspondiente válvula automática que se abrirá cuando el puente decantador active un final de carrera próximo a la caja recogida, permaneciendo abierta durante un tiempo preestablecido.

El Concursante prestará especial atención, tanto al procedimiento de recogida, como al de evacuación de espumas y flotantes definiéndolo claramente en su oferta.

Los carros móviles deberán ser fácilmente accesibles y tendrán un sistema de paro frente a obstáculos.

Las lamelas serán preferiblemente de materiales plásticos, PVC, PE o PRFV, estando sustentadas en bastidores contruidos en acero inoxidable AISI-316. Las lamelas serán lavadas con agua a presión por lo que deberán tener la suficiente rigidez.

3.7.6.- GESTIÓN DE PURGAS DE FANGOS

Cada decantador dispondrá de una o más tuberías de purga de fangos, en la que se instalará una válvula automática, de guillotina o neumáticas de paso integral. Las purgas se conducen a un pozo de bombeo, desde el que se inicia la línea de fango.

3.7.7.- SALIDA DEL TRATAMIENTO PRIMARIO

El canal de salida de la decantación primaria, permitirá:

- Enviar el agua al proceso biológico
- Derivar el agua al emisario a través de la línea de by-pass general.

Ambas conducciones estarán precedidas de un sistema de cierre, compuerta o válvula de guillotina, de accionamiento motorizado.

3.8.- TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Se ha proyectado un proceso de Biofiltración, que se realiza a través de los siguientes procesos unitarios:

3.8.1.- TAMIZADO DE MUY FINOS

Para proteger el material de relleno de los biofiltros, se proyecta un tamizado, en dos canales con capacidad de 1Qm cada uno y que se dimensionará con los siguientes criterios:

La luz de paso de tamizado será de 1 mm

Se admitirán soluciones de rejas rectas de pletinas, de tamices de escalones o rotatorios en canal.

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 tamizado 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.

Todo el sistema deberá gozar de accesibilidad fácil y segura, y de plataformas para accionamiento y mantenimiento de los equipos, de anchura útil no inferior a 100 cm.

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

Para la evacuación del detritus de rejas y tamices se utilizarán preferentemente tornillo transportador que descargará sobre un contenedor de 1100 litros

3.8.2.- BOMBEO A BIOFILTROS

Estos filtros tienen una alta pérdida de carga hidráulica. Para evitar que la tubería de salida de agua depurada tenga que enterrarse demasiado se ha proyectado un bombeo intermedio de elevación, para el que se tendrán en cuenta para su diseño las siguientes consideraciones:

- La elevación se realizará mediante bombas centrífugas sumergibles. El bombeo será capaz para elevar el caudal máximo de 2 Qm admitido a biológico. La modulación será como mínimo de cuatro unidades más otra de reserva de igual característica que las anteriores.
- Se dispondrá de un variador de frecuencia para evitar en la medida de lo posible escalonamientos bruscos en la alimentación. Se dotará al pozo de bombeo del medidor de nivel 4-20 mA necesario para el correcto funcionamiento del variador. Se preverán también los contactores, con rigidez dieléctrica de 1000 V, que permitan que éste actúe indistintamente sobre cualquiera de las bombas.
- La altura geométrica de elevación vendrá dada por el estudio de la línea piezométrica de la Planta, teniendo en cuenta las pérdidas de carga previas y la cota del colector de retorno al emisario.
- Respecto a la obra civil, la geometría del pozo de bombeo será la necesaria para evitar zonas de remanso en las que se produzcan depósitos de sedimentos y además, el diseño de las bombas garantizará en todo momento la no acumulación de flotantes en la superficie del agua.
- Sobre el pozo de bombeo se dispondrá de un sistema de izado de las bombas que permita una explotación correcta del bombeo y la carga y descarga de las mismas sobre camión.

- La arqueta o cámara de descarga de las bombas de elevación, será ya el canal de reparto a los biofiltros.

3.8.3.- 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.

El número mínimo de celdas será de 6, en paralelo.

El licitador justificará las dimensiones y altura de lecho en función del material de relleno que proponga.

Se justificará la capacidad de retención de carga orgánica en forma de kg de DBO5 o DQO por Kg o m³ de material soporte. Fijando en consecuencia la altura necesaria y las dimensiones en planta de cada celda.

Se especificará el régimen de trabajo y número de filtros en servicio para las diferentes etapas de servicio.

En función de las condiciones del material soporte, se justificará la capacidad de expansión en los lavados y se fijará el resguardo hidráulico sobre el lecho del biofiltro.

Se deberá disponer un sistema en los vertederos que evite la fuga de material de relleno durante los lavados.

El licitador especificará el proceso de lavado, y los caudales de agua y aire necesarios. El lavado de una unidad permitirá que el resto permanezca en servicio.

Bombas y soplantes de lavado dispondrán de una unidad activa y una de reserva y de sendos variadores de frecuencia y medidores de caudal electromagnéticos en la impulsión.

Se justificará la carrera entre lavados consecutivos de cada filtro y la producción diaria de agua fangosa.

Se diseñarán tanques de regulación de agua depurada destinada al lavado de filtros, así como de recepción de aguas fangosas procedentes de dicha operación.

En el tanque de aguas fangosas se establecerá una agitación interior que evite sedimentaciones manteniendo la materia en suspensión. Su capacidad no será inferior a 10 W/m³, el número y disposición de agitadores se justificará en función de la geometría adoptada.

El agua fangos procedente de los lavados, será enviada a cabecera con una bomba, con otra similar de reserva, cuyo caudal permitirá retornar toda el agua de una jornada en un máximo de 6 horas diarias. El destino será la cámara de cabecera del tratamiento primario.

Dispondrá de un medidor de caudal electromagnético en lazo con el de agua bruta de manera que no se sobrecargue el caudal a tratar más de 20 % como consecuencia de este retorno de agua de lavados.

3.8.4.- 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.

Este depósito, cuyo volumen no será inferior al resultante de dos lavados consecutivos, estará a su vez dividido en dos cámaras, la primera para vertido directo al emisario y la segunda para almacenamiento de agua tratada en el terciario.

Deberá ser un depósito cubierto para evitar el ensuciamiento por polvo ambiental, hojas etc...

Si el caudal del emisario se mantiene en $70 \text{ l/s} = 252 \text{ m}^3/\text{h}$, este depósito garantizará como mínimo un volumen capaz de regular durante una hora la diferencia entre el caudal punta tratado y la capacidad de bombeo.

$$(400-252) = 148 \text{ m}^3$$

3.9.- 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 25 micras.
- 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 1 Qm, de lavado automático con el mismo agua a tratar y que no requiere nada especial para su rápida puesta en servicio.

El bombeo se escalona en dos unidades más una tercera en reserva. Bombas centrífugas en cámara seca en el interior de la sala de terciario.

La instalación se ubica en una sala del edificio de proceso biológico.

3.9.1.- 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.

3.10.- PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE FANGOS

El fango en exceso se obtiene del cálculo del proceso. No obstante, se diseñará como mínimo la línea de lodos para la siguiente producción específica de lodos (kg SS producidos / kg DBO5 eliminados).

	Producción específica
Procesos de aireación prolongada	0,8
Procesos de película fija	0,8
Procesos de lodos activados	1

Tabla 5: Producción específica de fangos (kg SS/ kg DBO5 eliminado)

Se definirá el exceso de fangos que se produce en el sistema proyectado y que será bombeado a espesamiento.

A los que se sumarán los procedentes de retención de la materia en suspensión.

3.10.1.- BOMBEO DE FANGOS

La totalidad de los fangos se extraen de los decantadores primarios, en forma de fangos mixtos.

El número de bombas, será de una más otra similar en reserva. De tipo sumergido o en cámara seca. De rodete vórtex o monocanal con paso integral mínimo de 50 mm y su caudal garantizará la extracción del fango producido diariamente en un máximo de 8 horas diarias, con la bomba activa.

La concentración de fango en las purgas no se considerará superior a 1,5 %, a efectos de cálculo del caudal a bombear.

La impulsión dispondrá de medidor electromagnético de caudal y su destino será el espesador.

En este bombeo se tendrá en cuenta lo siguiente: la valvulería se colocará a niveles accesibles con comodidad. Las válvulas de retención del bombeo serán de tipo adecuado, previéndose válvulas de bola. Las tuberías de fangos se dimensionarán de manera que se garantice el buen funcionamiento del sistema, evitándose sedimentaciones no deseadas.

3.10.2.- ESPEADO

Se proyectan unidades convencionales, se justificarán los valores de dimensionamiento adoptados, que en todo caso mantendrán los siguientes límites:

- Carga de sólidos: inferior a 90 kg/m²/día.
- Carga hidráulica máxima para el tiempo mínimo de purga: menor de 0,80 m³/m²/hora.
- Tiempo de retención de fangos: superior a 24 horas.
- Tiempo de retención hidráulico: superior a 16 horas.
- El resguardo mínimo será de 0,5 m.
- El sobrenadante del espesador será conducido al tratamiento de sobrenadantes.

Dispondrá de una cubierta cerrada con una toma para aspiración de aire al sistema de Desodorización.

3.10.3.- DESHIDRATACIÓN

Se realizará igualmente en el edificio industrial, mediante unidades centrífugas, en dos líneas para las condiciones de máxima producción de fango. 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).

Se especificará el grado de sequedad a obtener, nunca inferior al 25%, así como el volumen a evacuar diariamente.

Previamente al secado, se realizará el acondicionamiento del fango mediante la adición de polielectrolito catiónico convenientemente diluido.

Todos los sistemas de almacenamiento, preparación y dilución de polielectrolito se dimensionarán para manejar una dosis máxima de 7 kg de polielectrolito seco / Tm MS.

Se proyectará un equipo de preparación en continuo a partir de producto sólido y para obtener una dilución no mayor del 0,5% En este caso el tiempo mínimo de maduración del polielectrolito diluido será superior a una hora.

La capacidad mínima de almacenamiento de polielectrolito será de 15 días supuesto el consumo medio.

Las bombas que envían los fangos espesados a la deshidratación serán de tornillo helicoidal, de caudal variable. El número mínimo de ellas será de una por cada máquina centrífuga más una en reserva.

El número de centrífugas a instalar será dos, calculadas para la producción máxima teórica de proyecto y obtener el grado de sequedad exigido.

Todas las partes de la centrífuga en contacto con el producto deberán ser de acero inoxidable.

La sequedad de la torta deberá ser como mínimo del 25% y el líquido obtenido en el centrifugado enviará a la instalación de tratamiento de sobrenadantes con un máximo del 0,2% de materias en suspensión.

Deberán disponer de los siguientes elementos de control:

- Regulación de la velocidad diferencial entre tambor y tornillo .
- Lavado automático.
- Dispositivo de seguridad para roce excesivo entre tambor y tornillo.
- Limitador de par y dispositivo eléctrico para evitar deterioros en caso de

- sobrecarga o bloqueo accidental.

3.10.4.- ESTABILIZACIÓN DE LODOS

El lodo deshidratado será estabilizado mediante la mezcla con cal viva en vía seca.

A efectos de diseño de la instalación, la cantidad de cal a aportar no será inferior al 20% sobre el de fango seco.

El almacenamiento de cal se proyectará para un mínimo de 15 días de consumo a caudal medio. El silo se ubicará en recinto cerrado con acceso directo desde el exterior.

El silo dispondrá de:

- Boca para carga neumática
- Filtro de mangas
- Sistema interior rompebóvedas
- Tornillo dosificador con capacidad mínima de dos veces el consumo medio de cálculo
- Detector interior de nivel.

La mezcla se realizará en un mezclador independiente, dotado de un sistema de agitación y rotura de bóvedas, no en la tolva de precarga de las bombas de husillo.

La salida de fango estabilizado del mezclador, se conduce sobre la tolva de precarga de las bombas de elevación.

3.10.5.- 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.

4.- CALIDAD DE LOS MATERIALES

En cuanto a las características de los equipos electromecánicos, el licitador se atenderá a lo reflejado en las especificaciones y fichas del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En cuanto a las conducciones, éstas serán:

- Línea de agua por gravedad, hasta 500 mm Ø, de Polietileno corrugado o PN6.
- Líneas de agua impulsada. En tramos vistos, de acero inoxidable AISI 316 L, EN 1.4436. En tramos enterrados, de PE o FD. En el caso de circulación por galerías o soportes, deberán preverse los necesarios para evitar flechas de curvatura en las conducciones, por 4excesiva 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 o FD
- Líneas de aire. Siempre en 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.

5.- EQUIPAMIENTOS GENERALES

Además de los criterios de diseño del proceso, el proyecto deberá incluir los siguientes servicios generales:

5.1.- 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:

- Pretratamiento completo
- Físico químico completo
- Decantación completa
- Espesador
- Sistemas de control y automatización.

Deberá contar con un depósito de gasóleo que garantice su funcionamiento durante un mínimo de 12 horas.

5.2.- 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 98% 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/m ³
	Mercaptanos (CH ₃ SH)	< 1 mg/m ³
	Amoniaco (NH ₃)	< 18 mg/m ³
Zonas no accesibles (depósitos cubiertos)	Sulfhídrico (SH ₂)	< 25 mg/m ³
	Mercaptanos (CH ₃ SH)	< 2,5 mg/m ³
	Amoniaco (NH ₃)	< 50 mg/m ³
Garantías en el aire desodorizado	Sulfhídrico (SH ₂)	< 0,1 mg/m ³
	Mercaptanos (CH ₃ SH)	< 0,1 mg/m ³
	Amoniaco (NH ₃)	< 0,2 mg/m ³
	Aminas (CH ₃ NH ₂)	< 0,2 mg/m ³

Salvo BIOFILTROS, 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 tamicos 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.

Las renovaciones del aire por zonas serán, como mínimo:

- Espesamiento y deshidratación: > 10 renovaciones/h
- Edificio de pretratamiento: > 10 renovaciones/h

Los puntos de extracción del aire viciado serán definidos detalladamente, así como el sistema de ajuste de los caudales extraídos.

Las conducciones serán preferiblemente de polipropileno o de acero galvanizado, siendo la velocidad máxima de circulación del aire por ellas de 10 m/s.

5.3.- 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 del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo. 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).

5.4.- CONDICIONES DE HABITABILIDAD Y DE ACCESO AL PÚBLICO

Se deben garantizar 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 situaciones anómalas y de riesgo durante la explotación del sistema.

Se evaluarán las diferentes zonas de la planta para su clasificación de acuerdo con la Directiva 1999/92/CE9 (Directiva ATEX) y la determinación de las medidas correctoras. Se tratará de utilizar soluciones intrínsecamente seguras.

En esa misma línea, se deben dotar 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

5.5.- 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.

Las tuberías de distribución serán de polietileno de 10 atmósferas y tendrán posibilidades de aislamientos parciales para la reparación de averías o revisiones.

5.6.- RED DE VACIADOS Y DRENAJES

La red de vaciados y drenajes tendrá las siguientes características básicas:

- Material previsto: PVC-U estructurado o polietileno corrugado
- Uniones estancas, mediante juntas de goma
- Espesor calculado según la profundidad de enterramiento para las cargas de tráfico pesado.
- La red captará los vaciados de los distintos aparatos, los reboses a cabeza, el saneamiento y desagüe de edificios y captación de agua de lluvias y se calculará hidráulicamente cada tramo para las condiciones más exigentes posibles en tiempo seco. Cuando sea posible se independizarán las aguas pluviales y fecales por un lado, los vaciados por otro y los escurridos y sobrenadantes por otro lado, transportando por gravedad todos los caudales posibles.
- Todos los elementos de esta red, tuberías, pozo, imbornales, etc., estarán perfectamente definidos en el proyecto de ejecución .

Se tendrá especial cuidado en el diseño de las captaciones superficiales de zonas de trasiego de fangos, de forma que sea difícil al atascamiento de la red o este atascamiento sea localizado y de cómodo y rápido arreglo.

Los drenajes de zonas externas y de edificios, con frecuentes limpiezas por mangueras, se diseñarán ampliamente. Los mangueras de la zona de fangos se conectarán a la red de sobrenadantes.

Se tratará, siempre que sea posible, que los drenajes y reboses pueden ser enviados a la línea de tratamiento por gravedad. En caso de no ser posible, se preverán los bombeos necesarios que los conducirán a cabecera de planta. El bombeo de vaciados se dimensionará para permitir el vaciado del elemento de mayor volumen en un plazo de 24 horas.

Se unificarán las zonas de modo que se obtenga la menor longitud de tubería posible.

En los puntos altos de la red se preverán conexiones con la red de agua industrial que permitirán realizar su lavado y des-atascamiento.

5.7.- RED DE AGUA DE SERVICIOS

El agua tratada será convenientemente filtrada previamente a su utilización como agua de servicios. Los filtros a utilizar serán auto-limpiantes y a presión, pudiendo ser de arena, malla, anillos, etc.

El agua de servicios alimentará mediante un grupo a presión (superior a 4 kg/cm²) una red de distribución, a poder ser en anillo, de donde se captará agua para los distintos cometidos: riego por aspersión, riego de pie, mangueras y limpiezas, dilución de reactivos, etc.

La red de baldeos y limpiezas incluirá las bocas de riego, con distintos tipos de enchufes y conexiones según funciones, y las mangueras y lanzas correspondientes.

Toda esta red estará perfectamente descrita y valorada en las ofertas y tendrá posibilidades de aislamientos parciales para la reparación de averías o la revisión .

La tubería, accesorios, empalmes y arquetas estarán perfectamente descritos y valorados en la oferta.

Se instalarán tomas de agua de limpieza en todas las partes del proceso: obra de llegada, desbaste, desarenado-desengrasado, zona de contenedores, decantadores primarios, biofiltros, todos los pozos de bombeo, espesador de gravedad, edificio de deshidratación, etc.

5.8.- RED DE RIEGO

La red de riego y la red de agua de servicios serán independientes desde su origen.

Al comienzo de esta red se colocará un contador y un grifo de toma de muestras.

Las conducciones de distribución de este agua, tanto de la red de agua de servicio como de la red de riego, estarán debidamente señalizadas, de modo que se distingan claramente de la red de distribución de agua potable.

El riego será automático y se programará por zonas, de forma cíclica diaria, con programación independiente del resto de los automatismos.

Si se establecen aislamientos de ramales y sectores mediante electroválvulas de corte directo, éstas serán especiales para ese fin, y para su funcionamiento a la intemperie.

Los aspersores y distintos elementos, tuberías, soportes, arquetas y accesorios, estarán definidos en la oferta.

El riego se diseñará en consonancia total con la parte del proyecto correspondiente a jardinería.

5.9.- RED DE AIRE COMPRIMIDO

En caso de ser necesaria, por contar las instalaciones con elementos de accionamiento neumático, se diseñará una red de aire comprimido compuesta por un compresor, un secador frigorífico, un filtro cerámico, un depósito a presión, así como toda la valvulería, tubería y elementos adicionales necesarios.

5.10.- TOMAS DE CORRIENTE ELÉCTRICA

Se proyectarán tomas de corriente de 32 A 111 + T de 400 V y de 16 A 1 + N + T de 230 V con sus correspondientes protecciones magnetotérmicas y diferenciales en:

Pretratamiento, Tratamiento primario, tratamiento biológico, espesamiento, digestión y deshidratación de fangos y en los edificios.

5.11.- ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Se garantizará el cumplimiento de toda la normativa existente sobre seguridad en las instalaciones durante la fase de explotación de las depuradoras e incluirá en la oferta cuantos elementos de seguridad se consideren necesarios, entre ellos los siguientes:

- Extintores.
- Flotadores de cuerdas en las pasarelas y caminos próximos a los depósitos grandes.

- Barandillas.
- Quitamiedos en escaleras de gato.
- Carteles y señalizaciones con recomendaciones de seguridad.
- Plataformas aislantes.
- Cascos de uso ocasional.

Asimismo se dispondrá de una red de seguridad y alarmas contra intrusismo, que se enviarán al ordenador central de mando y a señales acústicas y luminosas. Todos estos elementos vendrán incluidos en un presupuesto parcial.

5.12.- TELEFONÍA

Se incluye una red de telefonía por cable hasta el edificio de control.

5.13.- BOMBAS DE ACHIQUE

En los repuestos se incluyen bombas de achique portátiles que considere necesarias para la buena explotación de la Planta, con las correspondientes alargaderas eléctricas.

5.14.- MEDIOS AUXILIARES DE ELEVACIÓN

En todas las zonas de maquinaria se instalarán elementos para facilitar la elevación y desplazamiento de los mismos. Se adecuarán las características de dichos equipos a las máquinas a transportar y a la frecuencia de maniobra.

Todas las unidades serán capaces de soportar una carga superior en un 25% a la nominal de trabajo.

Todas las unidades serán de elevación y traslación eléctrica. El motor será totalmente blindado y llevará freno incorporado.

5.15.- TOMA DE MUESTRAS

Se incluirán en la oferta dos toma muestras portátiles.

5.16.- 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 deberá prever 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.

6.- EDIFICACIONES

Se proyectarán las siguientes edificaciones:

6.1.- 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

6.2.- 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

6.3.- EDIFICIO DE CONTROL

Que incluirá:

- Recepción
- Oficinas
- Laboratorio
- Vestuarios
- Sala de control
- Un almacén
- Un taller para mantenimiento
- Aseos

ANEJO-B: CÁLCULO DEL PROCESO

ÍNDICE

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO.....	1
2.- DEFINICIÓN DEL PROCESO	1
2.1.- LÍNEA DE AGUA	1
2.2.- LÍNEA DE FANGO	2
2.3.- CRITERIOS DE FLEXIBILIDAD.....	3
2.4.- OPCIONES DE OPERATIVIDAD.....	3
3.- CÁLCULO DEL PROCESO	4

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El objeto del presente documento es la definición y cálculos justificativos del proceso de depuración seguido para la EDAR de Tapia de Casariego.

2.- DEFINICIÓN DEL PROCESO

Los criterios de diseño han sido reflejados en el Anejo-A. El licitador los tomará para su diseño en la solución Base y en caso de aportar otras soluciones, deberá justificar los criterios seguidos así como la idoneidad para su aplicación a las condiciones de esta depuradora.

La EDAR se ha dimensionado mediante los siguientes procesos unitarios.

2.1.- 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.

Su configuración geométrica es un tanque de hormigón de disposición prismática recta, de sección cuadrada.

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 como máximo 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 con canales de 300 mm para caudales bajos y 2+1R manual con canales de 500 mm para caudales altos.
- **Sistema de descarga de camiones de fosas sépticas**. Compuesto por canal de desbaste de 300 mm con reja de 20 mm de paso y un bombeo compuesto por dos bombas que impulsan estas aguas a cabecera de EDAR.
- **Desarenador y desengrase**, en canal aireado, en 3 líneas construidas en hormigón, con sistema de retirada de arenas y grasas y los correspondientes equipos de concentrado.

Tres líneas de 5,2 m de longitud* 1,6 m de anchura

- **Discriminación** de caudales de agua pretratada: A la salida del pretratamiento se diseña una obra que permita enviar el 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.

Resulta un decantador de 16 m Ø y 3m de altura en la generatriz.

- **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.
 - Las cámaras de mezcla tienen 3,8 m³ para un tiempo de retención de 3 m a Qm
 - La floculación se realiza en dos cámaras en serie, de 16 m³ cada una, para un tiempo de retención de 30 minutos a Qm
 - Decantadores lamelares de 7,90*2,80 m con 1,5 m de altura del paquete de lamelas.
 - Equipos de almacenamiento, preparación y dosificación de cloruro férrico y polielectrolito.
- **Tamizado a 1 mm** de paso con tamices 1+1R de tipo tambor y montaje en canal, para protección de los biofiltros.
- **Bombeo de elevación al Biológico**, compuesto por 4 + 1R bombas sumergidas.
- **Tratamiento secundario biológico** dimensionado para 2 Qm. Proceso de Biofiltros con relleno mineral, flujo ascendente y establecido en 6 líneas de 4,50 *4,50 m en planta y una altura de material de relleno de 3 m.
Equipamiento de lavado automático con agua y aire.
- **Tanques de almacenamiento** de agua para lavados, aguas fangosas procedentes de los lavados.
- **Tratamiento terciario** de afino, para 1 Qm, mediante filtración de anillas con paso de 25 micras.
- **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.

2.2.- LÍNEA DE FANGO

- **Purga de fangos primarios.** Mediante bombeo de las purgas de los decantadores a espesado. Capacidad para extraer todo el fango en 8 horas.
- **Aguas de lavado de Biofiltro.** Que se almacenan para ser bombeadas a cabecera del F-Q. Agitadores sumergidos para evitar decantaciones. Bomba de retorno a cabecera.
- **Espesado.** En una unidad con mecanismo de espesado, resultando uno de 7m5 m Ø

- **Deshidratación.** Con dos unidades de decantadora centrífuga de 5 m³/h 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 ir analizando las alternativas tecnológicas que mejor se adapten a los criterios y condiciones ya expuestos, así como los parámetros adoptados para su dimensionamiento.

2.3.- CRITERIOS DE FLEXIBILIDAD

Esta planta, como se aprecia en el anejo-9 de justificación de caudales, presenta fuertes variaciones estacionales de población. Además se ha proyectado bajo la perspectiva de un desarrollo industrial que se irá produciendo con el paso de los años. Esto, unido a que el sistema de saneamiento se basa en grupos de bombeo, y existe una alta pluviometría ocasiona que la EDAR va a recibir un caudal muy variable, de ahí que la flexibilidad de la EDAR se convierta en un factor decisivo.

La flexibilidad se entenderá como la capacidad de adaptar los procesos de tratamiento a variaciones significativas en los caudales y en la cantidad y calidad de las cargas contaminantes a las que deberá hacer frente. Además, una adecuada aplicación de este criterio permitirá dejar fuera de servicio elementos para mantenimiento, sin alterar por ello el funcionamiento del conjunto. Por ello, para poder adaptarse a los cambios de cargas o de caudales las líneas de tratamiento de los diversos procesos tienen una modulación adecuada.

2.4.- OPCIONES DE OPERATIVIDAD

Los cálculos han sido realizados para el diseño de las condiciones de población y consumos previstos para el año 2040.

Una vez aclarado el porqué de haber diseñado esta EDAR en varias líneas en cada uno de los procesos persigue adaptar la operatividad y los consumos energéticos a la realidad de cada momento, así, la EDAR se proyecta para poder trabajar con varias alternativas según caudales y cargas.

- El número de canales de desbaste en servicio se adaptará al caudal de entrada, comenzando por los dos de 300 mm de anchura
- Lo mismo cabe decir del número de canales de desarenador desengrase.
- Tras el pretratamiento, el agua podrá ser enviada a Biológico, derivándose el Primario en épocas en que la dilución por pluviales haga que la carga orgánica del agua bruta sea baja y en consecuencia asumible por los Biofiltros.
- También puede darse que el agua, tras el tratamiento primario, presente características que permitan su vertido al emisario sin necesidad de pasar por el Biológico.

- El número de celdas de biofiltros que se pongan en servicio, dependerá del caudal entrante y de su carga orgánica contaminante.
- Para facilitar lo anterior, se prevé un medidor en continuo de DQO a la salida del pretratamiento.
- Según el contenido de sólidos en suspensión en el agua tratada, se decidirá poner en marcha el tratamiento terciario de filtración. Para ello se dispondrá de un medidor de SS en el canal de agua depurada.

3.- CÁLCULO DEL PROCESO

Tras todo lo anterior, se adjunta el resultado de los cálculos realizados.

EDAR DE TAPIAS, ASTURIAS
ANTEPROYECTO
Datos de partida para el diseño

	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:	2,00	2,00	
Caudal punta para el tratamiento primario y biológico	72,9	400,0	m3/h
Caudal máximo llegada por colectores, Qmaxc, s/Qm	5,0	5,0	
	182,3	1000,0	m3/h
Caudal máximo que se aliviaría a la entrada a planta, Qmax-3Qm		400	m3/h
Caudal que se aliviará a la salida del pretratamiento, 3Qm-Qp Biol		200	m3/h
Factor caudal mínimo estimado:		40%	
Caudal mínimo:		80,0	m3/h

EDAR DE TAPIAS, ASTURIAS
CONCENTRACIONES Y CARGAS ENTRADA A LA PLANTA:

	Proyecto		
Carga DBO₅:			
Concentración DBO ₅ :	300	300	mg/l
Carga DBO ₅ :	262,5	1440,0	Kg/día
Factor punta DBO ₅ :	2,0	2,0	
Concentración punta DBO ₅ :	600	600	mg/l
Carga DQO			
Concentración DQO:	500	500	mg/l
Carga diaria DQO:	437,5	2400,0	Kg/día
Relación DBO ₅ /DQO:	0,6	0,6	
Factor punta DQO:	2,0	2,0	
Concentración punta DQO	1000,0	1000,0	mg/l
Carga Sólidos			
Concentración SST:	300	300	mg/l
Carga diaria SST:	263	1440	Kg/día
Factor punta SS:	2,0	2,0	
Concentración punta SST	600,0	600,0	mg/l
Carga SSV:			
Relación SSV/SST:	70%	70%	
Concentración SSV:	210	210	mg/l
Carga SSV:	183,8	1008,0	Kg/día
Carga Nitrógeno Total			
Concentración NTK	48	48	mg/l
Carga NTK:	42,0	230,4	Kg/día
Factor punta NTK.:	2,00	2,00	
Concentración punta NTK	96,0	96,0	mg/l
Relación DBO ₅ /NTK:	6,3	6,3	
Carga Fósforo			
Concentración P-total:	10	10	mg/l
Carga P-total:	8,8	48,0	Kg/día
Factor punta P-total:	2,00	2,00	
Concentración punta P-total	20,0	20,0	mg/l
Relación DBO ₅ /Pt:	30,00	30,00	
Temperaturas a considerar			
	invierno	verano	
Temperatura para el cálculo del proceso	12	20	°C
Temperatura considerada para la demanda de oxígeno		20	°C
Otros parámetros			
Producción de grasas		5	gr/h/d
Carga Grasas:		120,0	Kg/día
Concentración Grasas:		25	mg/l

EDAR DE TAPIAS, ASTURIAS**Resultados a obtener
RENDIMIENTOS****A la salida del tratamiento secundario:**

Concentración DBO ₅ :	≤	25	mg/l
Concentración DQO:	≤	125	mg/l
Concentración S.S.T.:	≤	35	mg/l
pH		6 < pH < 9	

Características del fango tras la deshidratación:

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

Características del aire desodorizado

H ₂ S	≤	0,20	mg/m ³
Mercaptanos	≤	0,23	mg/m ³
NH ₃	≤	0,20	mg/m ³
Aminas volátiles	≤	0,20	mg/m ³

OBRA DE LLEGADA**Que hará la función de tanque de regulación de agua bruta**

Caudal máximo de llegada a la obra de llegada:	1000	m ³ /h
Caudal medio entrada a EDAR:	200,0	m ³ /h
Caudal punta entrada a EDAR:	600,0	m ³ /h

Tiempo de regulación	1	hora
Volumen necesario:	200,0	m ³
Número de líneas:	1	Ud
Volumen por línea:	200,0	m ³
Número de compartimentos por línea:	1	Ud
Volumen por compartimento:	200,0	m ³
Dimensiones unitarias:		

Anchura:	8,94	9,00	m
Longitud	8,94	9,00	m
Calado:	2,50		m
Volumen útil por línea:		202,5	m ³
Volumen total		202,5	m ³

Trh a Qmedio:	60,75	min
Trh a Qmax:	20,25	min

Agitación:

Tipo	Aireador radial sumergido	
Potencia nominal	30	W/m ³
Potencia necesaria	6,1	KW
Potencia motor:	2,2	KW

Aliviadero de excedentes de agua bruta, 5Qp-3Qm

Caudal máximo llegada de colector: Q máximo	1.000	m ³ /h
	0,28	m ³ /s
Caudal máximo entrada a EDAR:	600	m ³ /h
Caudal a evacuar	400	m ³ /h

Cálculo primer vertedero

Con capacidad para aliviar el Q max en caso de by-pass

$$Q = \mu \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \mu = \frac{2}{3} \left[0,605 + \frac{1}{1,050 \cdot h - 3} + 0,08 \cdot \frac{h}{H - h} \right]$$

Capacidad máxima de alivio:	400	m ³ /h
	0,111	m ³ /s
l = Longitud total de vertedero	2,00 m	m
H = Altura lámina agua antes vertedero	2,50 m	m
m = Coeficiente de vertedero	0,41 m	m
h = Altura de lámina sobre vertedero	0,10 m	m

Tamiz de emergencia

Se montará un tamiz de paso 6 mm

Caudal máximo de evacuación	1.000	m ³ /h
Anchura del tamiz	1,5	m
Altura máxima de la lámina de agua, dato del fabricante	291,0	mm

Tubería para entrada a EDAR, 3Qm

Caudal máximo de llegada:	600	m ³ /h
---------------------------	-----	-------------------

OBRA DE LLEGADA

	0,17	m3/s
Diámetro colector:	500	
Velocidad resultante:	0,85	m/s
<i>Se monta una válvula reguladora comandada por un medidor de caudal</i>		
Tubería para derivación de agua bruta, Max hidráulico en situación de by-pass general		
Caudal máximo a derivar:	1.000,0	m3/h
	0,28	m3/s
Diámetro colector:	500	
Velocidad obtenida:	1,41	m/s

Descarga de Camiones de Fosas Sépticas

Caudal máximo:	40	m3/h	
Tipo de Reja:	Reja recta limpieza automática		
Número de líneas en servicio:	1	Ud	
Caudal máximo por línea:	40	m3/h	
Espacio libre entre barras:	20	mm	
Ancho de barrotes:	6	mm	
Colmatación máxima admitida:	35%		
Coefficiente de reja:	0,77		
Velocidad a caudal máximo con la colmatación adoptada:	1	m/s	
Sección mojada a caudal máximo:	0,02	m2	
	necesario	adoptado	
Ancho de canal:	0,17	0,3	m
Calado a Caudal máximo:	0,07		m
Velocidad mínima de acercamiento:			
A Caudal máximo:	0,53		m/s

Equipamiento**Reja Automática Autolimpiante:**

Tipo: Vertical con limpieza automática mecanismo cadenas		
Número de unidades en servicio:	1	Ud
Luz entre barrotes:	20	mm
Ancho de Canal:	0,3	m
Alto de Canal:	0,47	m
Mecanismo de limpieza:	Automático	
Control de limpieza: Temporización y nivel en canal de acercamiento		
Material principal:	Acero Inoxidable AISI 316L	

Bombeo de vertido de Fosas a EDAR

Producto a bombear:	Vaciado de camiones cisterna	
Tipo de bomba:	Sumergida	
Número de bombas a instalar:	2	Ud
Número de bombas en servicio:	1	Ud
Caudal unitario adoptado:	20	m3/h
Altura manométrica:	6	mca
Potencia absorbida teórica:	0,73	KW

Tuberías:**Impulsión individual de cada bomba**

	Caudal:	0,006	m3/s
Diámetro colector individual:		80	mm
Velocidad adoptada:		1,11	m/s

Desbaste de Sólidos Finos

Se diseñan dos canales para caudales bajos y otros dos para caudales de proyecto

Para mejor adaptación a la variación de caudales, se proyectan dos pequeños y dos grandes, de los cuales, uno quedará en reserva. No haciendo falta canal manual de emergencia

	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 barros:		2	2	mm
Colmatación máxima admitida:		30%	30%	
Coefficiente 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
Velocidad mínima de acercamiento:				
A Caudal máximo:		0,72	0,43	m/s

Equipamiento**Reja Automática Autolimpiante:**

Tipo: Vertical con limpieza automática mecanismo cadenas				
Número de unidades en servicio:	2	2		Ud
Luz entre barros:	3	3		mm
Ancho de Canal:	0,3	0,5		m
Alto de Canal:	0,54	0,72		m
Mecanismo de limpieza:	Automático			
Control de limpieza:	Temporización y nivel en canal de acercamiento			
Material principal:	Acero Inoxidable AISI 316L			

Tornillo Compactador de Residuos del Desbaste de Finos

Cantidad:	1			Ud
Sólido a transportar:	Residuos de Desbaste			
Volumen estimado de desecho retenido:	35			l/día*1000hab
Capacidad máxima necesaria:	0,84			m3/día
Horas de servicio del tornillo transportador	6			h/día
Caudal adoptado:	1,5			m3/h
Longitud de recogida tornillo largo, para reja y reja emergencia:	4,9			m

Contenedor

Nº de unidades:	1			Uds
Capacidad:	5,0			m3
Tiempo de almacenamiento	5,95			días

Desbaste de Sólidos Gruesos, en canal emergencia

Sustituye a uno de los canales grandes

Caudal máximo pretratamiento:	245	m3/h
Tipo de Reja:	Reja fija de limpieza manual	
Número de líneas en servicio:	1	Ud
Caudal máximo por línea:	245	m3/h
Espacio libre entre barras:	15	mm
Ancho de barros:	8	mm
Colmatación máxima admitida:	30,00%	
Coefficiente de reja:	0,65	
Velocidad a caudal máximo con la colmatación adoptada:	1	m/s
Sección mojada a caudal máximo pretratamiento:	0,15	m2
Ancho de canal:	0,50	m
Ancho útil de canal:	0,23	m
Calado a Caudal máximo pretratamiento:	0,3	m

DESARENADO-DESENGRASADO

Como el caudal máximo admitido es 3 Qm, se proyectan tres líneas en aras de una mayor versatilidad

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

Condicionantes iniciales:

Cargas superficiales:	a Q máximo	30	m3/m2/h
	a Q punta	20	m3/m2/h
	a Q medio	10	m3/m2/h
Tiempo de retención:	a Q máximo	7	min
	a Q punta	10	min
	a Q medio	20	min
Velocidad circulación:	a Q max	0,05	m/s
Sección horizontal necesaria:	por línea	6,7	m2
Volumen necesario:	por línea	23	m3
Sección transversal necesaria:	por línea	1,1	m2

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 °		
Pendiente zona arenas:	45 °		
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	

Condiciones de operación:

Carga superficial a Q máximo:	29,6	m3/m2/h
Carga superficial a Qpunta:	19,7	m3/m2/h
Carga superficial a Qmedio:	9,9	m3/m2/h
Tiempo de retención a Q. Máximo:	6,9	min
Tiempo de retención a Q.punta:	10,4	min
Tiempo de retención a Q.medio:	20,8	min

DESARENADO-DESENGRASADO

Velocidad de circulación a Q máximo:	0,01	m/s
Velocidad de circulación a Q punta:	0,01	m/s
Velocidad de circulación a Q medio:	0,004	m/s
Carga sobre zona de grasas:	32,1	m3/m2/h

Puente de traslación:

Longitud del puente entre apoyos:	1,8	m
Potencia motor desplazamiento:	0,25	Kw

DESARENADO-DESENGRASADO
Inyección de aire

Criterios de diseño por línea:

Por volumen del tanque:	2	Nm3/m3/h
Por superficie	8	Nm3/m2/h
Por longitud	18	Nm3/h/ml
Aporte por volumen de tanque:	46	Nm3/h
Aporte por superficie:	54	Nm3/h
Por longitud del tanque	94	Nm3/h
Caudal adoptado:	100	Nm3/h

Ratios:

Caudal de aire por m ² de tanque:	14,79	Nm3/m2/h
Relación Caudal de aire/Qmáximo:	0,50	Nm3/m3
Relación Caudal de aire/Qmedio:	1,50	Nm3/m3

Equipo de aireación:

Tipo de equipo:	Soplantes de émbolos rotativos	
Caudal unitario Máx/Mín:	100	Nm3/h
Altura manométrica:	3,9	mca
Potencia teórica absorbida:	1,8	Kw
Potencia estimada del motor:	2,2	Kw
Nº de unidades instaladas:	4	Ud
Nº de unidades en servicio por tanque:	1	Ud

Tubería de impulsión individual:

Caudal de aire	0,03	m3/s
Velocidad máxima admitida:	12	m/s
Comercial:	65	mm
Velocidad adoptada:	9,0	m/s

Sistema de inyección de aire:	Difusores inatascables burbuja gruesa	
Caudal unitario/difusor:	8	Nm3/h
Nº de difusores en cada tanque:	13	Ud
Nº de líneas de difusores	1	Ud
Distancia entre difusores:	0,3	m

DESARENADO-DESENGRASADO
Extracción y bombeo de arenas

Contenido estimado de arena en agua residual:	150	gr/m3
Recuperación de arena en desarenador:	100%	
Producción de arena:	0,088	l/m3
Densidad de arena:	1,7	Kg/l
Producción en peso:	0,150	Kg/m3
Carga diaria a retirar:	720,0	Kg/día
	0,42	m3/día

Concentración en el bombeo:	0,50%	
Caudal agua-arena a retirar:	144,0	m3/día
Ratio agua residual a caudal medio diario:	30,0	l/m3
Nº de horas funcionamiento:	12	h
Caudal a extraer:	12,0	m3/h
De cada línea	4,0	m3/h

Otros criterios

Adoptando un ratio sobre Caudal medio diario	80	(l/h)/(m3/h)
Volumen diario a extraer	384	m3/día
Horas de servicio diarias	12	h/d
Caudal unitario necesario, por línea:	11	m3/h
O bien un ratio sobre Q Máximo:	50	(l/h)/(m3/h)
Caudal unitario necesario por línea:	10,0	m3/h
Caudal mayor de los obtenidos	12,0	m3/h

Sistema de extracción:

	Bomba suspendida del puente.	
Nº de Bombas instaladas:	3	Ud
Nº de Bombas en funcionamiento:	3	Ud
Tipo:	Rodete vortex vertical totalmente desplazado, antiabrasiva	
Caudal unitario adoptado:	12,0	m3/h
Ratio instalado sobre Q máx. adm.:	60,0	(l/h)/(m3/h)
Altura manométrica: para llegar a cota lavador de arenas	2,5	mca
Potencia absorbida teórica:	0,27	Kw
Potencia instalada teórica:	0,34	Kw

Tubería de impulsión:

Caudal de extracción	0,003	m3/s
Velocidad máxima recomendada:	0,8	m/s
Diámetro Comercial:	80	mm
Velocidad adoptada:	0,66	m/s

Tubería salida canal arenas

Caudal de extracción	36,0	m3/h
	0,010	m3/s
Velocidad máxima recomendada:	0,8	m/s
Diámetro Comercial:	100	mm
Velocidad adoptada:	1,27	m/s

Lavado de Arena

Sistema:	Concentrador lavador de arenas	
Nº de unidades:	1	Ud
Tipo:	Tornillo sinfin	

DESARENADO-DESENGRASADO		
Nº de bombas funcionando simultaneamente	3	Ud
Caudal máximo simultáneo:	36	m3/h
Capacidad nominal del equipo comercial:	hasta 50	m3/h
Longitud total:	4100	mm
Alto de la cuba:	1500	mm
Altura descarga:	1800	mm
Ancho total:	1480	mm
Brida entrada	100	mm
Brida salida	150	mm
Caudal de arenas:	0,5	m3/h
Potencia:	0,37	Kw
Peso en vacío:	800	Kg
Destino:	Contenedor	
Tiempo de retención:	7	días
Número de contenedores:	1	Ud
Volumen contenedor:	5	m3
Tiempo de retención mínimo:	11,8	días

Según implantación podrá utilizarse conjuntamente con el de desbaste

Extracción y Separación de Grasas		
Concentración estimada de grasas:	25,0	mg/l
Eliminación máxima prevista:	100%	
Peso de grasas a retirar:	120	Kg/día
Densidad de las grasas	0,5	g/l
Volumen diario a retirar	0,24	m3/día
Concentración prevista:	3	g/l
Volumen de agua-grasa a evacuar:	40,00	m3/día
Salida de grasas, canal con compuerta vertedro y salida directa a concentrador		
Diámetro de la salida purgas	80	mm
Velocidad salida agua en la purga	1	m/s
Caudal instantáneo	18,1	m3/h
Nº diario de purgas, considerando 8 horas diarias	162	Ud
Volumen mínimo a acumular, en cada purga	0,25	m3
Duración de cada purga	49,3	sg
Número de purgas que pueden coincidir	3	Uds
Volumen máximo que puede coincidir	0,74	m3

Concentrador de grasas

Nº de Tanques:	1	Ud
Caudal nominal:	18,1	m3/h
Caudal del equipo comercial:	20	m3/h
Construcción:	Barredor mecánico con rasquetas	
Dimensiones		
Largo total:	4010	mm
Ancho total:	1110	mm
Ancho cuba:	1000	mm
Altura útil:	1300	mm
Altura descarga:	1400	mm
Altura total:	2310	mm
Brida entrada	100	mm
Brida salida	125	mm

DESARENADO-DESENGRASADO		
Potencia:	0,11	KW
Sección:	3,41	m2
Volumen:	4,1	m3
Tiempo de retención:	13,6	min
Carga superficial máxima:	5,9	m3/m2/h
Concentración estimada salida:	90%	
Volumen de grasas concentradas:	0,13	m3/día
Volumen de contenedor para transporte grasas como RTP:	1,1	m3
Tiempo de retención mínimo:	8,3	día
Tipo de contenedor	metálico con tapa	

DESARENADO-DESENGRASADO		
Compuerta entrada a tanque:		
Caudal entrada:	0,056	m3/s
Ancho de hueco:	0,5	m
Alto de hueco	0,5	m
Velocidad entrada:	0,22	m/s
Compuerta by-pass agua pretratada		
Caudal entrada:	0,17	m3/s
Ancho de hueco:	0,5	m
Alto de hueco	0,5	m
Velocidad entrada:	0,67	m/s
Canal entrada:		
Caudal entrada:	0,17	m3/s
Velocidad en canal:	0,60	m/s
Ancho de canal:	0,8	m
Altura lámina de agua:	0,35	m
Canal salida y regulación:		
Caudal circulante:	0,17	m3/s
Ancho de canal:	1,00	m

Este canal tiene este ancho por la necesidad de disponer de un vertedero de labio fijo para el caudal de alivio

Se prevé una obra de salida que puede mandar el agua a Biológico o Decantador de alivios.

REPARTO DE CAUDALES DE AGUA PRETRATADA		
Canal salida desarenador		
Caudal máximo	600	m3/h
Ancho de canal	1,00	m
Lámina mínima de agua, en función de la mayor tubería de salida	0,55	m
Velocidad resultante circulación en canal	0,30	m/s
Cobertura hidráulica	0,4	m
Tubería hacia Físico Químico, (Biológico)		
Derivación en la que se hará una regulación de caudal mediante una válvula de guillotina, reguladora, montada aguas abajo del medidor de caudal		
Caudal máximo admitido a biológico:	400	m3/h
	0,11	m3/s
Diámetro tubería:	350	mm
Velocidad resultante:	1,15	m/s
Tubería hacia tanque de tormentas/aliviados		
Caudal máximo a derivar: el excedente no admitido a Biológico	200	m3/h
	0,06	m3/s
Diámetro colector individual:	300	mm
Velocidad resultante:	0,79	m/s
Vertedero para la línea de aliviado de excedentes de agua pretratada		
Nº de vertederos	1	Ud
Q = Caudal máximo a aliviar	200	m3/h
	0,06	m3/s
I = Longitud de vertedero	1	m
H = Altura lámina agua antes vertedero	0,55	m
m = Coeficiente de vertedero	0,42	
h = Altura de lámina sobre vertedero	0,10	m
Vertedero para la línea de By-pass general de agua pretratada		
Nº de vertederos	1	Ud
Q = Caudal máximo a aliviar	600	m3/h
	0,17	m3/s
I = Longitud de vertedero	1,4	m
H = Altura lámina agua antes vertedero	0,55	m
m = Coeficiente de vertedero	0,43	
h = Altura de lámina sobre vertedero	0,16	m
No hace falta vertedero, se resuelve con una compuerta a by-pass		

Medida de Caudal de Agua Pretratada

Hacia el Biológico

Montado sobre tubería que va a la arqueta de reparto del Tratamiento Primario

Tipo de Medidor: Electromagnético en la tubería

N° de líneas de reparto de agua tras pretatamiento 1 Uds

Caudal medio: 200 m3/h

Caudal punta: 400 m3/h

Caudal máximo hidráulico:

	A biológico	A Alivio	
	400	200	m3/h

Diámetro de la tubería hacia el biológico 350 mm

Comportamiento para los diferentes caudales

Diámetro	Caudal mínimo	Caudal óptimo	Caudal máximo	Velocidad a	Velocidad a
				Qpunta:	Qmedio:
300 mm	140 m³/h	500 m³/h	2.500 m³/h	1,57 m/s	0,79 m/s
250 mm	90 m³/h	350 m³/h	1.800 m³/h	2,26 m/s	1,13 m/s
200 mm	56 m³/h	220 m³/h	1.100 m³/h	3,54 m/s	1,77 m/s

Se ha seleccionado un caudalímetro de diámetro 300 mm, montando sobre una tubería de 350 mm

Diámetro de la tubería hacia el decantador de alivios 300 mm

Comportamiento para los diferentes caudales

Diámetro	Caudal mínimo	Caudal óptimo	Caudal máximo	Velocidad a	Velocidad a
				Qpunta:	Qmedio:
250 mm	90 m³/h	350 m³/h	1.800 m³/h	1,13 m/s	1,13 m/s
200 mm	56 m³/h	220 m³/h	1.100 m³/h	1,77 m/s	1,77 m/s

Se ha seleccionado un caudalímetro de diámetro 250 mm, montando sobre una tubería de 300 mm

TANQUE DE ALIVIADOS

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

N° de decantadores:		1	Ud
Diámetro necesario:	Teórico	15,96	m

Tipo de tanque:

Forma	Decantador con puente radial		
Diametro Adoptado	Circular		
Superficie horizontal	16,0	m	
Superficie total de decantación	201	m2/ud	
Altura recta sobre vertedero:	201	m2	
Pendiente del fondo:	3,0	m	
Altura zona cónica, tomada hasta el inicio de la poceta central	1V/10H	10,0%	
Altura Total:	0,67	m	
Volumen real unitario:	3,67	m	
Diámetro superior de la poceta central:	647,8	m3	
Altura Poceta central:	2,60	m	
Pendiente de la poceta	0,80	m	
Diámetro inferior de la poceta	60 °	1,05	rad
Volumen de la poceta	1,68	m	
	4,66	m3	

Condiciones resultantes de operación

Carga superficial a Q.med.:	1,00	m3/m2/h
Carga superficial a Q.pta.:	1,00	m3/m2/h
Tiempo de retención a Q.med.:	3,24	h
Tiempo de retención a Q.pta.:	3,24	h
Longitud vertedero:	50,27	m
Carga sobre vertedero a Q.med.:	3,98	m3/h/m
Carga sobre vertedero a Q.pta.:	3,98	m3/h/m
Carga solidos a Q.med.:	0,30	Kg/m2/h
Carga solidos a Q.punta:	0,30	Kg/m2/h
Sistema recogida de fangos:	Rasquetas de fondo	
Sistema retirada flotantes:	Tolva superficial	

Tubería alimentación:

Velocidad Caudal medio:	300	mm
Velocidad Caudal máximo:	0,79	m/s
	0,79	m/s

Puente

Longitud:	9,5	m
Potencia motor:	0,40	KW
Velocidad:	90	m/h

TANQUE DE ALIVIADOS**Canal recogida agua clarificada**

Ancho canal	0,4	m
Velocidad circulación agua en canal	0,6	m/s
Lámina agua en el canal, a Q max	0,12	m

Tubería individual purga fangos:

Número de tuberías:	1	Ud
Caudal máximo de fangos a evacuar:	21,6	m3/h
Diámetro colector individual:	200	mm
Velocidad adoptada:	0,06	m/s

El vaciado se realizará por bombeo

Tuberías salida agua decantada:

Caudal máximo	200	m3/h
Número de tuberías:	1	Ud
Caudal máximo de salida:	200	m3/h
Diámetro previsto:	300	mm
Velocidad resultante:	0,79	m/s

VACIADO DEL TANQUE DE ALIVIOS

Aunque realmente no forma parte del proceso, ya que las purgas se incorporan a la línea de agua, a la entrada del biológico

Para las funciones de vaciado del decantador

Volumen del decantador	647,8	m3
Número de decantadores a vaciar	1	Ud
Volumen total a vaciar	647,8	m3
Se limita el vaciado al 20 % del caudal medio entrante	20%	
Caudal de vaciado	40,0	m3/h
Horas de vaciado	16	h

Bombas de Vaciado Decantador Alivios

Eventualmente estas bombas pueden servir para la red de vaciados general

Producto a bombear:		
Tipo de bomba:	Sumergida	
Número de bombas a instalar:	2	Ud
Número de bombas en servicio:	1	Ud
Caudal unitario necesario: el mayor de los dos obtenidos	40,0	m3/h
Para vaciado		m3/h
Caudal unitario adoptado:	40	m3/h
Altura manométrica:	10	mca
Potencia absorbida teórica:	2,42	KW

Tuberías:**Impulsión individual de cada bomba**

Caudal:	0,011	m3/s
Diámetro colector individual:	100	mm
Velocidad adoptada:	1,41	m/s

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 centrifugas	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
Dimensiones unitarias:		
Calado:	2,20	m
Longitud:	1,40	m
Ancho:	1,40	m
Volumen útil por línea:	4,3	m3
Volumen total:	17,2	m3
Trh a Qmedio:	4,00	min
Trh a Qmax:	2,26	min

Agitación:

Tipo	De eje vertical	
Potencia nominal	50	W/m3
Potencia necesaria	0,22	KW
Potencia motor:	0,37	KW
Velocidad de giro:	1500	rpm
Diámetro hélice:	600	mm

Se dispondrá de vaciado general de cada línea

Canal de Entrada a Cámara de mezcla

Ancho:	0,8	m
Velocidad esperada:	0,6	m/s
Calado a Caudal punta:	0,27	m
o bien, si la entrada es por la parte inferior	2,2	m

Compuerta Mural:

Control:	Manual	
Tipo de cierre	A cuatro lados	
Lado del hueco:	0,4	m
Velocidad paso a Qp	0,20	m/s

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
Dimensiones unitarias:		
Calado:	2,20	m
Longitud:	2,80	m
Ancho:	2,80	m
Volumen útil por línea:	17,2	m3
Volumen total:	138,0	m3
Trh a Qmedio:	32,02	min
Trh a Qpunta:	18,05	min

Agitación:

Tipo	De eje vertical	
Potencia nominal	5	W/m3
Potencia necesaria	0,1	KW
Potencia motor:	0,37	KW
Velocidad de giro:	11	rpm
Diámetro hélice:	1200	mm

Estos agitadores llevarán variador de frecuencia

Se dispondrá de vaciado general de cada línea.

Canal de Salida de Floculación

Ancho:	0,8	m
Velocidad esperada:	0,6	m/s
Calado a Caudal punta:	0,27	m

Cloruro Férrico en Tratamiento Primario

Caudal diario	4800	m3/día
Caudal medio:	259	m3/h
Caudal máximo:	459	m3/h
Agente coagulante:		
Agente empleado:	Cloruro férrico	
Dosis media a caudal medio:	25	mg/l
Dosis máxima a caudal medio:	50	mg/l
Horas de funcionamiento diario:	24	h

Forma comercial:

Contenido en cloruro férrico:	40%	
Densidad:	1,41	kg/l
Consumo diario nominal	120,0	Kg/día
Consumo diario producto comercial:	300,0	Kg/día
	212,8	l/día

Almacenamiento:

Autonomía a dosis media:	15	día
Almacenamiento necesario para tratamiento F-Q:	3191	l
Número de depósitos:	1	Ud
Capacidad unitaria:	3192	l
Volumen adoptado unitario:	5000	l
Dimensiones depósito almacenamiento:		
Diámetro:	1,5	m
Altura útil:	2,8	m
Altura total:	3,4	m

Se localizará un cubeto APQ para este servicio.

Cubeto APQ

Se empleará depósito de doble pared, que no precisa cubeto

Bomba de trasiego

No es necesario, se llena directamente desde el camión de suministro a granel

Dosificación producto comercial:

Dosificación media:	25	mg/l
Dosificación máxima:	50	mg/l
Consumo a caudal máximo horario, dosis máxima:	22,9	Kg/h
Caudal máximo:	40,7	l/h
Consumo a caudal medio horario:	12,5	Kg/h
Caudal medio:	8,9	l/h
Sistema de dosificación:	Bomba dosificadora peristáltica	
Accionamiento	variador frecuencia	
Nº de unidades necesarias:	3	Ud
Nº de unidades en funcionamiento:	2	Ud
Caudal unitario:	20,5	l/h
Rango de dosificación hasta:	26	l/h

Fango químico originado

Estequiometría de la reacción	$cl3Fe + 3 H2O \rightarrow Fe(OH)3 + 3clH$	
Relación molar cloruro a hidróxido		0,66 mg/mg
Consumo diario medio de cloruro férrico	120,0	Kg/día
Producción diaria media de hidróxido	79	Kg/día

DOSIFICACIÓN DE POLIELECTROLITO

Sistema: Equipo compacto automático de preparación, maduración y almacenamiento.

Reactivo: Polielectrolito aniónico

Se sustituye el equipo actual por uno nuevo

Caudal diario	4800	m3/día
Caudal medio:	259	m3/h
Caudal punta:	459	m3/h

Dosis media:	1	mg/l
Dosis máxima:	2	mg/l
Consumo medio diario:	4800	g/día
Consumo medio a efectos preparación	4800	g/día

Consumo punta a efectos de preparación	917,1	gr/h
Capacida máxima de preparación	1000,0	gr/h
Dilución en la preparación:	5	g/l

Caudal diario a preparar:	960	l/día
Caudal horario:	200	l/h
Capacida máxima de preparación	300	l/h
Tiempo de maduración	1	h
Volumen maduración:	200	l
Número cámaras	3	Ud
Volumen total adoptado:	1000	l
Sistema de mezcla:	agitadores	
Nº unidades:	2	Ud
Potencia agitador:	0,18	KW

Dosificador de polielectrolito en grano

Caudal	1000	g/h
Nº de equipos	1	Ud
Caudal adoptado	Hasta 1000	g/h
Potencia motor:	0,24	KW

Bombas dosificadoras

Caudal dosificación medio a Q medio	51,7	l/h
Caudal dosificación máximo a Q maximo	183,4	l/h
Tipo:	Tornillo helicoidal	
Número de bombas instaladas:	3	Ud
Número de bombas en servicio:	2	Ud
Caudal necesario:	92	l/h
Caudal adoptado máximo	100	l/h
Altura total de impulsión:	30	mca
Potencia teórica absorbida en el eje:	0,027	KW
Potencia nominal estimada del motor:	0,1	KW

Dilución en línea

Concentración de arrastre	0,5	g/l
Agua de aporte necesaria máxima	1834,2	l/h
Para cada línea de dosificación	917	l/h

DECANTACIÓN PRIMARIA

Sin zona espesado, igualando ancho a las cámaras de floculación

Caudal diario:	4800	m3/dia
Caudal medio:	258,5	m3/h
Caudal punta:	458,5	m3/h
Número de líneas	4	Ud
caudal medio por línea	64,6	m3/h
Caudal punta por línea:	114,6	m3/h
Tipo decantación:	Lamelar por gravedad	
Geometría:	Cuadrada	
Tipo:	Lamela en celda de abeja	

Datos de las lamelas:

Geometría:	Hexagonal	
Inclinación lamelas:	60	°
Distancia normal entre lamelas:	0,08	m
Distancia horizontal entre lamelas:	0,09	m
Altura vertical entre lamelas:	0,16	m
Altura del paquete de lamelas:	1,5	m
Longitud de la lamelas:	1,73	m
Radio Hidráulico:	0,039	m
Superficie específica de lamelas:	6,25	m2/m3

Datos de diseño:

Velocidad de Hazen máxima:	0,8	m3/m2/h
Rendimiento efectivo de lamelas:	80%	mca
Velocidad ascensional efectiva:	0,64	m3/m2/h

Cálculos:

Área Eficaz mínima por decantador:	179	m2
Área horizontal cosntructiva de decantador:	19,1	m2
Ancho total zona de lamelas: igual a la de floculación	2,80	m
Largo útil de decantador:	6,90	m
Altura paquetes de lamelas	1,5	m
Ancho del tanque:	2,80	m
Longitud total del tanque:	7,80	m
Volumen unitario de lamelas:	29,0	m3
Volumen total de lamelas:	115,9	m3
Cobertura inferior bajo las lamelas	2	m

Altura decantador hasta lamelas:	3,5	m
Pendiente de fondo:	5%	m
Profundidad mayor:	3,70	m
Superficie horizontal de lamelas:	19,32	m2
Altura media:	3,6	m
Volumen total de decantador:	81	m3
Superficie específica de lamelas:	181	m2
Superficie total de lamelas:	725	m2

Parámetros de operación:

Velocidad ascensional efectiva corregida:	0,63	m/h
Carga superficial en decantador a caudal nominal:	5,93	m3/m2/h
Tiempo de retención a Qnominal:	0,70	h

Sistema de recogida agua clarificada:

Tipo de recogida:	Longitudinal	
Número canaletas vertedero:	3	Ud
Distancia entre vertederos de canaletas:	0,63	m

DECANTACIÓN PRIMARIA

Ancho de canaleta:	0,3	m
Lámina de agua media en canaleta:	0,08	m
Altura de canaleta	0,30	m
Distancia horizontal máxima a vertedero:	0,32	m
Altura mínima necesaria entre lamela y fondo canal:	0,2	m
Altura adoptada entre lamela y vértice canal vertedero:	0,5	m
Longitud total de vertedero:	41,4	m
Carga sobre vertedero:	2,8	m3/m/h

Canal de recogida general

Número de canal general de recogida:	1	Ud
Ancho:	0,8	m
Velocidad circulación en canal	0,6	m/s
Lámina de agua en canal general de recogida:	0,27	m

Compuerta entrada:

Caudal por línea:	0,032	m3/s
Ancho de hueco:	0,4	m
Alto de hueco	0,4	m
Velocidad entrada:	0,20	m/s

Sistema de arrastre y acumulación de fangos:

Se utilizará un barredor de fondo para arrastre longitudinal de los fangos y recogida de los mismos en poceta en zona de entrada de agua.

BALANCE DE FANGOS PRIMARIOS

Caudal diario:	4800	m3/día
Caudal medio:	258,5	m3/h
Caudal punta:	458,5	m3/h

Balance de Fangos:

Producción de fangos. A los efectos de diseño del proceso biológico

Sólidos en suspensión medio en el agua bruta:	300	mg/l
Rendimiento de separación a efectos de línea de fangos:	60%	
<i>Considerando la no aplicación de reactivos</i>		
Concentración de fangos esperada en la purga:	1,20%	12 Kg/m3
Total de fangos producidos:	864,0	kg/día
Tiempo estimado de purga de fangos	8	h/día
Cantidad de fangos a purgar	108,0	kg/h
Volumen de fangos producidos:	9	m3/h
Y respecto al caudal punta horario		
Cantidad de fangos producidos a Q p	82,5	kg/h
Volumen de fangos producidos:	6,9	m3/h

Concentración de SS al Biológico	120,0	mg/l
Carga de sólidos al Biológico	576,0	Kg/día

Balance de DBO5, sin reactivos

DBO5 medio en el agua bruta:	300	mg/l
Rendimiento de eliminación en tratamiento Primario:	30%	
Concentración de DBO5 al Biológico	210,0	mg/l
Carga de DBO5 al Biológico	1008,0	Kg/día

Producción de fangos. A los efectos de diseño de la línea de fangos

Sólidos en suspensión medio en el agua bruta:	300	mg/l
Rendimiento de separación a efectos de línea de fangos:	90%	
<i>Considerando la máxima separación por aplicación de reactivos</i>		
Concentración de fangos esperada en la purga:	1,20%	12 Kg/m3
Total de fangos producidos:	1296,0	kg/día
Tiempo estimado de purga de fangos	8	h/día
Cantidad de fangos a purgar	162,0	kg/h
Volumen de fangos producidos:	13,5	m3/h
Y respecto al caudal punta horario		
Cantidad de fangos producidos a Q p	123,8	kg/h
Volumen de fangos producidos:	10,3	m3/h

El bombeo será dirigido a cámara de mezcla del F-Q o a la línea de fangos

FLOTANTES

Sistema de extracción:	Cajón sumergido y válvula automática
Evacuación:	A pozo bombeo fosas

Desbaste de Sólidos Finos

Caudal medio:	200	m3/h	
Caudal máximo:	400	m3/h	
Tipo de Reja:	Tamiz de tambor en canal		
Número de líneas construidas:	2	Ud	
Número de líneas en servicio para el caudal total:	2	Ud	
Caudal máximo por línea:	200	m3/h	
Espacio libre entre barras:	1	mm	
Ancho de barrotes:	2	mm	
Colmatación máxima admitida:	30%		
Coefficiente de reja:	0,33		
Velocidad a caudal máximo con la colmatación adoptada:	1,2	m/s	
Sección mojada a caudal máximo:	0,2	m2	
Sección mojada a caudal medio:	0,10	m2	
	necesario	adoptado	
Ancho de canal:	0,49	0,5	m
Calado a Caudal máximo:		0,4	m
Calado a Caudal medio:		0,20	m
Velocidad mínima de acercamiento:			
A Caudal máximo:		0,28	m/s

Equipamiento

Tamiz rotatorio Autolimpiante:

Número de unidades en servicio:	2	Ud
Luz entre barrotes:	1	mm
Ancho de Canal:	0,5	m
Alto de Canal:	0,90	m
Mecanismo de limpieza:	Automático	
Control de limpieza:	Temporización y nivel en canal de acercamiento	
Material principal:	Acero Inoxidable AISI 316L	

Tornillo Compactador de Residuos

Cantidad:	1	Ud
Longitud de recogida:	3,4	m

Contenedor

Nº de unidades:	1	Uds
Capacidad:	0,9	m3

Elevación a Biofiltros

	Qbajo	Qalto	Máx	
Caudal medio:	36,5	163,5	200	m3/h
Caudal máximo:	72,9	327,1	400	m3/h

Tipo de bomba: Centrífuga sumergida

Número de bombas instaladas:		5	Uds
Número de bombas en servicio:		4	Uds
Caudal unitario:		100,0	m3/h
Caudal unitario adoptado:		100,0	m3/h
Altura total de impulsión:		6	mca
Potencia teórica absorbida en el eje:		2,2	Kw
Potencia nominal estimada del motor:		2,5	Kw

Tuberías: ramales individuales al reparto a los canales de desbaste

Tubería individual de impulsión	Caudal:	0,028	m3/s
Velocidad máxima recomendada:		1,5	m/s
Diámetro colector individual:		150	mm
Velocidad adoptada:		1,57	m/s

Se equipan con variador de frecuencia

Pozo de Bombeo

Caudal máximo a elevar	400	m3/h
Número de Bombas instaladas:	5	uds
Número de Bombas en servicio:	4	uds
Caudal unitario mayor:	100	m3/h
Número de arranques/hora:	6	
Tiempo de ciclo:	10	min
Volumen mínimo requerido = Tciclo * Q bom / 4:	16,7	m3
Este volumen puede corregirse si las bombas trabajan de manera secuencial, rotando sus arranques		
Volumen mínimo requerido = Vmin / N bombas en servicio	4,2	m3
Dimensiones:		
Longitud adoptada por adaptación geométrica	5,00	m
Anchura del pozo:	1,8	m
Superficie disponible:	9	m2
Maniobra arranque-parada:	0,25	m
Altura residual:	0,5	m
Profundidad mínima necesaria:	0,5	m
Profundidad útil adoptada:	1,50	m
Altura de seguridad	0,50	m
Altura total adoptada	2,0	m
Volumen adoptado:	18,00	m3

BIOFILTROS AIREADOS

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 recirculación	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 mínimo necesario lechos	339	m3
Nº de filtros en servicio	6	Ud
Relleno necesario por filtro	56	m3

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 recirculación	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 mínimo necesario lechos	296,5	m3
Nº de filtros en servicio	6	Uds
Relleno necesario por filtro	49,4	m3

Se adopta el mayor de los obtenidos en las dos situaciones, para T Alta

Dimensiones filtros	<u>minima</u>	<u>adoptada</u>	
Altura de relleno biológico		3,0	m

Superficie necesaria	18,82	m ²	
Relación longitud/anchura	1		
Longitud	4,3	4,5	m
Anchura	4,3	4,5	m
Volumen real unitario		60,8	m3
Volumen real total		364,5	m3
Carga volumétrica real	1,00	1,6	KgDBO/m3/día
Carga hidráulica a Qpunta		3,3	m3/m2/h
Carga hidráulica a Qmedio+ Q recirc		1,6	m3/m2/h
Carga hidráulica a Qpunta+ Q recirc <	6,00	3,3	m3/m2/h
Caudal máximo entrada			
		400,0	m3/h
Nº filtros en servicio con una unidad en lavado		5	Ud
Caudal máximo entrada a cada filtro		80,0	m3/h
Caudal:			
		0,022	m3/s
Velocidad de impulsión máxima recomendada:		1,5	m/s
Diámetro colector individual:		150,0	mm
Velocidad adoptada:		1,3	m/s

Lavado de Biofiltros

Aire de Lavado:

Superficie lechos	20,3	m2
Velocidad de lavado	60	m3/m2/h
Caudal necesario:	1215	m3/h
Tipo unidades de aireación:	Soplantes	
Nº de unidades instaladas:	2,0	Ud
Unidades en funcionamiento:	1	Ud
Caudal unitario teórico:	1215,0	m3/h
Caudal unitario adoptado:	1250,0	m3/h
Presión de impulsión:	5	mca
Potencia teórica absorbida:	27,5	KW
Potencia estimada del motor:	34,4	KW
Caudal instantáneo por soplante:	0,4	m3/s
Velocidad máxima recomendada:	15	m/s
Diámetro Comercial:	200,0	mm
Velocidad del aire adoptada:	11,9	m/s

Lavado con Agua:

Velocidad máxima del agua:	25	m3/m2/h
Caudal necesario:	506,3	m3/h
Procedencia de agua para lavado:	Agua filtrada	
Aportación de agua:	Bombas centrífugas en cámara seca	
Número de unidades:	2,0	Ud
Número de unidades en servicio:	1,0	Ud
Caudal unitario:	507,0	m3/h
Presión diferencia:	11,0	mca
Potencia teórica absorbida:	26,2	KW
Potencia nominal motor esperada:	32,8	KW
En entrada		
Caudal instantáneo:	0,14	m3/s
Velocidad máxima recomendada:	2,0	m/s
Diámetro Comercial para filtros:	300,0	mm
Velocidad del aire adoptada:	2,0	m/s
En salida		
Caudal instantáneo:	0,1	m3/s
Velocidad máxima admitida:	1,5	m/s
Diámetro Comercial para filtros:	350,0	mm
Velocidad del aire adoptada:	1,5	m/s

Control de las secuencias de lavado y puesta en servicio: Automático, con posibilidad de arranque manual y operación completa manual optativa.

Depósito de recogida de agua de lavado de filtros

Se calcula para la eventual futura ampliación de filtros

	Teórico	
Duración de un lavado:	30	min
Carreras de los Biofiltros:	48	h
Numero de lavados día	3	Ud
Consumo de agua en un lavado:	253,1	m3
Consumo diario de agua en lavados:	759,4	m3/día

Lavado de Biofiltros

Capacidad para Número de lavados consecutivos:		1	
		Adoptado	
Volumen útil necesario:	253,1	312,0	m3
Altura de agua		4,0	m
Superficie necesaria	63,3		m2
Relación longitud/anchura	2,5		
Longitud	5,0	6,0	m
Anchura	12,6	13,0	m
Agitación:			
Tipo		sumergido	
Potencia nominal		10	W/m3
		3120	W
Nº agitadores		2	Ud
Potencia unitaria		1560,0	W
Potencia motor:		1,0	Kw

Depósito de Agua para lavado de filtros:

Procede de la línea de agua tratada, salida de filtros. Sirve para regulación de agua tratada y bombeo a tratamiento terciario

Caudal mayor de lavado		506,3	m3/h
		Adoptado	
Duración		0,5	h
Volumen de seguridad		1,3	
Volumen útil necesario:	316,4	324,0	m3
Altura de agua		4,0	m
Superficie necesaria	79,1		m2
Relación longitud/anchura	2,5		
Longitud	6,0	6,0	m
Anchura	13,2	13,5	m

Equipo de Bombeo recuperación aguas de lavado:

Destino, cabecera de tratamiento físico químico, 3ª línea para aguas lavado filtros

Caudal diario de lavado	759,4	m3/día
Nº de lavados en total	3	Ud
Espacio entre dos lavados consecutivos	8,0	h
Agua producida en un lavado	253,1	m3/h
Tiempo útil de vaciado	6,0	h
Caudal máximo de lavado	42,2	m3/h
Número de unidades instaladas:	2,0	Ud
Número de unidades en servicio:	1	Ud
Caudal unitario:	43,0	m3/h
Presión diferencia:	9,0	mca
Potencia teórica absorbida:	1,8	KW
Potencia nominal motor esperada:	2,3	KW
Caudal instantáneo:	0,012	m3/s
Velocidad máxima recomendada:	2	m/s
Diámetro Comercial:	100	mm
Velocidad adoptada:	1,5	m/s

Balance de fangos de todo el proceso

FANGOS PRIMARIOS del agua bruta

Retenidos en decantación primaria		1296,0	Kg/día
Fangos orgánicos	70,00%	907,2	Kg/día
Fangos inorgánicos	30,00%	388,8	Kg/día
DBO5 entrada a Tto Biológico		576,0	Kg/día
DBO5 salida		120,0	Kg/día
DBO5 eliminada		456,0	Kg/día
Ratio de producción de fangos por DBO		1,0	Kg/Kg DBO
Fangos producidos por DBO		456,0	Kg/día
SS entrada		1440,0	Kg/día
SS eliminados		1272,0	Kg/día
SS salida		168,0	Kg/día
Ratio de producción de fangos por SS		0,6	Kg/Kg SS
Fangos producidos por SS eliminados		763,2	Kg/día
Fangos totales producidos		1219,2	Kg/día

FANGOS BIOLÓGICOS EN EXCESO

Retenidos en la línea de decantación de aguas de lavado		456,0	kg/día
Fangos orgánicos	75,00%	342,0	kg/día
Fangos inorgánicos	25,00%	114,0	kg/día

FANGO RESULTANTE EN PURGA DE DECANTADORES LAMELARES

Fangos totales		1752,0	kg/día
Total orgánicos		1249,2	kg/día
Total inorgánicos		502,8	kg/día
Contenido medio de materia orgánica		71,30%	

Concentración de fangos en la purga:		1,50%	
Volumen de fangos producidos:		116,8	m3/día
Tiempo de purga:		8	h/día
Caudal de fangos:		14,6	m3/h

Bombeo de Fangos

Tipo de bomba:	Centrifuga sumergible		
Número de bombas instaladas:	2		Ud

Número de bombas en servicio:	1		Ud
Caudal unitario:	15,0		m3/h
Caudal adoptado	15,0		m3/h
Altura:	15,0		mca
Rendimiento esperado:	0,3		
Potencia teórica absorbida en el eje:	2,0		KW
Potencia nominal estimada del motor:	2,6		KW

Caudal instantáneo:	0,004		m3/s
Velocidad máxima recomendada:	1,5		m/s
Diámetro Comercial:	80		mm
Velocidad adoptada:	0,8		m/s

Necesidades de Oxigenación

Caudal diario	4.800	m3/día
Oxígeno para saturación del agua	9,17	gO2/m3
Consumo diario	44,02	KgO2/día
DBO ₅ eliminada:	456,00	kg/día
ratio de oxígeno de síntesis:	1,10	kgO2/KgDBO
Necesidad O ₂ para síntesis:	501,60	KgO2/día
N-NH ₃ a nitrificar:	0,00	kg/día
ratio de oxígeno nitrificación:	4,60	Kg/Kg
Necesidades por nitrificación:	0,00	KgO2/día
N-NO ₃ desnitrificado:	0,00	Kg/día
Aporte por desnitrificación:	2,80	Kg/Kg
Por desnitrificación:	0,00	KgO2/día
Demanda de oxígeno necesario:	545,62	KgO2/día
Relación Kg O ₂ /Kg DBO ₅ :	1,20	kgO2/KgDBO
Demanda nominal	22,73	Kg O2/h

Corrección por condiciones de transferencia y geográficas:

Coef. K ₁₁ : (aguas urbanas)	0,60	
Coef. K ₁₂ : (aguas urbanas)	0,69	
Coef. K ₁₃ : (aguas urbanas)	0,69	
Cs' = Cs x β x Cp x C _A =	9,80	mg/l
Relación satur licor mezcla/agua destil (β):	0,98	
Profundidad media del difusor:	3,5	m
Temperatura:	20 °C	
Corrección por altura de tanque (C _A):	1,09	
Cota media de la planta:	30	m
Presión atmosférica:	756,96	mmHg
Relación altura barométrica (P):	0,996	
Nivel de oxígeno en el reactor (C _L):	2 mg/l	mg/l
Nivel sat. agua residual C _S :	9,17	mg/l
Nivel de Sat. en condiciones normalizadas a 10°C:	11,33	mg/l
K ₁₃ = 1.024 ^(T-10)	1,27	
Coeficiente global transferencia:	0,524	
Oxígeno real medio a aportar:	1.042,04	KgO2/día
Relación Kg O ₂ /Kg DBO ₅ :	2,29	kgO2/KgDBO
Aportación real media:	43,42	Kg O2/h

Corrección por puntas

Punta en DBO ₅ :	2,00	
Punta de caudal:	2,00	
Punta de polución:	4,00	
Punta de oxígeno:	2,50	
Oxígeno de síntesis punta teórico:	52,25	Kg O2/h
Nitrificación:	0,00	Kg O2/h
Desnitrificación:	0,00	Kg O2/h
Aportación teórica punta:	52,25	Kg O2/h
Coeficiente global transferencia:	0,52	
Aportación real punta:	99,79	Kg O2/h
Numero líneas:	6,00	Ud
Aporte medio por línea:	7,24	Kg O2/h
Aporte máx. por línea:	16,63	Kg O2/h

Equipamiento de Aireación

Sistema difusión aire:	Difusor plástico	9	" Ø
Sumergencia del difusor:		3,5	m
Caudal por difusor a Qmed:		4,0	Sm3/h
		3,7	Nm3/h
Caudal por difusor a Qmax:		6,0	Sm3/h
		5,6	Nm3/h
Rendimiento por m de sumergencia:		4,00%	
Rendimiento global (SOTR):		14,00%	
Necesidades de aire:			
	a Qmedio:	1164,0	Sm3/h
		1084,4	Nm3/h
	a Qpunta:	2675,2	Sm3/h
		2492,3	Nm3/h
Por línea:			
	a Qmedio:	194,0	Sm3/h
		180,7	Nm3/h
		9,6	Nm3/m2/h
	a Qmax:	445,9	Sm3/h
		415,4	Nm3/h
		22,0	Nm3/m2/h

Tipo unidades de aireación:

Soplantes émbolos rotativos

Caudal necesario	2675	Sm3/h
	2492	Nm3/h
Nº de equipos en servicio	6	Ud
Instalados	7	Ud
Caudal unitario	446	Sm3/h
	415	Nm3/h
Pérdida carga en difusores	0,50	mca
Pérdida carga en conducciones	0,50	mca
Pérdida en el lecho biológico	3,00	mca
Presión de impulsión:	7,50	mca
Potencia absorbida teórica:	13	KW
Potencia motor estimada:	19,5	KW

Reparto de Aire

La regulación se realiza mediante orden directa del medidor de oxígeno de cada reactor a cada soplante al que da servicio

Medidor de caudal másico de aire en cada línea

Conducción individual de cada soplante:

Caudal máximo por la tubería:	0,12	m3/s
Velocidad máxima recomendada:	12	m/s
Diámetro Comercial:	125	mm
Velocidad del aire adoptada:	10,1	m/s

Parrillas de difusores

Caudal medio por difusor:	3,7	Nm3/h
Caudal por difusor a necesidades punta:	5,6	Nm3/h
Nº total de difusores:	446	Ud
Nº difusores por balsa necesarios:	74	Ud

Equipamiento de Aireación

Margen de seguridad recomendado	5%	
Nº difusores por filtro recomendados:	78,1	
Nº difusores por biofiltro adoptados:	80	Ud
	4,0	Ud/m2
Nº de parrillas	1	Ud
Nº de difusores por parrilla	80	Ud
Cálculo Caudal Ventilador sala de soplantes:		
Nº de soplantes en servicio:	6	Ud
Potencia nominal:	19,5	KW
Capacidad calorífica específica para aire:	1	KJ/Kg°K
Temperatura de Cálculo:	30	°C
Densidad del aire:	1,15	kg/m3
Porcentaje de calor irradiado/producido:	0,25	
Calor irradiado:	105300	KJ/h
Presión de aspiración:	1	bar
Presión de impulsión:	1,75	bar
Relación de presiones:	1,75	
D máximo de temperatura en sala soplantes:	5	°C
Volumen de renovación de aire:	18313	m3/h
Número de extractores instalados:	1	Ud
Caudal nominal unitario:	18400	m3/h

Espesamiento Fangos Primarios por Gravedad

Calculado para la hipótesis de producción máxima de fangos por aplicación de reactivos de F-Q

Fangos totales a espesar	1752	kg/día
Volumen máximo diario	116,8	m3/día
Caudal instantáneo máximo coincidente	14,6	m3/h

Espeador

Número de líneas	1	Ud
------------------	---	----

<u>Carga máxima de</u>	<u>Carga hidráulica</u>	<u>Trh mínimo:</u>
<u>Kg/m2/día</u>	<u>m3/m2/h</u>	<u>día</u>

Criterios generales:	90	1,2	1
Sección mínima necesaria:	19,5	12,2	38,9

Calculado Adoptado

Geometría adoptada: **Circular**

Diámetro mínimo:	7,0	7,5	m
Altura cilíndrica útil:	3	3	m
Superficie mínima:	38,9	44,2	m2
Diámetro superior poceta central:	1,4		m
Diámetro base poceta central:	1		m
Pendiente fondo:	20%		
Altura cónica:	0,65		m
Volumen unitario:	144,2		m3
Sección horizontal real total:	44,2		m2
Volumen total:	144,2		m3

Condiciones operación

Tiempo retención:		
Del agua:	1,2	día
De los fangos:	2,3	día
Carga superficial:	0,33	m3/m2/h
Carga de sólidos:	39,7	Kg/m2/día

Sistema de acumulación de fango:

Concentración de purga en condiciones normales de operación:	Rasquetas a poceta central	40	Kg/m3
Caudal fangos espesados:		43,8	m3/día
Volumen de sobrenadante:		73,0	m3/día
Caudal retorno a cabecera		9,1	m3/h

Puente

Potencia motor:	0,24	KW
Velocidad lineal:	<	0,1 m/min

Tuberías purga fangos:

Horas de purga	8	h
Caudal máximo de fangos a evacuar:	5,5	m3/h
Diámetro colector individual:	150	mm
Velocidad adoptada:	0,09	m/s

Destino de los fangos: Deshidratación

Deshidratación de Fangos

Fangos espesados:

Peso diario:	1752	kg/día
Concentración salida espeador:	40,0	Kg/m3
Volumen:	43,8	m3/día
Días útiles a la semana:	5	día
Horas de funcionamiento:	7	h
Peso de fangos a deshidratar día útil:	2453	kg/día
Volumen día util:	61,3	m3/día
Peso horario de fangos a deshidratar día útil:	350	Kg/h
Caudal de fangos útil :	8,76	m3/h
Caudal de polielectrolito	0,25	m3/h
Caudal total entrando a la máquina:	9,01	m3/h

Bombeo de Fangos a Deshidratación:

Tipo: Bomba de husillo de desplazamiento positivo, con tratamiento antiabrasión

Número total de unidades instaladas:	3	Ud
Número de unidades en servicio: para condiciones máximas	2	Ud

Caudal operación medio unitario:	<u>teórico</u>	<u>adoptado</u>	m3/h
	4,4	5	m3/h

Altura manométrica:	20	mca
Potencia absorbida teórica:	0,8	KW
Potencia motor	1,0	KW
Diámetro Comercial:	80	mm
Velocidad adoptada:	0,28	m/s
Deshidratación		

Decantador centrífugo

Número de líneas en servicio:	2	Ud
Producción de Materia Seca:	175	Kg/h
Caudal operación medio unitario, con poli:	4,5	m3/h
Caudal adoptado para las centrifugas:	5	m3/h
Potencia unitaria instalada motor principal :	15	KW
Potencia unitaria instalada rascasólidos:	2	KW
Limpeza automática de la máquina al término del trabajo de secado.		
Agua utilizada :	Agua de servicio	
Caudales de trabajo para limpieza:	1,13	m3/h

Deshidratación de Fangos		
Acondicionamiento de Fangos:		
Sistema: Equipo compacto automático de preparación, maduración y almacenamiento.		
Reactivo:	Polielectrolito	
Dosis máxima:	7	g/KgMS
Nº de líneas	1	Uds
Peso floculante día útil:	17170	g/día
Dilución en la preparación:	5	g/l
Caudal diario a preparar:	3434	l/día
Caudal horario:	491	l/h
Nº de líneas de preparación:	1	Ud
Tiempo de maduración	1	h
Volumen maduración:	382	l
Número cámaras	3	Ud
Volumen total adoptado:	500	l
Sistema de mezcla:	agitadores	
Nº unidades:	2	Ud
Potencia agitador:	0,25	KW
Dosificador de polielectrolito en grano		
Caudal	2453	g/h
Nº de equipos	1	Ud
Caudal adoptado	Hasta 3000	g/h
Potencia motor:	0,24	KW
Bombas Dosificadoras		
Concentración de la dilución	5	g/l
Caudal necesario:	491	l/h
Número de bombas instaladas: una línea en reserva total	3	Ud
Número de bombas en servicio:	2	Ud
Caudal unitario necesario:	245	l/h
Caudal adoptado:	310	l/h
Presion	20	mca
Potencia unitaria:	0,084	KW
Potencia motor	0,10	KW
Tubería impulsión	25	mm
Velocidad obtenida	0,18	m/s
Almacenamiento Polielectrolito		
Peso diario:	17	Kg/día
Autonomía mínima requerida:	15	día
Necesidades	258	Kg
Forma:	25	Kg/saco
Nº de sacos:	11	Ud
Autonomía mínima establecida:	16	día

ESTABILIZACIÓN DE FANGOS CON CAL POR VÍA SECA		
Cantidad de fangos a estabilizar, día util	2453	Kg/día
Número líneas:	1	Ud
Porcentaje de materia orgánica esperada:	71,30%	
Cantidad de materia orgánica:	1749	kg/día
Dosificación de cal:	20,00%	
Cantidad de cal necesaria:	350	Kg/día
Dosificación:		
Sistema de dosificación:	Dosificador de cal en polvo con rompe bóveda y mezclador sinfin	
Necesidades de dosificación:	50,0	Kg/h
Almacenamiento:		
Días de almacenamiento:	15	día
Necesidades de almacenamiento:	5,25	Tm
Densidad aparente:	0,48	Tm/m3
Volumen necesario:	10,9	m3
Adoptado, tolva de	15	m3

Almacenamiento fangos deshidratados

Producción de fangos

Fango proceso	2453	Kg/día
Aporte adicional de cal	350	Kg/día

Total a almacenar	2803	Kg/día
Concentración:	25%	
Peso de fangos secos:	11,21	Tm/día
Densidad:	1050	Tm/m3
Volumen de fangos secos:	10,7	m3/día
Capacidad de almacenamiento	3,0	días
Volumen necesario	32,0	m3
nº silos o tolvas	1	Ud
Volumen mínimo necesario	32,0	m3
Volumen adoptado	40	m3
Ancho:	3,5	m
Largo:	3,5	m
Altura parte recta:	3	m
Altura tolva:	1,8	m
Altura total:	8,6	m
Altura sobre el suelo:	3,8	m

Sistema vaciado, compuerta inferior de apertura motorizada:

Capacidad total de almacenamiento	40,0	m3
Lo que supone un tiempo de	3,7	días

Destino final:	Vertedero o reutilización en agricultura	
Caudal líquido filtrado:	50,6	m3/día
Repercusión en cabecera	7,2	m3/h
Destino líquido filtrado:	Cabecera a través red de drenajes	

Recogida de fango deshidratado

Tornillo para alimentación a bomba de elevación a tolva

Número de tornillos helicoidales en servicio:	1	Ud
Caudal necesario:	1,53	m3/h
Caudal adoptado para el tornillo transportador	2,2	m3/h

Impulsión a silo de fangos

Tipo de bomba; de husillo con tolva de precarga

Número de equipos en servicio:	1	Ud
Caudal unitario necesario:	1,53	m3/h
Caudal adoptado:	2,0	m3/h
Presión	120	mca
Potencia unitaria:	4,1	KW
Potencia motor	4,8	KW
Tubería impulsión	100	mm
Velocidad obtenida	0,05	m/s

Elevación de Agua a Línea de Terciario

Caudal alimentación a terciario, Qm	200,0	m3/h
-------------------------------------	-------	------

Bombas:

Tipo de bomba:	Centrifugas horizontales	
Número de bombas instaladas:	3	Ud
Número de bombas en servicio:	2	Ud
Caudal unitario necesario:	100,0	m3/h
Caudal unitario adoptado:	100	m3/h
Presión total de impulsión:	30	mca
Potencia teórica absorbida en el eje:	10,9	mca
Potencia nominal estimada del motor:	13,7	KW

Tuberías:

Tubería individual de aspiración

Caudal:	0,028	m3/s
Velocidad máxima admitida:	1,5	m/s
Diámetro colector individual:	150	mm
Velocidad adoptada:	1,31	m/s
Tipo de impulsión:	Tubería individual a colector general impulsión	

Tubería individual de impulsión

Caudal:	0,028	m3/s
Velocidad máxima admitida:	2	m/s
Diámetro colector individual:	125	mm
Velocidad adoptada:	1,92	m/s

Tubería común de impulsión

Caudal:	0,056	m3/s
Velocidad máxima admitida:	2	m/s
Diámetro colector individual:	200	mm
Velocidad adoptada:	1,77	m/s

Medidor de caudal en tubería para el agua a tratar	200	mm
--	-----	----

FILTRACIÓN POR ANILLAS

Caudal medio	200,0	m3/h
Caudal máximo a terciario:	200,0	m3/h
Número de líneas	2,0	Ud
Caudal filtración por línea:	100,0	m3/h

FILTROS:**Parámetros de filtración:**

Tipo:	Anillas de propileno	
Grado de filtración:	25	μ
Nº de cabezales:	2	Uds
Nº de columnas por cabezal:	2	Uds
Nº de filtros por columna:	4	Uds
Nº de filtros en total:	16	Uds
Caudal necesario por filtro:	6,25	m3/h
Caudal máximo por filtro:	12	m3/h
Caudal máximo filtrado/cabezal:	96	m3/h
Caudal máximo de filtración:		
Presión mínima de operación:	2,5	Kg/cm2
Presión máxima de operación:	7	Kg/cm2

Parámetros de lavado:

Fluido:	Agua filtrada	
El lavado se puede hacer de manera individualizada para cada módulo, siendo el caudal necesario		
Caudal mínimo de contralavado por filtro:	9	m3/h
nº de filtros en lavado simultaneo	1	Ud
Caudal mínimo de contralavado por columna:	9	m3/h
Presión mínima de contralavado:	4	Kg/cm2
Tiempo de lavado por columna:	30	s
Tiempo total de contralavado:	2	min
Volumen de agua vertido en cada contralavado:	0,30	m3
Sistema de lavado:	Con la red de agua de servicios	

Para que el proceso de contralavado sea eficiente, es necesario la instalación de dosificación de hipoclorito sódico (NaOCl) para evitar la formación de biofilm sobre las anillas. La dosificación prevista está entre los 5 y 10 mg/l de hipoclorito puro.

Dosificación de hipoclorito para desinfección anillas

Agente empleado:	hipoclorito sódico	
Dosis mínima:	5	mg/l
Dosis máxima:	10	mg/l
Consumo diario estimado suponiendo un lavado diario de todas las columnas del filtro:	3,00	g/día
	0,02	l/día

Almacenamiento:

Forma comercial:	líquido	
Contenido en cloro activo:	150	g/l
Autonomía a dosis media:	15	día
Almacenamiento necesario:	0,30	l

FILTRACIÓN POR ANILLAS

Número de depósitos:	1	Uds
Capacidad:	50	l
Volumen de almacenamiento:	100	l

[Se dispone del depósito general de cloración de la línea de agua](#)

Dosificación:

Consumo máximo hora:	6,0	g/día
Caudal dosificado máximo:	0,0	l/día
Sistema de dosificación:	Bomba dosificadora	
Nº de unidades instaladas:	2	Ud
Nº de unidades en funcionamiento:	1	Ud
Caudal unitario:	0,04	l/h
Rango de dosificación hasta:	3	l/h

DESINFECCIÓN UV EN TUBERÍA			
Caudal medio	200	m3/h	
Nº de líneas activas:	1	Ud	
Caudal por reactor	200	m3/h	
Tubería de agua filtrada			
Caudal:	0,056	m3/s	
Velocidad máxima admitida:	1,5	m/s	
Diámetro colector individual:	250	mm	
Velocidad adoptada:	0,99	m/s	
Diámetro del reactor:	250	mm	
Dimensiones (L x Ø mm)	800*250	mm	
Características del sistema UV:			
Número de reactores por línea:	1	Ud	
Lámparas por reactor:	16	Ud	
Lámparas en total:	16	Ud	
Potencia lámpara	250	W	
Potencia de cada generador	4000	W	
Porcentaje de transmisión:	0,5	(1 cm)	
Sistema de limpieza:	Limpieza automática.		
Características de las lámparas de desinfección			
Consumo nominal:	330	W	
Salida UV-C:	potencia germicida	150	W
longitud de onda:	254	nm	
Transmitancia (1 cm):	0,65		
Dosis UV al final de la vida útil:	47 mJ/cm²	mca	
Factor de envejecimiento:	0,8		
Características del Tubo protector			
Material:	Cuarzo puro		
Presión máxima de operación:	2	bar	
Transmitancia UV:	>65% a 254 nm		
Sistema de autolimpieza mecánico por rascado			

Se instalará un medidor de caudal de agua regenerada

Desodorización				
Aspiraciones localizadas de los elementos exteriores de proceso				
Espesador fangos				
nº tanques	1	Ud		
superficie	44,2	m2		
altura sobre lámina de agua	0,8	m		
volumen	35,3	m3		
Renovaciones/hora	10	renov/h		
Caudal a desodorizar	360	m3/h		
Tubería aspiración individual	125	mm		
Velocidad circulación	8,2	m/s		
Aspiración tolva de fangos				
nº tanques	1	Ud		
superficie	12,3	m2		
altura libre sobre fango	3	m		
volumen	37	m3		
Renovaciones/hora	10	renov/h		
Caudal a desodorizar	370	m3/h		
Tubería aspiración	125	mm		
Velocidad circulación	8,4	m/s		
Aspiraciones en edificios				
Zona de pretratamiento				
Dimensiones	<u>L</u>	<u>A</u>	<u>H</u>	m
	22	14	5	
Volumen:				m
Volumen total				m3
Renovaciones/hora:				m3
Caudal a desodorizar				1540 veces/h
Tubería aspiración				700 m3/h
Velocidad circulación				11,1 mm
				m/s
Zona de Tratamiento Primario				
Dimensiones	<u>L</u>	<u>A</u>	<u>H</u>	m
	22	21	5	
Volumen:				m
Volumen total				m3
Renovaciones/hora:				2310 m3
Caudal a desodorizar				6 veces/h
Tubería aspiración				13860 m3/h
Velocidad circulación				700 mm
				10,0 m/s
Zona de deshidratación:				
Dimensiones	<u>L</u>	<u>A</u>	<u>H</u>	m
	12	14	5	
Volumen:				m
Volumen total				m3
Renovaciones/hora: teniendo en cuenta que hay aspiraciones localizadas				840 m3
Caudal a desodorizar				10 veces/h
				8400 m3/h

Desodorización

Tubería aspiración	500	mm
Velocidad circulación	11,9	m/s

Total a desodorizar	38390	m3/h
----------------------------	--------------	------

Adoptado	1 líneas de:	39000	m3/h
Tramo final de la tubería aspiración		1100	mm
Velocidad resultante		11,4	m/s

Sistema:	Filtración relleno biológico		
Velocidad circulación:		0,5	m/s
Sección necesaria:		21,67	m2
Número de filtros:		1	Ud
Sección unitaria necesaria:		21,67	m2

ANEJO C: CÁLCULO HIDRÁULICO

ÍNDICE

1.-	OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO	1
2.-	CAUDALES DE DISEÑO.....	1
3.-	CRITERIOS DE DISEÑO	1
3.1.-	VELOCIDADES EN TUBERÍAS.....	1
3.2.-	PENDIENTES MÍNIMAS EN EL TRAZADO DE TUBERÍAS.....	2
3.3.-	NIVEL DE LLENADO EN LAS TUBERÍAS PARCIALMENTE LLENAS.....	2
4.-	FÓRMULAS UTILIZADAS EN LOS CÁLCULOS HIDRÁULICOS	2
4.1.1.-	PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍAS POR GRAVEDAD.....	3
4.2.-	PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍAS A SECCIÓN LLENA	3
4.3.-	PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍAS DE AGUA Y FANGOS	4
4.3.1.-	Fórmula de Colebrook.....	4
4.3.2.-	Primera Fórmula de Shacham.....	5
4.3.3.-	Factor multiplicador de la pérdida de carga si el fluido es fango	5
4.3.4.-	Rugosidad de materiales.....	5
4.4.-	PÉRDIDA DE CARGA EN CANALES	5
4.5.-	PÉRDIDA DE CARGA SINGULARES	6
4.6.-	ALTURA LÁMINA VERTIENTE EN VERTEDERO RECTANGULAR DE PARED DELGADA, SIN CONTRACCIÓN LATERAL Y EN DESCARGA LIBRE.....	7
4.7.-	ALTURA LÁMINA VERTIENTE EN VERTEDERO TRIANGULAR.....	8
4.8.-	ALTURA CRÍTICA EN LA DESCARGA LIBRE DE UN CANAL	9
4.9.-	PÉRDIDA DE CARGA EN REJAS	9
4.10.-	PÉRDIDA DE CARGA EN CANALES, CÁMARAS O DEPÓSITOS	10
4.11.-	PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍAS DE AIRE	11
5.-	INSTALACIONES DE ALIVIO DE CAUDALES Y DE BYPASS	12
5.1.-	INSTALACIONES DE ALIVIO DE CAUDALES	12
5.2.-	INSTALACIONES DE BYPASS.....	12
6.-	CÁLCULO DE LA LÍNEA PIEZOMÉTRICA DE LA EDAR, CONDUCCIONES Y BOMBEO.....	13

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El objeto del presente documento es la definición y cálculo de la línea piezométrica de la EDAR de Tapia de Casariego, así como de los bombeos del proceso y de las conducciones en general.

2.- CAUDALES DE DISEÑO

Los cálculos hidráulicos han sido realizados para los caudales máximos de proyecto en cada uno de los procesos.

Se han adoptado los siguientes caudales circulantes a lo largo de la EDAR.

Caudal medio diario:	Factor Q		4800	m3/día
Caudal medio:			200	m3/h
Caudal máximo llegada a EDAR	5	Qm	1000	m3/h
Caudal máximo en pretratamiento	3	Qm	600	m3/h
Caudal máximo en Primario y Biológico	2	"	400	m3/h
Caudal mínimo:	0,2	"	40	m3/h

3.- CRITERIOS DE DISEÑO

Se reflejan a continuación los criterios empleados en los cálculos realizados:

3.1.- VELOCIDADES EN TUBERÍAS

Para la selección del diámetro de las tuberías de agua y fangos se tendrá en cuenta los siguientes valores de la velocidad de paso:

	Min.	Max.
Aspiración bombas	0,3 m/s	1,5 m/s
Impulsión bombas:		
- Bombas de funcionamiento usual	0,5 m/s	2 m/s
- Bombas de funcionamiento esporádico	0,5 m/s	2,5 m/s
Conducciones por gravedad de aguas pretratadas:		
-En terrenos sin desniveles considerables	0,3 m/s	0,8 m/s
-En terrenos con desniveles	0,3 m/s	2,0 m/s
tuberías de funcionamiento usual	0,3 m/s	3,0 m/s
tuberías de funcionamiento esporádico (by-pass)		

Para la selección del diámetro de las tuberías de aire se tendrá en cuenta los siguientes valores de la velocidad de paso:

De DN 25 a DN 80	6,1 a 9,1 m/s
De DN 100 a DN 250	9,1 a 15,2 m/s
De DN 300 a DN 600	13,7 a 20,3 m/s
De DN 750 a DN 1500	19,3 - 33 m/s

3.2.- PENDIENTES MÍNIMAS EN EL TRAZADO DE TUBERÍAS

Para la instalación de las tuberías se respetarán las siguientes pendientes mínimas.

Pendiente mínima del colector de entrada, funcionando en lámina libre y asegurando autolimpieza.	0,3%
Pendiente mínima de las conducciones de planta que deben trabajar siempre en lámina libre, asegurando autolimpieza.	0,3%

Las condiciones de autolimpieza se calcularán según la norma alemana ATV 110

Velocidad de autolimpieza para un calado = 50% DN			
Diámetro (mm)	Velocidad crítica (m/s)	Diámetro (mm)	Velocidad crítica (m/s)
300	0,56	1.400	1,34
400	0,67	1.500	1,39
500	0,76	1.600	1,44
600	0,84	1.800	1,54
800	0,98	2.000	1,62
1.000	1,12	2.200	1,72
1.200	1,24	2.400	1,79

Coeficiente α de conversión Velocidad crítica para cualquier calado $V_{crit} = \alpha \times V_{crit\ 50\%}$	
Grado de llenado (d/DN)	α
< 0,1	1,37
0,10	1,22
0,20	1,10
0,30	1,04
0,40	1,01
0,50	1,00
0,60	0,99
0,70	1,00
0,80	1,01
0,90	1,04
1,00	1,15

3.3.- NIVEL DE LLENADO EN LAS TUBERÍAS PARCIALMENTE LLENAS.

Siempre que no existan otros condicionantes, se escogerá un diámetro de tubería que consiga el nivel de llenado que produzca una menor pérdida de carga, nivel que se sitúa alrededor del 94% del diámetro de la tubería.

Se respetará este criterio siempre que las aguas hayan sido desbastadas; de lo contrario el nivel de llenado máximo se reducirá al 70 % para permitir un cierto grado de aireación que dificulte la aparición de condiciones anaerobias. Se deberá cumplir la relación $H/D=0.75$.

4.- FÓRMULAS UTILIZADAS EN LOS CÁLCULOS HIDRÁULICOS

En este documento se han empleado para el dimensionamiento, los siguientes criterios, según la tipología y función de las tuberías, que detallamos a continuación:

4.1.1.- PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍAS POR GRAVEDAD

Se ha empleado la fórmula de Manning

$$h = 10,3 * n^2 * (Q^2/D^{5,33}) * L$$

En donde:

- h: pérdida de carga o de energía (m)
- n: coeficiente de rugosidad (adimensional)
- D: diámetro interno de la tubería (m)
- Q: caudal (m³/s)
- L: longitud de la tubería (m)

Y adoptando los siguientes coeficientes de rugosidad:

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING DE MATERIALES

Material	n	Material	n
Plástico (PE, PVC)	0,006-0,010	Fundición	0,012-0,015
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,009	Hormigón	0,012-0,017
Acero	0,010-0,011	Hormigón revestido con gunita	0,016-0,022
Hierro galvanizado	0,015-0,017	Revestimiento bituminoso	0,013-0,016

4.2.- PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍAS A SECCIÓN LLENA

Se emplea la fórmula de Hazen-Williams

$$h = 10,674 \cdot [Q^{1,852} / (C^{1,852} \cdot D^{4,871})] \cdot L$$

En la que:

- h: pérdida de carga o de energía (m)
- Q: caudal (m³/s)
- C: coeficiente de rugosidad (adimensional)
- D: diámetro interno de la tubería (m)
- L: longitud de la tubería (m)

En la siguiente tabla se muestran los valores del coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams para diferentes materiales:

COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES

Material	C	Material	C
Asbesto cemento	140	Hierro galvanizado	120
Latón	130-140	Vidrio	140

Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130-140
Hierro fundido, nuevo	130	Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113	Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100	Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90	Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83	Acero rolado	110
Hormigón	120-140	Lata	130
Cobre	130-140	Madera	120
Hierro dúctil	120	Hormigón	120-140

Con una corrección de C en función del contenido de sólidos en suspensión en el agua, lo que se aplica a los bombeos de lodos

$$C = 1 - (SS \text{ en mg/l} \cdot 9,5 / 1000)$$

Siendo SS el contenido en Sólidos en suspensión en el agua a bombear.

4.3.- PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍAS DE AGUA Y FANGOS

Para obtener la pérdida de carga en tuberías llenas se utiliza la fórmula de Darcy-Weisbach.

$$J = \frac{L}{\phi} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot f$$

Siendo:

- J : Pérdida de carga en m.c.a./m.
- f : Coeficiente de fricción adimensional
- v : Velocidad del fluido en m/s
- g : Aceleración de la gravedad en m/s²
- φ : Diámetro interior de la tubería en m.
- L : Longitud de la tubería en m.

Para obtener el coeficiente de fricción (f) se utiliza cualquiera de las fórmulas siguientes:

4.3.1.- Fórmula de Colebrook

$$\frac{1}{f^{1/2}} = -2 \log \left(\frac{K}{3,71\phi} + \frac{2,51}{\text{Re} \cdot f^{1/2}} \right)$$

Siendo:

- K : Rugosidad equivalente en m.
- Re : Número de Reynolds : $v \times \phi / \mu$
- μ : Viscosidad cinemática en m²/s. = 1,14 x 10⁻⁶ m²/s agua a 15°C.

La aproximación conseguida es tal que los valores de J obtenidos, corresponden a caudales que se separan del buscado en cantidad inferior a 10⁻⁶ litros/s.

La fórmula de Colebrook se considera válida para valores de Re mayores de 5.000 y menores de 108.

4.3.2.- Primera Fórmula de Shacham

$$1 / f(1/2) = -2 \log [K/3,7f - (5,02 / Re) \log (K / 3,7f + 14,5/ Re)]$$

La fórmula se considera válida para valores de Re mayores de 4.000 y menores de 4x10⁸

4.3.3.- Factor multiplicador de la pérdida de carga si el fluido es fango

Si el fluido es fango, las pérdidas de carga calculadas para agua, se multiplicarán por el factor indicado en la tabla siguiente (Ref. METCALF&EDDY 3ªEd.1995)

	Concentración de sólidos en suspensión						
	>1%	>2%	>3%	>4%	>5%	>6%	7%
Fangos no digeridos	1,5	2	2,5	3	4	5	6,5
Fangos digeridos	1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,1

4.3.4.- Rugosidad de materiales

MATERIAL	Manning	Colebrook
Rugosidad de los colectores de hormigón armado	n =0,015	k=1,5 mm
Acero inoxidable	n=0,011	K=0,1 mm
Plásticos para aguas residuales	n= 0,05	K= 0,15 mm
Plásticos para aguas limpias y reactivos	n= 0,009	K= 0,01 mm

4.4.- PÉRDIDA DE CARGA EN CANALES

Se utiliza la fórmula de Manning:

$$v = \frac{R^{2/3}}{n} \cdot S^{1/2}$$

Siendo:

- v : Velocidad del agua en m/s
- R : Radio hidráulico en m.
- S : Pendiente en m/m

- n : Coeficiente de rugosidad

A su vez el radio hidráulico es igual a:

$$R = \frac{\text{Área mojada del canal}}{\text{Perímetro mojado}}$$

En canales rectangulares:

$$R = \frac{b \cdot y}{b + 2y}$$

Siendo:

- b : Anchura del canal en m.
- y : Altura del agua en m.

4.5.- PÉRDIDA DE CARGA SINGULARES

Se utiliza la ecuación:

$$h = K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Siendo:

- h : Pérdida de carga en m.c.d.a.
- K : Constante
- v : Velocidad del agua en m/s
- g : Aceleración de la gravedad en m/s²

Valores típicos de K, para conducciones por gravedad:

Cambio de dirección (90 °)	k = 0,4
Cambio de dirección (45 °)	k = 0,3
Creación velocidad SALIDA depósito	k = 0,5
Anulación velocidad ENTRADA depósito	k = 1,0
Paso compuerta abierta	k = 0,3
Paso por orificio sumergido	k = 1,5
Pérdida de carga localizada en pozos cuando el colector está en carga	K = 1,5

Y para accesorios en las conducciones impulsadas:

VALORES DEL COEFICIENTE K EN PÉRDIDAS SINGULARES

Accidente	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0,2	13
Válvula de compuerta (abierta 3/4)	1,15	35
Válvula de compuerta (abierta 1/2)	5,6	160
Válvula de compuerta (abierta 1/4)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
T por salida lateral	1,80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0,90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0,75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0,60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0,45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0,40	-
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0,35	-

4.6.- ALTURA LÁMINA VERTIENTE EN VERTEDERO RECTANGULAR DE PARED DELGADA, SIN CONTRACCIÓN LATERAL Y EN DESCARGA LIBRE

Se considera que el vertedero es de pared delgada si la anchura del umbral del vertedero es menor que la mitad de la lámina de vertido.

Se utiliza la fórmula:

$$Q = \mu \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

En la que:

$$\mu = \frac{2}{3} \left[0,605 + \frac{1}{1.050 \cdot h - 3} + 0,08 \cdot \frac{h}{H - h} \right]$$

Siendo:

- h : Altura de la lámina sobre el vertedero en m
- H: Calado antes del vertedero
- Q : Caudal vertiente en m³/s.

- μ : Coeficiente de descarga del caudal (Nota 1)
- L : Longitud vertedero en m.
- g : Aceleración de la gravedad en m/s²

(Nota 1)

El cálculo del coeficiente μ , requiere un cálculo iterativo ya que la fórmula es función de la pala del vertedero y de la propia lámina de agua (h) que se quiere calcular.

Vertedero sumergido con contracción lateral:

$$Q = \frac{3}{2} \cdot \mu \cdot l \cdot h_2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \qquad h = h_1 - h_2 + \frac{V_1^2}{2 \cdot g}$$

$$\mu = \left[0,385 + 0,024 \cdot \left(\frac{l}{L} \right)^2 + \frac{2,41 - 2 \cdot \left(\frac{l}{L} \right)^2}{1.000 \cdot h_1 + 1,6} \right] \cdot \left[1 + 0,5 \cdot \left(\frac{l}{L} \right)^4 \cdot \left(\frac{h_1}{h_1 + H} \right)^2 \right]$$

Siendo:

- L = Longitud de canal, m
- l = longitud de vertedero, m
- h1 = Altura de lámina sobre vertedero, m
- h2 = Altura después del vertedero, m
- V = Velocidad aguas arriba del vertedero, m/s
- h = Diferencia de alturas en vertedero, m
- H = Altura lamina agua hasta vertedero, m
- μ = coeficiente de vertedero, m
- Q = Caudal de diseño, m³/s

4.7.- ALTURA LÁMINA VERTIENTE EN VERTEDERO TRIANGULAR

Se utiliza la fórmula siguiente:

$$Q_{entalla} = C_D \cdot \frac{8}{15} \cdot \sqrt{2g} \cdot \tan \frac{\theta}{2} \cdot h^{5/2}$$

Se utiliza la fórmula siguiente:

$$h = \sqrt[5]{\left(\frac{Q_{entalla}}{1,46} \right)^2}$$

En la que:

-
- $q = 90^\circ$
 - CD o $\mu = 0,62$ (coeficiente de descarga, experimental)
 - $h =$ pérdida de carga en m
 - $Q =$ caudal por entalla en m³/s

4.8.- ALTURA CRÍTICA EN LA DESCARGA LIBRE DE UN CANAL

Se utiliza la fórmula siguiente:

$$h = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot a^2}}$$

Siendo:

- $h =$ Altura crítica sobre solera canal (m)
- $Q =$ Caudal vertiente (m³/s)
- $a =$ Ancho de canal (m)
- $g =$ Aceleración de la gravedad (m/s²)

4.9.- PÉRDIDA DE CARGA EN REJAS

Se emplea la siguiente fórmula

$$\Delta h = K \frac{v^2}{2 \times g} =$$

En la que:

$v =$ Velocidad de paso a través de la reja, en m/s

$g =$ Aceleración de la gravedad (m/s²)

$K =$ es a la vez, el producto de tres factores:

Valores de K_1 (atascamiento)

Reja limpia: $K_1 = 1$

Reja atascada: $K_1 = (100/m)^2$

Siendo m el porcentaje de sección de paso que subsiste en el atascamiento máximo tolerado.

Esto último, del orden de 60% a 90% está relacionado con el tipo de reja (limpieza manual o mecánica), con las dimensiones de las materias que se retienen y con su naturaleza.

Para evitar el arrastre de estas materias debe limitarse el valor de la velocidad real de paso por la reja limpia dentro de un valor comprendido entre 0,8 y 1,4 m/s. (0,6 y 0,7 para A.S.)

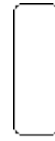
Valores de K_2 (forma de la sección horizontal de los barrotes)



K2=0,74



K2=1



K2=0,76



K2=0,37

Valores de K3 (sección de paso entre barrotes)

$\frac{t}{4} \times \left(\frac{2}{e} + \frac{1}{h} \right)$	$\frac{e}{e+d}$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0	245	51,5	18,2	8,25	4,00	2,00	0,97	0,42	0,13	0,00
0,2	230	48,0	17,4	7,70	3,75	1,87	0,91	0,40	0,13	0,01
0,4	221	46,0	16,6	7,40	3,60	1,80	0,88	0,39	0,13	0,01
0,6	199	42,0	15,0	6,60	3,20	1,60	0,80	0,36	0,13	0,01
0,8	164	34,0	12,2	5,50	2,70	1,34	0,66	0,31	0,12	0,02
1	149	31,0	11,1	5,00	2,40	1,20	0,61	0,29	0,11	0,02
1,4	137	28,4	10,3	4,60	2,25	1,15	0,58	0,28	0,11	0,03
2	134	27,4	9,9	4,40	2,20	1,13	0,58	0,28	0,12	0,04
3	132	27,5	10,0	4,50	2,24	1,17	0,61	0,31	0,15	0,06

t = espesor de los barrotes

d = ancho de barrotes

e = espacio entre barrotes

h = Altura sumergida de los barrotes vertical u oblicua.

Todos estos valores deben expresarse en la misma unidad.

4.10.- PÉRDIDA DE CARGA EN CANALES, CÁMARAS O DEPÓSITOS

Las pérdidas de carga en canales, cámaras o depósitos serán calculadas de acuerdo a la expresión de Bazin con el coeficiente de Chezy.

El coeficiente de Chezy "C" será calculado a través de la expresión de Bazin:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R_H}}} =$$

Donde:

- γ Coeficiente de rugosidad.
- RH: radio hidráulico, m

La pérdida de carga unitaria (i) se calculará utilizando la expresión de Chezy.

$$i = \frac{v^2}{C^2 \cdot R_h} =$$

Donde:

- i: pérdida de carga unitaria.
- v: velocidad, m/s

Canales abiertos y cámaras.

Si fuera necesario el cálculo de las pérdidas de carga utilizando la expresión de Manning, sería la siguiente.

$$Q = \frac{A_m \cdot \sqrt[3]{R_H^2} \cdot \sqrt{S}}{n}$$

- Q: caudal, m³/s
- A_m: área mojada, m²
- R_H: radio hidráulico, m
- S: pendiente, m/m
- n: coeficiente de Manning.

4.11.- PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍAS DE AIRE

Se emplea la siguiente fórmula, Existe una formulación matemática, la ecuación de Darcy-Weisbach, que permite calcular la pérdida de carga en un tramo longitud de tubería mediante la siguiente expresión:

$$\Delta p = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Donde,

- Δp es la pérdida de carga medida según la altura manométrica (m.c.a.)
- L es la longitud de tramo de la tubería (m)
- D es el diámetro interior de la tubería (m)
- v es la velocidad del aire en el interior de la tubería (m/s)
- g es la aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)
- f es el factor de fricción de Darcy-Weisbach.

El factor de fricción (f), es un parámetro adimensional que depende del número de Reynolds (R_e) del fluido (en este caso, del aire) y de la rugosidad relativa de la tubería (ε_r)

$$f = f(R_e, \epsilon_r)$$

donde el número de Reynolds (R_e) viene expresado por la siguiente formulación:

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

siendo

ρ la densidad del fluido, en este caso del aire (ρ_{aire} = 1,18 kg/m³ a 25 °C)

v es la velocidad del aire en el interior de la tubería (m/s)

D es el diámetro interior de la tubería (m)

μ es viscosidad dinámica del fluido, en este caso del aire ($\mu_{aire} = 1,76 \cdot 10^{-5}$ kg/m·s)

Por otro lado, la rugosidad relativa de la tubería (ε_r) viene dada en función de la rugosidad absoluta (K) del material del que está fabricada la tubería y de su diámetro interior (D) de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\varepsilon_r = \frac{K}{D}$$

En la siguiente tabla se muestran los valores de rugosidad absoluta para distintos materiales:

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES

Material	K (mm)	Material	K (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015	Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01	Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024	Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015	Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024	Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024	Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003	Hormigón	0,3-3,0

5.- INSTALACIONES DE ALIVIO DE CAUDALES Y DE BYPASS

5.1.- INSTALACIONES DE ALIVIO DE CAUDALES

La planta contará con tres instalaciones para el alivio de caudales:

- La primera, ubicada en la entrada de la planta, permitirá el bypass general de la misma, con capacidad para 5 Qm.
- La segunda, tras el pretratamiento, limitará a 2Qm el caudal admitido al Primario o Biológico, evacuando hasta 1Qm hacia el tanque de alivios
- Desde este mismo canal el agua podrá ser enviada al emisario a través de la r4ed de by-pass, con un caudal total de los 3 Qm pretratados.
- Tras el tratamiento primario, el agua puede ser enviada al emisario, sin entrar al biológico, con una capacidad de 2 Qm, actuando como by-pass del biológico

5.2.- INSTALACIONES DE BYPASS.

Además de las instalaciones de alivio de caudal descritas en el apartado anterior, que pueden considerarse también como instalaciones de bypass, se ha previsto:

- Dejar fuera de servicio el tratamiento primario, pasando el agua pretratada al Biológico
- Dejar fuera de servicio el Biológico, derivando el agua al emisario a la salida del Tratamiento Primario
-

6.- CÁLCULO DE LA LÍNEA PIEZOMÉTRICA DE LA EDAR, CONDUCCIONES Y BOMBEOS

Se adjunta el cálculo de la línea piezométrica de la EDAR, en aplicación de los criterios anteriores.

Se ha fijado una cota de terreno uniforme en toda la parcela, la 34

El agua llega bombeada hasta el tanque de recepción y regulación, que se eleva hasta la cota 38,5, al que se sitúa el vertedero de alivio. Los bombeos exteriores están diseñados para llegar a la EDAR a la cota 39,5

El agua circula por gravedad desde la solera de este tanque, a la cota 36 hasta la salida del Tratamiento Primario, a la cota 33,25.

Tras este, se ha proyectado un bombeo para elevar el agua al Biológico, ya que la gran pérdida de carga de este proceso implicaría construirlo prácticamente enterrado lo que dificultaría asimismo la conducción de retorno de agua depurada al emisario. Iniciando el Biológico a la cota 35,50

De esta manera, y tras la fuente de presentación el inicio de la lámina de agua tratada se sitúa a la 33,15 considerando la rasante de la tubería de retorno en el último pozo de la parcela, la cota 32,15.

A continuación se realizan los cálculos hidráulicos de la EDAR:

CÁLCULOS DE LA LÍNEA PIEZOMÉTRICA

Caudal medio diario:		4800	m3/día
Caudal medio:		200	m3/h
Caudal máximo llegada a EDAR	5 Qm	1000	m3/h
Caudal máximo en pretratamiento	3 Qm	600	m3/h
Caudal máximo en Primario y Biológico	2 "	400	m3/h
Caudal mínimo:			
Factor caudal mínimo estimado:	0,2 "	40	m3/h

COTAS DE IMPLANTACIÓN

Terreno estado actual		Variable	
Cota zona llegada colectores		36,25	
Cota terreno zona pretratamiento		34	m
Cota solera edificio de pretratamiento		34,1	m
Cota de terreno zona primario		34	m
Cota terreno zona biológico		34	m
Emisario de llegada			
Cota generatriz inferior colector de llegada		m
Viscosidad cinemática a 14° C		1,163E-06	
Viscosidad dinámica a 16 °C		0,001104	
Velocidad adoptada en canales		0,6	m/s
Velocidad adoptada paso compuertas		0,4	m/s

OBRA DE LLEGADA

Caudal máximo llegada por bombeos a EDAR		1000	m3/h
Las dos tuberías convergen en un depósito laminador			
Cota de la solera del tanque laminador	<input type="text" value="36,00"/>		m
Altura útil de lámina de agua en el tanque		2,50	m
Cota de vertedero de excedentes	<input type="text" value="38,50"/>		

Longitud de vertedero 2 m

Para proteger el cauce receptor, en este vertedero se situará un tamiz con luz de malla de 5 mm
Se elige un tamiz de montaje horizontal con flujo vertical descendente
La longitud de vertedero será la necesaria para el flujo a través de tamiz

Caudal admitido en EDAR		600	m3/h
Caudal máximo a aliviar		400	m3/h

Cálculo vertedero

$$Q = \mu \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \mu = \frac{2}{3} \left[0,605 + \frac{1}{1.050 \cdot h - 3} + 0,08 \cdot \frac{h}{H - h} \right]$$

Q = Caudal máximo a aliviar		0,1111	m3/s
l = Longitud de vertedero		2	m
H = Altura lámina agua antes vertedero		2,50	m
m = Coeficiente de vertedero		0,41	
h = Altura de lámina sobre vertedero		0,10	mca

Colector a EDAR

Cota solera tanque regulación	36,00	
Diámetro de la tubería hasta la EDAR	500	mm
Cota de la rasante en el arranque	35,50 m	
Distancia hasta canal entrada	23	m
Pendiente de la tubería	1,1%	
Cota de la rasante en la llegada a canales de desbaste	35,25 m	

Vemos el grado de llenado a caudal máximo

Set units: m mm pies pulgadas		Resultados:	
Diámetro de la tubería, d ₀	500 mm	Caudal, q	166.6065 l/s
Rugosidad según Manning, n ₂	0,021	Velocidad, v	1,2930 m/s
Pendiente hidráulica (o quizás 2 de la tubería), S ₀	1 % vert./horiz.	Presión (en M.C.As) por velocidad de flujo, h _v	0,0852 m
% llenado de la tubería (llena=100% o fracción 1)	62,4 %	Área del flujo	0,1289 m ²
		Perímetro mojado	0,9107 m
		Radio hidráulico	0,1415 m
		Ancho de lámina libre, T	0,4844 m
		Número de Froude, F	0,80
		Tensión tangencial (fuerza de tracción), tau	30,5947 N/m ²

Caudal medio:	200	m ³ /h
Caudal máximo de entrada a la EDAR: 3 Qm	600	m ³ /h
	0,167	m ³ /s
Diámetro colector de llegada	500	mm
	0,50	m
Pendiente del tubo	1,08%	
	0,011	m/m
Longitud desde tanque de regulación	23	m
Diferencia nivel	0,25	
Área del segmento mojado	0,1289	m ²
Longitud de la cuerda	0,4844	m
Ángulo mojado	151,38	°
Altura de la lámina de agua en interior tubo	0,532	m
Resalte hidráulico por cámara reparto de flujos	0,05	
Cota de Lámina de Agua entrada a EDAR	35,20 m	

Desbaste de Finos

Calculado para el canal de mayor caudal

Caudal máximo en el proceso	600,0 m³/h
Caudal por canales pequeños	119,0 m³/h
Caudal por canales grandes	481,0 m³/h
Cálculo del más desfavorable	481,0 m³/h
Nº de líneas	2
Caudal máximo por canal	240,5 m³/h 0,07 m³/s

Cota Lámina de Agua inicio canales desbaste:

35,20 m

Altura lámina aguas arriba a colmatación máxima (ver anejo cálculos)

0,32 m

Cota de la solera de este tramo de canal

34,88 m

Tamiz de finos

Velocidad de paso a través de reja

$$\Delta h = K \frac{v^2}{2 \times g} =$$

1,0 m/s

Máximo atascamiento permitido

30,00%

Espacio libre, e, mm

3 mm

grueso perfil, t, mm

2 mm

calado máximo, h, mm

320 mm

K₁: sobre atascamiento = (100/m)²

2,04

K₂: forma perfil, recto

1,00

K₃:

1,8

$$(t/4) \cdot (2/e + 1/h)$$

0,40

$$e/(t+e)$$

0,60

Pérdida en la reja de finos:

0,19 m

Pérdida forzada por el tipo de tamiz:

0,00 m

Pérdida por confluencia de canales

0,03 m

Cota de Lámina de Agua Canal de Salida de Tamizado

34,99 m

Anchura del canal

0,5 m

Altura lámina de agua, forzada por la entrada a desarenadores

0,28 m

Cota de la solera de cámara de reparto a desarenadores

34,71 m

Velocidad de circulación

0,5 m/s

Desarenador/Desengrasador

Cota de lámina de agua en canal reparto a desarenadores 34,99 m

Caudal máximo: 600 m³/h
 Número de líneas: 3 Und(s)
 Caudal máximo por línea: 200 m³/h

Compuerta de Entrada:

$$h = \frac{v^2}{K^2 \times 2 \times g} =$$

Constante K en compuerta: 0,62
 Ancho de compuerta: 0,50 m
 Velocidad de paso: 0,40 m/s
 Lámina de agua: 0,28 m
 Pérdida en compuerta de entrada: 0,02 m
 Resalte hidráulico a la entrada: 0,13 m
 Cota de Lámina de Agua Desarenador: 34,84 m
 Las pérdidas de carga por el flujo a través del desarenado se consideran despreciables.

Vertedero de salida pared delgada

$$Q = \mu \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \mu = \frac{2}{3} \left[0,605 + \frac{1}{1.050 \cdot h - 3} + 0,08 \cdot \frac{h}{H - h} \right]$$

l = Longitud de vertedero: 1,60 m
 H = Altura lámina agua antes vertedero: 3,10 m
 m = Coeficiente de vertedero: 0,41
 Q = Caudal: 0,06 m³/s
 h = Altura de lámina sobre vertedero: 0,07 m
 Cota de chapa vertedero: 34,77 m

Esta cota coincide con la solera de salida del desbaste, de manera que a caudal cero, los canales queden secos

Resalte en cámara reunión desarenadores: 0,20 m
 Cota Lámina de Agua Canal Salida Desarenador: 34,57 m

En esta canal se produce la discriminación hacia biológico y hacia tanque de Alivios

1.- Hacia biológico

Diámetro tubería a biológico: 350 mm
 Margen hidráulico para tubería llena: 0,20 m
 Cota de solera canal salida pretratamiento: 34,02 m

Ver la necesidad de tener que enterrar la tubería por la topografía del terreno

Reparto Agua Pretratada

Cota Lámina de Agua interior canales Salida Desarenador: 34,57 m

A esta cota se sitúa el labio de vertedero hacia el decantador de alivio

Rebosadero de salida de agua hacia decantador alivios

Caudal máximo derivado 200 m³/h

Vertedero de pared delgada

$$Q = \mu \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \mu = \frac{2}{3} \left[0,605 + \frac{1}{1,050 \cdot h - 3} + 0,08 \cdot \frac{h}{H - h} \right]$$

Caudal máximo 0,056 m³/s

l = Longitud de vertedero 1,00 m

H = Altura lámina agua antes vertedero 0,55 m

m = Coeficiente de vertedero 0,42 m

h = Altura de lámina sobre vertedero 0,11 m

Cota que alcanzaría el agua a caudal máximo 34,68 m

Cota del vertedero de salida de desarenado 34,77 m

Está más alto, no hay riesgo de retrocesos

1.- Hacia Decantador de alivios

Resalte tras vertedero: 0,10 m

Cota lámina agua inicio tubería a decantador alivios 34,47 m

Diámetro tubería a línea de alivios 0,30 m

Cota lámina agua inicio tubería a Tratamiento Primario 34,57 m

Diámetro tubería a Tratamiento primario 0,35 m

Conducción de Alivios hasta Decantador

COTA LÁMINA DE AGUA EN INICIO TUBERÍA A ALIVIOS

34,47 m

Caudal máximo 200 m³/h
 Nº de tuberías 1 Und(s)
 Caudal máximo por línea 200 m³/h

Tubería hasta arqueta de reparto a reactores

Compuerta acceso a tubería

$$h = (v^2 / (k^2 \times 2 \times g))$$

Ancho del orificio: 0,30 m

Altura del orificio: 0,30 m

Constante k en orificio de salida: 0,62

Velocidad a Q_{máximo}: 0,62 m/s

Pérdida en compuerta: 0,051 m

Pasamuros de salida

Diámetro del pasamuro: 300 mm

Constante K en pasamuro de salida: 0,50

Velocidad a Q_{máximo}: 0,79 m/s

Pérdida en pasamuro: 0,016 m

Tubería

1,7E-03 m/m

f = 0,016251889

PEAD

Material

Coefficiente K de rugosidad: 2,50E-05 m

Diámetro de tubería: 300 mm

Número de Reynold 2,03E+05

Velocidad a Q_{máximo}: 0,79 m/s

Longitud de tubería 40,00 m

Pérdida en tubería: 0,070 m

Codos de 45°

Diámetro del codo: 300 mm

Radio de curvatura codo: 450 mm

Constante K en codos de 45° de 1,5 r/D 0,17

Velocidad a Q_{diseño}: 0,79 m/s

Número de codos: 2 Und(s)

Pérdida codos de 45° en conducción: 0,010 m

Codos de 90°

Diámetro del codo: 300 mm

Radio de curvatura codo: 450 mm

Constante K en codos de 90° de 1,5 r/D 0,29

Velocidad a Q_{diseño}: 0,79 m/s

Número de codos: 3 Und(s)

Pérdida codos de 90° en conducción: 0,027 m

Equipo de medición de caudal

Diámetro del caudalímetro: 300 mm

Relación de diámetros: 1

Velocidad a Q_{máximo}: 0,79 m/s

Pérdida en medidor electromagnético de caudal: 0,050 m

Entrada a cámara central decantador

Diámetro del pasamuro: 300 mm

Constante K en pasamuro de salida: 1,05

Velocidad a Q_{máximo}: 0,79 m/s

Pérdida en entrada a cámara central decantador: 0,033 m

Resalte entrada proceso 0,30 m

Cota Lámina de Agua en Decantador Alivios:

33,91 m

Cobertura hasta coronación de muros 0,50 m

Cota coronación de muros 34,41

Altura sobre el terreno 0,41

Considerada la cota en zona biológico

DECANTADOR DE ALIVIOS

Caudal a decantación	200,0 m³/h
Nº de decantadores en servicio	1 Und(s)
Caudal hacia cada uno	200,0 m³/h
Cota Lámina de Agua en Decantador	33,91 m
Diámetro de la obra del decantador	16,0 m
Tipo de canal de recogida	Exterior
Longitud de vertedero	50,24 m
Vertedero triangular canales de recogida	
$Q = C_q \times 8 / 5 \times \text{tg}(a/2) \times h^2 \times \bar{O}(2 \times g \times h)$	
$C_q =$ Coeficiente de vertedero	0,593
Número de entalladuras por metro:	4 Und(s)
$a =$	90 °
$L =$ Longitud total de vertedero	50,24 m
$Q =$ por vertedero unitario, sin recirculación	1,0 m³/h
$h =$ Altura en vertedero	0,04 m
Cota de vértice de vertedero:	33,87 m
Resalto a interior canal recogida:	0,20 m
<u>COTA LÁMINA DE AGUA EN CANAL DE RECOGIDA</u>	33,67 m
Caudal máximo	200 m³/h
Nº líneas	1 Und(s)
Caudal máximo de rebose por línea	200 m³/h
Canal perimetral de recogida	
Según Bazin:	
$C = 87 \times \bar{O}[(Rh)/(g + \bar{O}(Rh))]$	35,89
Ancho:	0,40 m
Calado:	0,12 m
Radio hidráulico:	0,07 m
Gamma:	, para hormigón 0,16 m
Según Chezy:	
$i = v^2 / (C^2 \times Rh)$	
Velocidad:	0,60 m/s
Pérdida unitaria de carga:	3,812E-03
Longitud:	25,1 m
Pérdida en canal perimetral de recogida ($h_{11,12}$):	0,10 m
Resalto en salida a arqueta exterior:	0,20 m
<u>COTA LÁMINA DE AGUA EN ARQUETA DE SALIDA DECANTADOR</u>	33,37 m
Esta tubería se une a la de salida de agua tratada, cuya cota es	32,15 m

Conducción de Agua Pretratada a F-Q

COTA LÁMINA DE AGUA EN canal salida desarenadores

34,57 m

Caudal máximo 400 m³/h

Nº de tuberías 1 Und(s)

Caudal máximo por línea 400 m³/h

Tubería hasta arqueta de reparto a reactores

Compuerta acceso a tubería

$$h = (v^2 / (k^2 \times 2 \times g))$$

Ancho del orificio: 0,35 m

Altura del orificio: 0,35 m

Constante k en orificio de salida: 0,62

Velocidad a Q_{máximo}: 0,91 m/s

Pérdida en compuerta: 0,109 m

Pasamuros de salida

Diámetro del pasamuro: 350 mm

Constante K en pasamuro de salida: 0,60

Velocidad a Q_{máximo}: 1,15 m/s

Pérdida en pasamuro: 0,034 m

Tubería

f = 2,9E-03 m/m

0,014838633

Material PEAD

Coefficiente K de rugosidad: 2,50E-05 m

Diámetro de tubería: 350 mm

Número de Reynold 3,48E+05

Velocidad a Q_{máximo}: 1,15 m/s

Longitud de tubería 20,00 m

Pérdida en tubería: 0,060 m

Codos de 45º

Diámetro del codo: 350 mm

Radio de curvatura codo: 525 mm

Constante K en codos de 45º de 1,5 r/D 0,17

Velocidad a Q_{diseño}: 1,15 m/s

Número de codos: 2 Und(s)

Pérdida codos de 45º en conducción: 0,020 m

Codos de 90º

Diámetro del codo: 350 mm

Radio de curvatura codo: 525 mm

Constante K en codos de 90º de 1,5 r/D 0,29

Velocidad a Q_{diseño}: 1,15 m/s

Número de codos: 2 Und(s)

Pérdida codos de 90º en conducción: 0,039 m

Equipo de medición de caudal

Diámetro del caudalímetro: 350 mm

Relación de diámetros: 1

Velocidad a Q_{máximo}: 1,15 m/s

Pérdida en medidor electromagnético de caudal: 0,050 m

Entrada a cámara reparto

Diámetro del pasamuro: 350 mm

Constante K en pasamuro de salida: 1,05

Velocidad a Q_{máximo}: 1,15 m/s

Pérdida en entrada a canal de reparto a F-Q: 0,071 m

Resalte entrada proceso 0,00 m

Cota Lámina de Agua en Reparto a F-Q

34,19 m

MEZCLA Y FLOCULACIÓN

Cota lámina de agua en arqueta entrada		34,19 m
Caudal máximo a proceso	400 m ³ /h	
Caudal de recirculación aguas de lavado	80 m ³ /h	
Caudal máximo más recirculación	480 m ³ /h	
Número de Líneas:	4 Und(s)	
Caudal por línea	115 m ³ /h	

Paso por orificio sumergido:

$$\Delta h = \frac{V^2}{K^2 \cdot 2 \cdot g}$$

Ancho de hueco:	0,40 m
Longitud hueco:	0,40 m
Constante k en zona de paso:	0,62
Velocidad a Q _{máximo} :	0,20 m/s

Pérdida en paso por orificio sumergido:	0,01 m
Resalto entre procesos	0,05 m
Cota lámina de agua en cámara de mezcla:	34,13 m

Vertedero de pared delgada

$$Q = \mu \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \mu = \frac{2}{3} \left[0,605 + \frac{1}{1.050 \cdot h - 3} + 0,08 \cdot \frac{h}{H - h} \right]$$

Salida a cámara de floculación

Q = Caudal diseño	0,032 m ³ /s
l = Longitud de vertedero	1,40 m
H = Altura lámina de agua:	2,20 m
μ = Coeficiente de vertedero	0,42
h = Altura de lamina sobre vertedero	0,06 m

Resguardo por agitación:	0,03 m
Cota de chapa vertedero	34,04 m
Resalto tras vertedero a Floculación	0,10 m

Cota de Lámina en cámara de floculación: **33,94 m**

Se considera nula la pérdida de carga entre una y otra cámara de floculación

Salida de F-Q. Vertedero de pared delgada

Q = Caudal diseño	0,032 m ³ /s
l = Longitud de vertedero	2,80 m
H = Altura lámina de agua:	2,20 m
μ = Coeficiente de vertedero	0,42
h = Altura de lamina sobre vertedero	0,04 m

Resguardo por agitación	0,03 m
Cota de chapa vertedero	33,87 m
Resalte tras vertedero	0,10 m

Cota de Lámina en canal salida de floculación: **33,77 m**

Anchura del canal	0,80 m
-------------------	--------

Entrada a decantadores

Hueco entrada a decantadores	500 mm
Margen hidráulico para agujero sumergido	0,30 m
Cota de solera canal salida F-Q:	32,97 m

DECANTACIÓN LAMELAR

COTA LÁMINA DE AGUA EN CANAL ENTRADA DECANTADOR LAMELAR

33,77 m

Caudal máximo	460 m ³ /h
Nº líneas	4 Und(s)
Caudal máximo por línea	115 m ³ /h
Paso sumergido	
$h = (v^2 / (k^2 \times 2 \times g))$	
Altura del orificio:	0,50 m
Ancho del orificio:	0,50 m
Constante k en orificio de salida:	0,62
Número de huecos:	1 Und(s)
Velocidad a Q _{máximo} :	0,13 m/s
Pérdida en paso sumergido:	0,002 m
Resalto entrada a decantador	0 m

COTA LÁMINA DE AGUA EN DECANTADOR LAMELAR

33,77 m

Anchura decantador	2,80 m
Longitud util decantador lamelar	6,90 m
Vertedero triangular en canales de recogida	
$Q = C_q \times 8 / 5 \times \text{tg}(a/2) \times h^2 \times \bar{O}(2 \times g \times h)$	
C _q = Coeficiente de vertedero	0,593
Número de entalladuras por metro:	4 Und(s)
a =	90 °
Posición canaletas recogida agua	longitudinal
Número de canaletas por decantador	3 Und(s)
Nº de caras de rebose	2 Und(s)
Longitud de las canaletas	6,90 m
L = Longitud total de vertedero	41,40 m
Q = por vertedero unitario	0,19 l/s
h = Altura de agua sobre vertedero	0,02 m
Cota de vértice de vertedero:	33,75 m
Resalto en interior canal recogida:	0,10 m

COTA LÁMINA DE AGUA EN CANALES DE RECOGIDA

33,65 m

resalte al canal de salida de agua decantada

0,1 m

COTA LÁMINA DE AGUA CANAL SALIDA DECANTACIÓN LAMELAR

33,55 m

Canal de recogida de agua decantada

Caudal máximo circulante	460 m ³ /h
Ancho:	0,80 m
altura de lámina de agua antes de tamiz	0,40 m
Cota de solera canal salida Decantación:	33,15 m
Pérdida en tamiz de afino	0,30 m

COTA LÁMINA DE AGUA INICIO TUBERÍA A BIOLÓGICO

33,25 m

Salida a Biológico

Diámetro tubería a biológico	350 mm
Margen hidráulico para agujero sumergido	0,30 m
Cota de solera canal salida Decantador:	32,60 m

Ver la necesidad de tener que enterrar la tubería por la topografía del terreno

Conducción de F-Q a Biológico

<u>Cota lámina de agua en canal salida F-Q</u>		33,25 m
Caudal máximo		400 m³/h
Nº de tuberías		1 Und(s)
Caudal máximo por línea		400 m³/h
Tubería hasta arqueta de reparto a reactores		
Compuerta acceso a tubería		
$h = (v^2 / (k^2 \times 2 \times g))$		
Ancho del orificio:		0,35 m
Altura del orificio:		0,35 m
Constante k en orificio de salida:		0,62
Velocidad a $Q_{\text{máximo}}$:		0,91 m/s
Pérdida en compuerta:		0,109 m
Pasamuros de salida		
Diámetro del pasamuro:		350 mm
Constante K en pasamuro de salida:		0,50
Velocidad a $Q_{\text{máximo}}$:		1,15 m/s
Pérdida en pasamuro:		0,034 m
Tubería		
	$f =$	2,9E-03 m/m
		0,014838633
Material		PEAD
Coeficiente K de rugosidad:		2,50E-05 m
Diámetro de tubería:		350 mm
Número de Reynold		3,48E+05
Velocidad a $Q_{\text{máximo}}$:		1,15 m/s
Longitud de tubería		20,00 m
Pérdida en tubería:		0,060 m
Codos de 45º		
Diámetro del codo:		350 mm
Radio de curvatura codo:		525 mm
Constante K en codos de 45º de	1,5 r/D	0,17
Velocidad a $Q_{\text{diseño}}$:		1,15 m/s
Número de codos:		2 Und(s)
Pérdida codos de 45º en conducción:		0,020 m
Codos de 90º		
Diámetro del codo:		350 mm
Radio de curvatura codo:		525 mm
Constante K en codos de 90º de	1,5 r/D	0,29
Velocidad a $Q_{\text{diseño}}$:		1,15 m/s
Número de codos:		2 Und(s)
Pérdida codos de 90º en conducción:		0,039 m
Entrada a canal de reparto		
Diámetro del pasamuro:		350 mm
Constante K en pasamuro de salida:		1,05
Velocidad a $Q_{\text{máximo}}$:		1,15 m/s
Pérdida en entrada a canal de reparto a filtros:		0,071 m
Resalte entrada proceso		0,00 m
<u>Cota Lámina de Agua en pozo de Bombeo a Biofiltros</u>		32,92 m
Cota solera pozo de bombeo		30,92 m
<u>Cota a la que se bombea para reparto a Biofiltros</u>		35,50 m

Celdas de Biofiltros

COTA LÁMINA DE AGUA CANAL REPARTO A BIOFILTROS

35,50 m

Caudal máximo en proceso	400 m ³ /h
Nº de líneas	8 Und(s)
Caudal máximo por línea	67 m ³ /h
Con una unidad en lavado	80 m ³ /h
Pérdida hidráulica a través del lecho de filtración	1,50 m

Cota Lámina de Agua Disponible en Lecho de Biofiltros

34,00 m

Vertedero de salida de agua tratada, con una unidad en lavado

$$Q = \mu \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \mu = \frac{2}{3} \left[0,605 + \frac{1}{1.050 \cdot h - 3} + 0,08 \cdot \frac{h}{H - h} \right]$$

Q = Caudal máximo	0,022 m ³ /s
l = Longitud de vertedero	4,50 m
H = Altura lámina agua antes vertedero	0,80 m
m = Coeficiente de vertedero	0,45 m
h = Altura de lámina sobre vertedero	0,02 m

Cota de chapa vertedero **33,98 m**

Resguardo tras vertedero: 0,20 m

Cota Lámina de Agua en canal de salida agua filtrada

33,78 m

Caudal máximo circulante 400 m³/h

Según Bazin:

Ancho:	0,80 m
Calado:	0,23 m
Velocidad en canal	0,80 m/s
Cota solera del canal de salida de agua filtrada	33,55 m

Vertedero de salida de aguas fangosas

$$Q = \mu \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \mu = \frac{2}{3} \left[0,605 + \frac{1}{1.050 \cdot h - 3} + 0,08 \cdot \frac{h}{H - h} \right]$$

Q = Caudal máximo agua lavado	507 m ³ /h
	0,141 m ³ /s
l = Longitud de vertedero	4,50 m
H = Altura lámina agua antes vertedero	0,60 m
m = Coeficiente de vertedero	0,42 m
h = Altura de lámina sobre vertedero	0,07 m

Resguardo de seguridad 0,05 m

Cota de chapa vertedero **33,86 m**

Resguardo tras vertedero: 0,20 m

Cota Lámina de Agua en canal de salida aguas fangosas de lavado

33,66 m

Caudal máximo circulante 507 m³/h

Según Bazin:

Ancho:	0,80 m
Calado:	0,29 m
Velocidad en canal	0,80 m/s
Cota solera del canal de salida de aguas fangosas	33,37 m

Salida de Agua Tratada

Cota solera canal de agua tratada		33,55 m
Resalte seguridad en depósito agua tratada		0,10 m
Cota Lámina de Agua En depósito agua tratada		33,45 m
Vertedero de salida de agua tratada a vertido		
$Q = \mu \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$	$\mu = \frac{2}{3} \left[0,605 + \frac{1}{1,050 \cdot h - 3} + 0,08 \cdot \frac{h}{H - h} \right]$	
Q = Caudal máximo		0,11 m ³ /s
l = Longitud de vertedero		2,00 m
H = Altura lámina agua antes vertedero		4,00 m
m = Coeficiente de vertedero		0,41 m
h = Altura de lámina sobre vertedero		0,10 m
Cota de chapa vertedero		33,35 m
Resguardo tras vertedero:	0,20 m	
Cota Lámina de Agua en canal de salida agua tratada		33,15 m
Tubería de salida	0,35 m	
Resguardo por agujero sumergido	0,30 m	
Cota solera canal de salida		32,50 m

BOMBEO A BIOLÓGICO

Caudal máximo:		400,0 m ³ /h
Cota solera del pozo de bombeo		30,92 m
Cota lámina agua en canal reparto	35,50 m	
Cota coronación canal	0,5	36,00 m
		Adoptado
Nº de Bombas instaladas:		5 Und(s)
Nº de Bombas en servicio:		4 Und(s)
Caudal unitario de partida:		100,00 m ³ /h
C viene corregido por el contenido en sólidos	0,10 g/l	0,99905
Lámina mínima de agua en pozo bombeo:		0,40 m
Altura geométrica hg:		4,68 m.c.a.

Calculo pérdidas de carga impulsión:

Hazen - Williams (en la forma para tuberías circulares): $I = (Q/0,279 C \cdot D^{2,63})^{1,85}$

Donde:

Q = Caudal en m³/s

D = Diámetro de la tubería en m

C = Coeficiente de Hazen - Williams. Tubería de Inox 130

Colector Individual de Impulsión

Caudal colector individual impulsión:		100 m ³ /h
Caudal Colector individual:		0,028 m ³ /s
Velocidad mínima recomendada:		0,60 m/s
Velocidad máxima recomendada:		2,00 m/s
Ø Tubería impulsión, inox milimétrica	150 mm	
Espesor pared	2	
Diámetro interior colector:		146 mm
Velocidad resultante:		1,66 m/s
Longitud colector:		8 m
Nº Válvulas retención:	(1/D = 45)	1 Und(s)
Nº Válvulas cierre:	(1/D = 5)	1 Und(s)
Nº de codos 90º:	(1/D = 26)	2 Und(s)
Nº de codos 45º:	(1/D = 18)	0 Und(s)
Nº de derivaciones:	(1/D = 36)	0 Und(s)
Nº de salidas:	(1/D = 45)	1 Und(s)
Longitud equivalente:		29,46 m
Coeficiente de Hazen - Williams:		130
Pérdida de carga impulsión:		0,59 m.c.a.
Altura manométrica total:		5,56 m.c.a.
Presión adoptada		6,00 m.c.a.

BOMBEO DE CAMIONES DE FOSAS

Caudal máximo:		20,0 m³/h
Cota solera del pozo de bombeo		31,00 m
Cota lámina agua en canal pretratamiento	35,20 m	
Cota coronación canal	0,5	35,70 m
		Adoptado
Nº de Bombas instaladas:		2 Und(s)
Nº de Bombas en servicio:		1 Und(s)
Caudal unitario de partida:		20,00 m³/h
C viene corregido por el contenido en sólidos	5,00 g/l	0,9525
Lámina mínima de agua en pozo bombeo:		0,30 m
Altura geométrica hg:		4,40 m.c.a.

Calculo pérdidas de carga impulsión:

Hazen - Williams (en la forma para tuberías circulares): $I = (Q/0,279 C \cdot D^{2,63})^{1,85}$

Donde:

Q = Caudal en m³/s

D = Diámetro de la tubería en m

C = Coeficiente de Hazen - Williams. Tubería de PE 150

Colector Individual de Impulsión

Caudal colector individual impulsión:		20 m³/h
Caudal Colector individual:		0,006 m³/s
Velocidad mínima recomendada:		0,60 m/s
Velocidad máxima recomendada:		2,00 m/s
Ø Tubería impulsión, PE	90 mm	
Espesor pared	5	
Diámetro interior colector:		80 mm
Velocidad resultante:		1,11 m/s
Longitud colector:		25 m
Nº Válvulas retención:	(1/D = 45)	1 Und(s)
Nº Válvulas cierre:	(1/D = 5)	1 Und(s)
Nº de codos 90º:	(1/D = 26)	4 Und(s)
Nº de codos 45º:	(1/D = 18)	0 Und(s)
Nº de derivaciones:	(1/D = 36)	0 Und(s)
Nº de salidas:	(1/D = 45)	1 Und(s)
Longitud equivalente:		40,92 m
Coeficiente de Hazen - Williams:		150
Pérdida de carga impulsión:		0,65 m.c.a.
Altura manométrica total:		5,07 m.c.a.

BOMBEO DE FANGOS PRIMARIOS

Caudal máximo:		15,0 m ³ /h
Cota solera del pozo de bombeo		27,50 m
Cota lámina agua en espesador	36,00 m	
Cota coronación canal	0,5	36,50 m
		Adoptado
Nº de Bombas instaladas:		2 Und(s)
Nº de Bombas en servicio:		1 Und(s)
Caudal unitario de partida:		15,00 m ³ /h
C viene corregido por el contenido en sólidos	2,00 g/l	0,981
Lámina mínima de agua en pozo bombeo:		0,30 m
Altura geométrica hg:		8,70 m.c.a.

Calculo pérdidas de carga impulsión:

Hazen - Williams (en la forma para tuberías circulares): $I = (Q/0,279 C \cdot D^{2,63})^{1,85}$

Donde:

Q = Caudal en m³/s

D = Diámetro de la tubería en m

C = Coeficiente de Hazen - Williams. Tubería de PE 150

Colector Individual de Impulsión

Caudal colector individual impulsión:		15 m ³ /h
Caudal Colector individual:		0,004 m ³ /s
Velocidad mínima recomendada:		0,60 m/s
Velocidad máxima recomendada:		2,00 m/s
Ø Tubería impulsión, PE	90 mm	
Espesor pared	5	
Diámetro interior colector:		80 mm
Velocidad resultante:		0,83 m/s
Longitud colector:		50 m
Nº Válvulas retención:	(1/D = 45)	1 Und(s)
Nº Válvulas cierre:	(1/D = 5)	1 Und(s)
Nº de codos 90º:	(1/D = 26)	6 Und(s)
Nº de codos 45º:	(1/D = 18)	0 Und(s)
Nº de derivaciones:	(1/D = 36)	0 Und(s)
Nº de salidas:	(1/D = 45)	1 Und(s)
Longitud equivalente:		70,08 m
Coeficiente de Hazen - Williams:		150
Pérdida de carga impulsión:		0,62 m.c.a.
Altura manométrica total:		9,33 m.c.a.
Presión adoptada		10,00 m.c.a.

BOMBEO DE VACIADO DEL TANQUE DE ALIVIOS

Caudal máximo:		40,0 m ³ /h
Cota solera del pozo de bombeo		27,90 m
Cota lámina agua en pretratamiento	35,20 m	
Cota coronación canal	0,5	35,70 m
		Adoptado
Nº de Bombas instaladas:		2 Und(s)
Nº de Bombas en servicio:		1 Und(s)
Caudal unitario de partida:		40,00 m ³ /h
C viene corregido por el contenido en sólidos	2,00 g/l	0,981
Lámina mínima de agua en pozo bombeo:		0,30 m
Altura geométrica hg:		7,50 m.c.a.

Calculo pérdidas de carga impulsión:

Hazen - Williams (en la forma para tuberías circulares): $I = (Q/0,279 C \cdot D^{2,63})^{1,85}$

Donde:

Q = Caudal en m³/s

D = Diámetro de la tubería en m

C = Coeficiente de Hazen - Williams. Tubería de PE 150

Colector Individual de Impulsión

Caudal colector individual impulsión:		40 m ³ /h
Caudal Colector individual:		0,011 m ³ /s
Velocidad mínima recomendada:		0,60 m/s
Velocidad máxima recomendada:		2,00 m/s
Ø Tubería impulsión, PE	110 mm	
Espesor pared	6	
Diámetro interior colector:		98 mm
Velocidad resultante:		1,47 m/s
Longitud colector:		80 m
Nº Válvulas retención:	(1/D = 45)	1 Und(s)
Nº Válvulas cierre:	(1/D = 5)	1 Und(s)
Nº de codos 90º:	(1/D = 26)	8 Und(s)
Nº de codos 45º:	(1/D = 18)	4 Und(s)
Nº de derivaciones:	(1/D = 36)	0 Und(s)
Nº de salidas:	(1/D = 45)	1 Und(s)
Longitud equivalente:		116,75 m
Coeficiente de Hazen - Williams:		150
Pérdida de carga impulsión:		2,37 m.c.a.
Altura manométrica total:		9,93 m.c.a.
Presión adoptada		10,00 m.c.a.

BOMBEO PARA LAVADO DE BIOFILTROS

Caudal máximo:		507,0 m ³ /h
Cota agua en depósito para agua de lavado		30,80 m
Cota vertedero lavado biofiltros	33,86 m	
Cota adicional a considerar en lecho filtrante	0,3	34,16 m
		Adoptado
Nº de Bombas instaladas:		2 Und(s)
Nº de Bombas en servicio:		1 Und(s)
Caudal unitario de partida:		507,00 m ³ /h
C viene corregido por el contenido en sólidos	0,03 g/l	0,999715
Lámina mínima de agua en pozo bombeo:		0,40 m
Altura geométrica hg:		2,96 m.c.a.

Calculo pérdidas de carga impulsión:

Hazen - Williams (en la forma para tuberías circulares): $I = (Q/0,279 C \cdot D^{2,63})^{1,85}$

Donde:

Q = Caudal en m³/s

D = Diámetro de la tubería en m

C = Coeficiente de Hazen - Williams. Tubería de Inox 130

Colector Individual de Impulsión

Caudal colector individual impulsión:		507 m ³ /h
Caudal Colector individual:		0,141 m ³ /s
Velocidad mínima recomendada:		0,60 m/s
Velocidad máxima recomendada:		2,00 m/s
Ø Tubería impulsión, inox milimétrica	300 mm	
Espesor pared	3	
Diámetro interior colector:		294 mm
Velocidad resultante:		2,07 m/s
Longitud colector:		40 m
Nº Válvulas retención:	(1/D = 45)	1 Und(s)
Nº Válvulas cierre:	(1/D = 5)	1 Und(s)
Nº de codos 90º:	(1/D = 26)	6 Und(s)
Nº de codos 45º:	(1/D = 18)	2 Und(s)
Nº de derivaciones:	(1/D = 36)	0 Und(s)
Nº de salidas:	(1/D = 45)	1 Und(s)
Longitud equivalente:		124,38 m
Coeficiente de Hazen - Williams:		130
Pérdida de carga impulsión:		1,67 m.c.a.
Altura manométrica total:		10,48 m.c.a.
Presión adoptada		11,00 m.c.a.

BOMBEO DE RECUPERACIÓN DE AGUAS DE LAVADO

Caudal máximo:		42,2 m ³ /h
Cota solera del tanque de aguas de lavado		28,80 m
Cota lámina agua en reparto a cámaras de mezcla	34,19 m	
Cota coronación canal	0,5	34,69 m
		Adoptado
Nº de Bombas instaladas:		2 Und(s)
Nº de Bombas en servicio:		1 Und(s)
Caudal unitario de partida:		42,20 m ³ /h
C viene corregido por el contenido en sólidos	1,00 g/l	0,9905
Lámina mínima de agua en pozo bombeo:		0,30 m
Altura geométrica hg:		5,59 m.c.a.

Calculo pérdidas de carga impulsión:

Hazen - Williams (en la forma para tuberías circulares): $I = (Q/0,279 C \cdot D^{2,63})^{1,85}$

Donde:

Q = Caudal en m³/s

D = Diámetro de la tubería en m

C = Coeficiente de Hazen - Williams. Tubería de PE 150

Colector Individual de Impulsión

Caudal colector individual impulsión:		42 m ³ /h
Caudal Colector individual:		0,012 m ³ /s
Velocidad mínima recomendada:		0,60 m/s
Velocidad máxima recomendada:		2,00 m/s
Ø Tubería impulsión, PE	110 mm	
Espesor pared	6	
Diámetro interior colector:		98 mm
Velocidad resultante:		1,55 m/s
Longitud colector:		80 m
Nº Válvulas retención:	(1/D = 45)	1 Und(s)
Nº Válvulas cierre:	(1/D = 5)	1 Und(s)
Nº de codos 90º:	(1/D = 26)	8 Und(s)
Nº de codos 45º:	(1/D = 18)	4 Und(s)
Nº de derivaciones:	(1/D = 36)	0 Und(s)
Nº de salidas:	(1/D = 45)	1 Und(s)
Longitud equivalente:		116,75 m
Coeficiente de Hazen - Williams:		150
Pérdida de carga impulsión:		2,57 m.c.a.
Altura manométrica total:		8,22 m.c.a.
Presión adoptada		9,00 m.c.a.

ANEJO-D: CÁLCULOS ESTRUCTURALES

ÍNDICE

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO.....	1
2.- CRITERIOS DE DISEÑO	1
3.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	7
4.- CUANTÍAS DE ESTRUCTURAS.....	8
5.- DEFINICIÓN DE OBRAS Y CUANTÍAS ADOPTADAS.....	11
6.- APÉNDICES.....	17
7.- APÉNDICE-D.1: CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL DEPÓSITO DE ALIVIOS...	19
8.- APÉNDICE-D.2: CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL ESPESADOR	21
9.- APÉNDICE D-3: CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA ARQUETA DE REGULACIÓN	23

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente documento tiene por objeto definir los criterios de diseño de la EDAR de Tapia de Casariego, así como las cuantías a aplicar para la evaluación presupuestara a nivel de anteproyecto.

2.- CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios de diseño estructural de los diversos elementos de la EDAR se exponen a continuación:

1-Aspectos generales	
Normativa de diseño de la estructuras .	<p>De obligado cumplimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 <p>De no obligado cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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	Definida en el Documento nº2 Planos
Elemento dimensionado con cálculos específicos	No procede
Durabilidad de la estructura	100 años
Clase específica de exposición para elementos estructurales y ambiente.	<p>Se considerará que la clase general de exposición es la IV y la clase específica de exposición, la Qb (nota en elementos específicos IV-Qb).</p> <p>Para los hormigones situados en la intemperie, se adoptará además, la clase H si así procede y hay previsiones de heladas.</p> <p>En los hormigones de pavimentos y en las zonas de procesos sometidas a erosiones importantes, se considerará la clase E.</p> <p>En consecuencia se adoptará como mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acero en cercos: B-500-S fyk = 500 N/mm² 																	
Nivel de control	<p>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 $\gamma_c = 1,50$ Ponderación del acero $\gamma_s = 1,15$</p>																	
Tipo de hormigón: resistencia, tipo de cemento, tamaño de árido, consistencia.	Se determinará y especificará.																	
Recubrimientos:	<p>Recubrimientos mínimos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pilares, losas tanque y muros 55 mm (vida útil 100 años, clase Qb) ▪ Cimentación 55 mm (sobre hormigón de limpieza) ▪ Margen de recubrimiento 10 mm (control normal de ejecución de obra) <p>Recubrimiento NOMINAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pilares, losas tanque y muros 65 mm ▪ Losas zona bombas y cubierta 40 mm ▪ Cimentación 65 mm (sobre hormigón de limpieza) ▪ Elementos hormigonados directamente contra el terreno: 70 mm 																	
limitaciones de fisuración	<p>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</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <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> </thead> <tbody> <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></td> </tr> <tr> <td>IIIc, Qa, Qb, Qc</td> <td>0,1</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Clase de exposición	w_{max} (mm)		Hormigón armado	Hormigón pretensado	I	0,4	0,2	IIa, IIb	0,3	0,2	IIIa, IIIb, IV,F	0,2		IIIc, Qa, Qb, Qc	0,1	
Clase de exposición	w_{max} (mm)																	
	Hormigón armado	Hormigón pretensado																
I	0,4	0,2																
IIa, IIb	0,3	0,2																
IIIa, IIIb, IV,F	0,2																	
IIIc, Qa, Qb, Qc	0,1																	
Empujes hidrostáticos sobre cota de nivel freático	Se consideran y justificará de acuerdo con la información geotécnica y presencia freática.																	
2.-CÁLCULO ESTRUCTURAL.																		
Utilización de coeficientes de seguridad	según CTE Y EHE-08.																	
Programa de cálculo	Se indicará																	
Métodos de cálculo empleados.	Se indicará																	
Modelos de cálculo	Se indicará																	
Efectos favorables como efecto arco en el cálculo para minimización de armaduras, o cálculos	Se indicará si procede																	

de placa											
Solicitaciones de la estructura sobre la cimentación.	Se indicará si procede										
Acciones debidas a la presencia de estructuras próximas.	Se consideran: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tráfico pesado: 1tn/m² ▪ Tráfico ligero: 0.4 Tn/m² ▪ Edificaciones o naves: Las estimadas transmitidas o en su defecto 1tn/m² 										
Peso propio	Se considerarán										
Sobrecarga de uso	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/m ² . Las zonas que precisen soportar tráfico durante las obras o en la explotación, se diseñarán para una sobrecarga mínima de 1.000 kg/m ² y, en todo caso, deberán cumplir las del IAP-98 Instrucción de las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera.										
Sobrecarga de tráfico colindante	Se considerarán. Al menos 1tn/m ²										
Empuje de tierras	Empuje de tierras (activo o en reposo) de acuerdo con los datos geotécnicos o adecuados. El empuje del terreno es relevante para la situación de cálculo de vacío. Para la determinación del valor del empuje de las tierras sobre los trasdoses se han considerado las características del relleno: <ul style="list-style-type: none"> - Peso específico: 20 kN/m³ - Cohesión: 0 kN/m² - Ángulo de rozamiento interno del material: 30 ° Para el empuje se ha considerado el coeficiente de empuje al reposo, ya que, por la rigidez de los propios muros es improbable que se desarrolle la cuña de rotura del activo. Del lado de la seguridad se adopta un coeficiente de empuje de 0,33. En resumen: <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="text-align: center;">peso específico del terreno seco &t,seco =</td> <td style="text-align: center;">20,00 kN/m³</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">peso específico del terr. sumergido &t,sumergido =</td> <td style="text-align: center;">21,50 kN/m³</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">peso específico del líquido &w =</td> <td style="text-align: center;">10,00 kN/m³</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">coeficiente de empuje activo Ka =</td> <td style="text-align: center;">0,33</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">sobrecarga repartida q =</td> <td style="text-align: center;">10,00 kN/m²</td> </tr> </table>	peso específico del terreno seco &t,seco =	20,00 kN/m ³	peso específico del terr. sumergido &t,sumergido =	21,50 kN/m ³	peso específico del líquido &w =	10,00 kN/m ³	coeficiente de empuje activo Ka =	0,33	sobrecarga repartida q =	10,00 kN/m ²
peso específico del terreno seco &t,seco =	20,00 kN/m ³										
peso específico del terr. sumergido &t,sumergido =	21,50 kN/m ³										
peso específico del líquido &w =	10,00 kN/m ³										
coeficiente de empuje activo Ka =	0,33										
sobrecarga repartida q =	10,00 kN/m ²										
Subpresión nivel freático	Se considerará según informe geotécnico										
Sobrecarga durante montaje y/o mantenimiento	Se considerará										
Sismicidad	No aplica										
Nieve	En la mayoría de estructuras armadas se encuentran en el interior de edificación por lo que no es necesario su aplicación. Las edificaciones y estructuras externas sí han de considerar la presencia de nieve a cota 35, zona -1, lo que equivale a 0.3 tn/m ²										
Viento	Se ha tenido en cuenta en el cálculo de los edificios, según los valores y coeficientes del CTE-0, Se considera una fuerza de viento de 1,0 kN/m ² en los paramentos expuestos,										

	resultado de considerar una presión dinámica del viento de 0,5 kN/m ² y un coeficiente de exposición de 2,0.				
Sobrecargas térmicas	Para elementos en los que debe considerarse, se adopta un incremento térmico uniforme de 30°C, propio de un elemento de color claro con la orientación más desfavorable. Para elementos protegidos en el interior del edificio puede tomarse durante todo el año una temperatura de 20 °C.				
Distorsiones	De acuerdo a la norma CTE SE-C, artículo 2.4.3, y en función del tipo de estructura, se considera aceptable un asiento máximo admisible de: 1/500 Según lo expuesto en el artículo 4.3.3 de la norma CTE SE, se han verificado en la estructura las flechas de los distintos elementos. Se ha verificado tanto el desplome local como el total de acuerdo con lo expuesto en 4.3.3.2 de la citada norma.				
	Flechas activas máximas relativas y absolutas para elementos de Hormigón Armado y Acero				
		Estructura solidaria con otros elementos			
	Estructura no solidaria con otros elementos	Tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas	Tabiques frágiles o pavimentos rígidos sin juntas		
	VIGAS Y LOSAS Relativa: $\delta /L < 1/300$ FORJADOS UNIDIRECCIONALES Relativa: $\delta /L < 1/300$	Relativa: $\delta /L < 1/400$ Relativa: $\delta /L < 1/500$ $\delta /L < 1/1000 + 0.5\text{cm}$	Relativa: $\delta /L < 1/500$ Relativa: $\delta /L < 1/500$ $\delta /L < 1/1000 + 0.5\text{cm}$		
	Desplazamientos horizontales				
	Local	Total			
	Desplome relativo a la altura entre plantas: $\delta /h < 1/250$	Desplome relativo a la altura total del edificio: $\delta /H < 1/500$			
Coefficientes de seguridad	Los especificados en la EHE y CTE				
	ESTADOS LÍMITE ÚLTIMO - VALORES DE LOS COEFICIENTES γ F				
	Tipo de acción	Situaciones persistentes y transitorias		Situaciones accidentales	
		Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
	Permanente	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
	Pretensado	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
	Permanente de valor no constante	$\gamma_{GR} = 1,0$	$\gamma_{GR} = 1,50$	$\gamma_{GR} = 1,0$	$\gamma_{GR} = 1,0$
	Variable	$\gamma_G = 0,0$	$\gamma_G = 1,50$	$\gamma_G = 0,0$	$\gamma_G = 1,0$
	Accidental	---	---	$\gamma_A = 1,0$	$\gamma_A = 1,0$

	Concepto	Situaciones persistentes y transitorias	
		Efecto favorable	Efecto desfavorable
	Acciones permanentes	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
	Pretensado		
	Armadura pretesa	$\gamma_G = 0,95$	$\gamma_G = 1,05$
	Armadura postesa	$\gamma_G = 0,90$	$\gamma_G = 1,10$
	Acciones permanentes de valor no constante	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
	Acciones variables	$\gamma_G = 0,00$	$\gamma_G = 1,00$

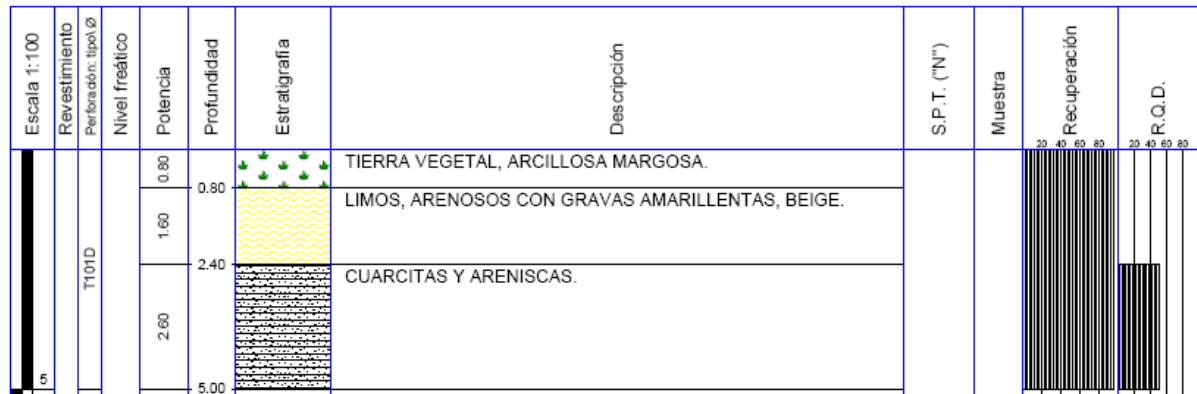
Combinación de acciones según CTE y EHE-08.	<p>Se indicará según normativa vigente</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Coeficientes de simultaneidad</th> <th style="text-align: center;">Ψ_0</th> <th style="text-align: center;">Ψ_1</th> <th style="text-align: center;">Ψ_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Zonas residenciales (Categoría A)</td> <td style="text-align: center;">0.70</td> <td style="text-align: center;">0.50</td> <td style="text-align: center;">0.30</td> </tr> <tr> <td>- Zonas administrativas (Categoría B)</td> <td style="text-align: center;">0.70</td> <td style="text-align: center;">0.50</td> <td style="text-align: center;">0.30</td> </tr> <tr> <td>- Zonas destinadas al público (Categoría C)</td> <td style="text-align: center;">0.70</td> <td style="text-align: center;">0.70</td> <td style="text-align: center;">0.60</td> </tr> <tr> <td>- Zonas destinadas al público (Categoría D)</td> <td style="text-align: center;">0.70</td> <td style="text-align: center;">0.70</td> <td style="text-align: center;">0.60</td> </tr> <tr> <td>- Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F)</td> <td style="text-align: center;">0.70</td> <td style="text-align: center;">0.70</td> <td style="text-align: center;">0.60</td> </tr> <tr> <td>- Cubiertas transitables (Categoría G)</td> <td></td> <td style="text-align: center;">(1)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Nieve</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- para altitudes >1000 m</td> <td style="text-align: center;">0.70</td> <td style="text-align: center;">0.50</td> <td style="text-align: center;">0.20</td> </tr> <tr> <td>- para altitudes <1000 m</td> <td style="text-align: center;">0.50</td> <td style="text-align: center;">0.20</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Viento</td> <td style="text-align: center;">0.60</td> <td style="text-align: center;">0.50</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td style="text-align: center;">0.60</td> <td style="text-align: center;">0.50</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Acciones variables del terreno</td> <td style="text-align: center;">0.70</td> <td style="text-align: center;">0.70</td> <td style="text-align: center;">0.70</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.</p> <p style="text-align: center;">Las hipótesis consideradas en muros son:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>HIPÓTESIS DE CÁLCULO</th> <th>ELEMENTOS</th> <th>NIVEL DE LLENADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>DEPOSITO LLENO SIN EMPUJE DE TIERRAS</td> <td>Muros perimetrales</td> <td>Normal de explotación</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>DEPOSITO LLENO CON EMPUJE DE TIERRAS</td> <td>Muros perimetrales</td> <td>Normal de explotación</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>DEPOSITO VACIO CON EMPUJE DE TIERRAS</td> <td>Muros perimetrales</td> <td>Normal de explotación</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>DOS VASOS LLENOS</td> <td>Muros divisorios</td> <td>Normal de explotación</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>UN VASO LLENO Y OTRO VACIO</td> <td>Muros divisorios</td> <td>Normal de explotación</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>SISMO</td> <td>Todos los muros</td> <td>Normal de explotación</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>PRUEBA DE LLENADO</td> <td>Todos los muros</td> <td>Máximo de alivio</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>NIVEL FREÁTICO EN SUPERFICIE</td> <td>Todos los muros</td> <td>Normal de explotación</td> </tr> </tbody> </table> <p>Estados límite últimos: Hipótesis 1: Depósitos vacíos con empuje de tierras y sobrecarga de camión. - Hipótesis 1: $1,35 \times P.P. + 1,35 \times C.P + 1,35$ tierras + $1,5$ sc camión Hipótesis 2: Depósitos llenos sin empuje de tierras. - Hipótesis 2: $1,35 \times P.P. + 1,35 \times$ Empuje Agua Hipótesis 3: Una cámara llena y otra vacía. (En el caso de depósitos con varias cámaras).</p> <p>Estados límite de servicio (fisuración) Hipótesis 1: Reactores llenos con empuje de tierras. - Hipótesis 1: $1,00 \times P.P. + 1,00 \times C.P + 1,00$ Empuje de tierras sin contar la sobrecarga de camión + $1,00$ Empuje Agua - Hipótesis 2: Reactores vacíos con empuje de tierras y sobrecarga de camión. (En el caso de cámaras secas). - Hipótesis 2: $1,00 \times P.P. + 1,00 \times C.P + 1,00$ tierras + $1,00$ sc camión - La sobrecarga de camión se ha corregido por coeficiente de combinación de 0.7</p>	Coeficientes de simultaneidad	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)				- Zonas residenciales (Categoría A)	0.70	0.50	0.30	- Zonas administrativas (Categoría B)	0.70	0.50	0.30	- Zonas destinadas al público (Categoría C)	0.70	0.70	0.60	- Zonas destinadas al público (Categoría D)	0.70	0.70	0.60	- Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F)	0.70	0.70	0.60	- Cubiertas transitables (Categoría G)		(1)		- Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	0	Nieve				- para altitudes >1000 m	0.70	0.50	0.20	- para altitudes <1000 m	0.50	0.20	0	Viento	0.60	0.50	0	Temperatura	0.60	0.50	0	Acciones variables del terreno	0.70	0.70	0.70	Nº	HIPÓTESIS DE CÁLCULO	ELEMENTOS	NIVEL DE LLENADO	1	DEPOSITO LLENO SIN EMPUJE DE TIERRAS	Muros perimetrales	Normal de explotación	2	DEPOSITO LLENO CON EMPUJE DE TIERRAS	Muros perimetrales	Normal de explotación	3	DEPOSITO VACIO CON EMPUJE DE TIERRAS	Muros perimetrales	Normal de explotación	4	DOS VASOS LLENOS	Muros divisorios	Normal de explotación	5	UN VASO LLENO Y OTRO VACIO	Muros divisorios	Normal de explotación	6	SISMO	Todos los muros	Normal de explotación	7	PRUEBA DE LLENADO	Todos los muros	Máximo de alivio	8	NIVEL FREÁTICO EN SUPERFICIE	Todos los muros	Normal de explotación
Coeficientes de simultaneidad	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2																																																																																														
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)																																																																																																	
- Zonas residenciales (Categoría A)	0.70	0.50	0.30																																																																																														
- Zonas administrativas (Categoría B)	0.70	0.50	0.30																																																																																														
- Zonas destinadas al público (Categoría C)	0.70	0.70	0.60																																																																																														
- Zonas destinadas al público (Categoría D)	0.70	0.70	0.60																																																																																														
- Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F)	0.70	0.70	0.60																																																																																														
- Cubiertas transitables (Categoría G)		(1)																																																																																															
- Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	0																																																																																														
Nieve																																																																																																	
- para altitudes >1000 m	0.70	0.50	0.20																																																																																														
- para altitudes <1000 m	0.50	0.20	0																																																																																														
Viento	0.60	0.50	0																																																																																														
Temperatura	0.60	0.50	0																																																																																														
Acciones variables del terreno	0.70	0.70	0.70																																																																																														
Nº	HIPÓTESIS DE CÁLCULO	ELEMENTOS	NIVEL DE LLENADO																																																																																														
1	DEPOSITO LLENO SIN EMPUJE DE TIERRAS	Muros perimetrales	Normal de explotación																																																																																														
2	DEPOSITO LLENO CON EMPUJE DE TIERRAS	Muros perimetrales	Normal de explotación																																																																																														
3	DEPOSITO VACIO CON EMPUJE DE TIERRAS	Muros perimetrales	Normal de explotación																																																																																														
4	DOS VASOS LLENOS	Muros divisorios	Normal de explotación																																																																																														
5	UN VASO LLENO Y OTRO VACIO	Muros divisorios	Normal de explotación																																																																																														
6	SISMO	Todos los muros	Normal de explotación																																																																																														
7	PRUEBA DE LLENADO	Todos los muros	Máximo de alivio																																																																																														
8	NIVEL FREÁTICO EN SUPERFICIE	Todos los muros	Normal de explotación																																																																																														

Criterios de armados mínimos	<p>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.</p> <p>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</p>
Requisitos para correcto armado	<p>Principales aspectos que ha de tener en cuenta el técnico responsable del detalle de las armaduras:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. <p>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.</p>
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	<p>Sólo será necesario en estructuras no enterradas, estableciéndose una distancia mínima de 20m.</p> <p>Para facilitar y localizar los movimientos del hormigón, se distribuirán juntas de dilatación en el depósito, analizándose su influencia en el comportamiento estructural del mismo.</p> <p>La norma UNE-EN 1992-3 indica unas recomendaciones sobre la disposición de juntas de dilatación.</p> <p>Se dispondrán juntas de dilatación cuando existan cambios de altura de la pared del depósito, de tipo de suelo o de nivel de plano de cimentación. No se hará coincidir las juntas con los cambios de dirección en planta del muro perimetral, ni con los nudos de entronque de éste con las paredes divisorias interiores.</p> <p>Para el presente anteproyecto, se opta por juntas en nodos empotrados, por lo que se propondrá que la junta tenga la siguiente disposición:</p> <p>Se colocará la junta tipo wáter stop en el centro de la unión del muro: La dimensión de la misma estará asociado al espesor del muro, adoptando de forma general 250 PVC para muros de 0,4 m</p> <p>Se colocará un berenjeno que permita la formación de un tacón para colocación de la junta y que no corte a la armadura de la losa</p>

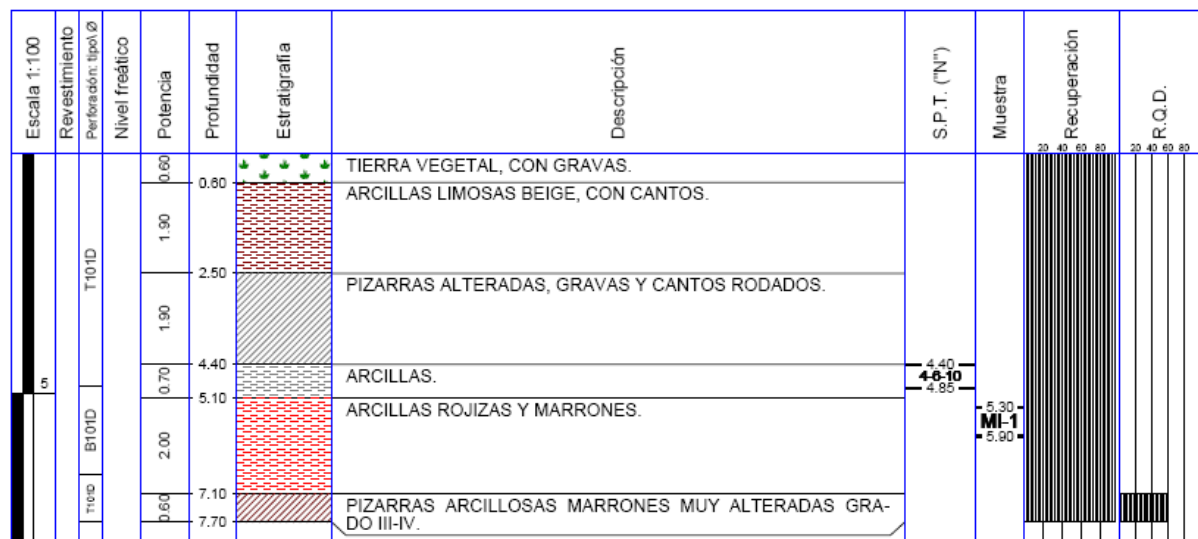
3.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

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 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.

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

4.- CUANTÍAS DE ESTRUCTURAS

La determinación de cuantías estructurales depende de la tipología y elemento a analizar, así como las cargas a las que se encuentra sometido.

Los elementos estructurales de las estaciones de tratamiento de aguas residuales suelen estar dimensionados más por su limitación de fisuración que por los propios esfuerzos a los que se ve sometido.

De forma general son estructuras tipo depósito con alturas variables entre 2.0 hasta 8.0m, y cuyo vaso interior puede presentar escenario vacío y/o lleno. Exteriormente se ven sometidas al empuje de tierras y presión hidrostática variable, el cual condiciona el dimensionamiento en arranque.

La configuración cerrada de los depósitos, con longitudes menores a 20m permite realizar dimensionamiento de tipo placa, lo que favorece seriamente a la reducción de armaduras.

En cuanto a las cargas variables, las cargas en trasdós de mayor penalización se corresponden a las cargas generadas por el tránsito de tráfico pesado y que queda representado en 1tn/m². En superficie se ha de considerar las cargas de pasarelas y cargas peatonales circunstanciales.

La experiencia en este tipo de obras se resume en:

- a) Espesor de muro: 1/10 x altura de muro sometido
- b) Espesor de solera: espesor de muro+0.1m
- c) Cuantías mínimas:

LOSAS

Cuantía geométrica mínima del hormigón 0,18%

espesor (m)	Arm. H (cm ²)	Arm. V (cm ²)	Dn ferralla (mm)	sección (cm ²)	Nº de barras	separación(cm)	armadura adoptada
0,20	1,80	1,80	8,00	0,50	3,58	27,94	#8/25
0,30	2,70	2,70	10,00	0,79	3,44	29,07	#10/30
0,35	3,15	3,15	10,00	0,79	4,01	24,92	#10/25
0,40	3,60	3,60	12,00	1,13	3,18	31,42	#12/30
0,50	4,50	4,50	12,00	1,13	3,98	25,13	#12/25

MUROS

Cuantía geométrica mínima horizontal 0,32%

Cuantía geométrica mínima vertical 0,09%

ARMADURA HORIZONTAL

espesor (m)	Arm. H (cm ²)	Arm. V (cm ²)	Dn ferralla (mm)	sección (cm ²)	Nº de barras	separación(cm)
0,20	3,20	0,90	12,00	1,13	2,83	35,34
0,30	4,80	1,35	12,00	1,13	4,24	23,56
0,35	5,60	1,58	12,00	1,13	4,95	20,20
0,40	6,40	1,80	12,00	1,13	5,66	17,67
0,50	8,00	2,25	12,00	1,13	7,07	14,14
ARMADURA VERTICAL						
espesor (m)	Arm. H (cm ²)	Arm. V (cm ²)	Dn ferralla (mm)	sección (cm ²)	Nº de barras	separación(cm)
0,20	3,20	0,90	8,00	0,50	1,80	55,56
0,30	4,80	1,35	8,00	0,50	2,70	37,04
0,35	5,60	1,58	8,00	0,50	3,15	31,75
0,40	6,40	1,80	8,00	0,50	3,60	27,78
0,50	8,00	2,25	8,00	0,50	4,50	22,22

- d) Cuantías en muros y losas: Si bien existe cierta disparidad a los pesos asociados a cada barra, se asume las definidas por la Asociación de Ferrallistas que mayor ligeramente valores obtenidos en campo:

	Kg/m	#20-20	#15-15	#10-10	c/20	c/15
6	0,23	2,30	3,07	4,6	1,15	1,53
8	0,41	4,10	5,47	8,2	2,05	2,73
10	0,64	6,40	8,53	12,8	3,20	4,27
12	0,92	9,20	12,27	18,4	4,60	6,13
16	1,63	16,30	21,73	32,6	8,15	10,87
20	2,55	25,50	34,00	51	12,75	17,00
25	3,98	39,80	53,07	79,6	19,90	26,53
32	6,52	65,20	86,93	130,4	32,60	43,47

- e) Tabla de cuantías según espesor de muro o losa:

espesor (cm)	diámetro	#20-20	#15-15	#10-10
20	12,00	106	141	212
25	12,00	85	113	169
30	12,00	71	94	141
40	12,00	53	71	106
50	12,00	42	56	85
30	16,00	125	167	250
40	16,00	94	125	187
45	16,00	83	111	167
50	16,00	75	100	150
100	16,00	37	50	75
30	20,00	196	261	391
40	20,00	147	196	458
50	20,00	117	156	600
100	20,00	59	78	0

f) Análisis de cuantías de diversos elementos en obras similares:

	Cuantía kg/m3	Cuantía kg/m3+5%
1.3.1 OBRA LLEGADA	102,00	106,71
1.3.2 DESBASTE		
1.3.3 DESARENADOR DESENGRASADOR	108,00	113,70
1.3.4 DECANTADOR DE EXCESOS	86,00	90,04
1.4.1 MEDIDA DE CAUDAL	117,00	123,09
1.4.2 REPARTO DEC. PRIMARIOS	76,00	79,65
1.5 DECANTADORES PRIMARIOS	85,00	89,66
1.6.1 BOMBEO DE FANGOS PRIMARIOS	108,00	112,96
1.6.2 BOMBEO DE FLOTANTES	111,00	116,18
1.7.1 MEDIDA CAUDAL BY-PASS PRIMARIO	159,00	166,99
1.7.2 REPARTO BIOLÓGICO	95,00	99,25
1.8 REACTOR BIOLÓGICO	90,00	94,75
1.9 DECANTADORES SECUNDARIOS	98,00	102,64
1.10 RECIRCULACIÓN Y PURGA DE FANGOS EN EXCESO	86,00	90,19
1.11.1 BOMBEO DE FLOTANTES DE SECUNDARIO	107,00	112,83
1.11.2 BOMBEO DE VACIADOS		
1.12.1 BOMBEO A TRATAMIENTO Terciario		
1.12.2 TRATAMIENTO Terciario		
1.13.1 MEDIDA CAUDAL DE SALIDA		
1.13.2 ARQUETA DE SALIDA	136,00	143,28
1.14 DEPÓSITOS DE CLORURO FÉRRICO Y METANOL	80,00	83,81
1.15.1 REPARTO A PREFERMENTADORES	80,00	83,81
1.15.2 PREFERMENTADORES	95,00	100,27
1.15.3 RECIRCULACIÓN Y PURGA	62,00	65,27
1.16 DIGESTORES	111,00	116,07
1.17 DEPÓSITO TAMPÓN	95,00	100,24
1.18 GASÓMETROS DE MEMBRANA		
1.19 ANTORCHA		
1.20 TRATAMIENTO DE ESCURRIDOS		
1.21 CIM.DE SILO ALM. DE FANGOS DESHIDRATADOS		
1.22.1 DESODORIZACIÓN DE PRETRATAMIENTO		
1.22.2 DESODORIZACIÓN DE FANGOS		
1.23.1 EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO		
1.23.2 EDIFICIO DE TURBOCOMPRESORES	81,00	84,98
1.23.3 EDIFICIO DE ESPESAMIENTO Y DESIDRATACIÓN	116,00	121,43
1.23.4 EDIF. DE DIGESTIÓN Y REC. DE ENERGÍA	99,00	103,92
1.23.5 EDIFICIO DE CONTROL		
1.23.5' APARCAMIENTO EDIFICIO DE CONTROL		
1.24 GALERÍA DE SERVICIOS		
TOTAL	96,00	100,59

De forma generalizada, las cuantías resultan próximas 100 kg/m3 en total, incluyendo los pates, solapes y anclajes, que se pueden estimar entre un 10-15% del teórico.

g) Ratio de encofrados en muros

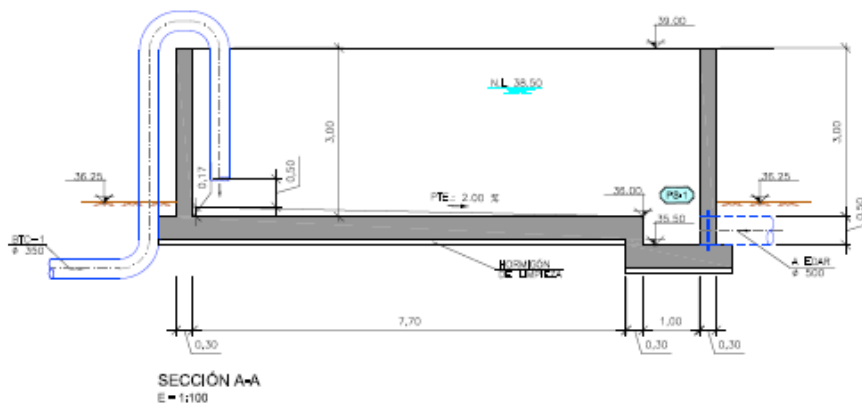
Espesor muros	ratio m ² /m ³	Ratio propuesto (m ² /m ³)
0,25	8,00	8,20
0,30	6,67	6,80
0,35	5,71	5,80
0,40	5,00	5,10
0,50	4,00	4,10
0,60	3,33	3,40

5.- DEFINICIÓN DE OBRAS Y CUANTÍAS ADOPTADAS

Los elementos estructurales definidos en el presente anteproyecto corresponden a:

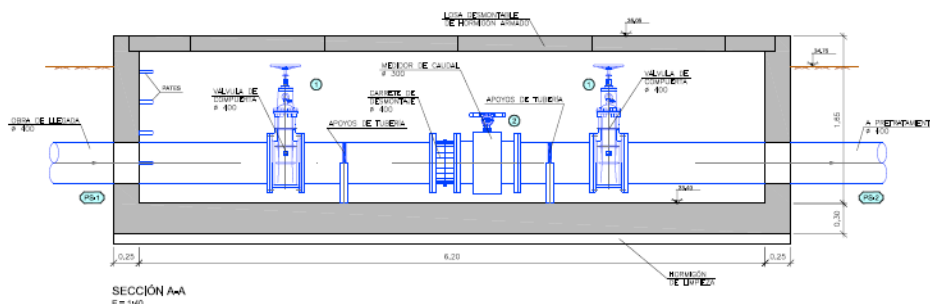
- a) **Depósito de regulación:** configurado por muros de 0.3m y losa de 0.4m. El depósito tiene una profundidad de excavación próxima a 1.0m sobre plataforma.

La cuantía estimada es de 85 kg/m³

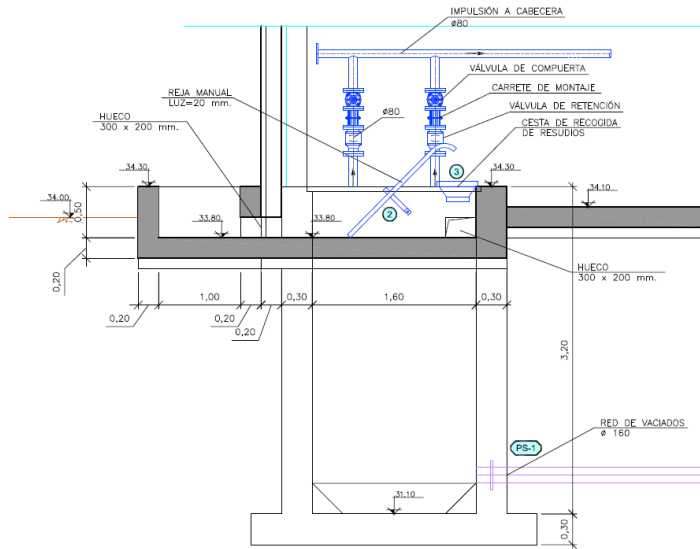


- b) **Arquetas de medida de caudal:** Conformado por muros de 0.3m y losa de 0.4m. Se prevé carga de tráfico superior y tránsito peatonal.

La cuantía se estima en 85kg/m³.



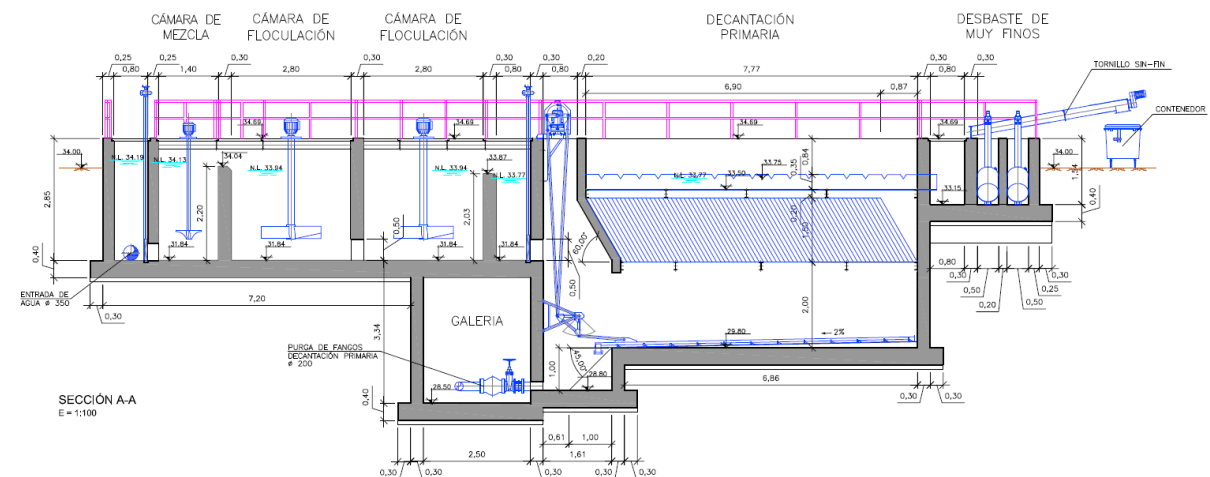
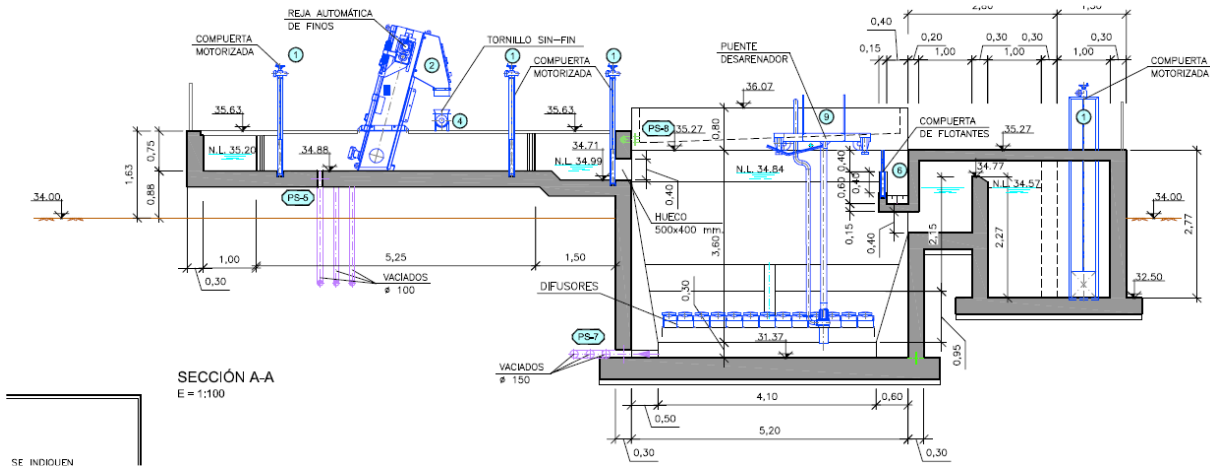
- c) **Fosa séptica:** arqueta con muros y losa de 0.3m, con una altura máxima de 3.2m. La arqueta se ve sometida a variación de caudales y cargas laterales peatonales. La estructura está confinada en una losa de 0.3m de espesor.

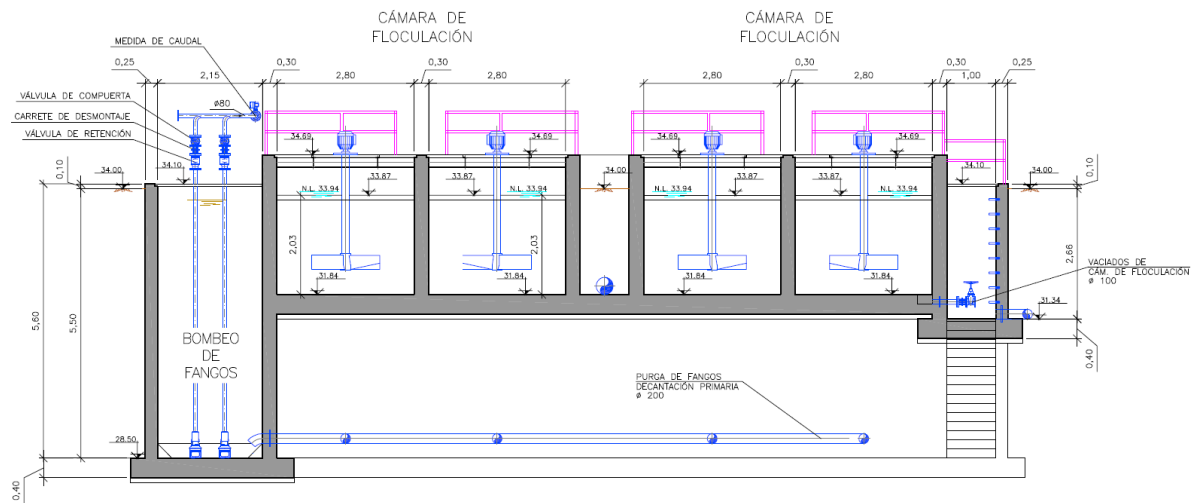


La cuantía se estima en 95kg/m3.

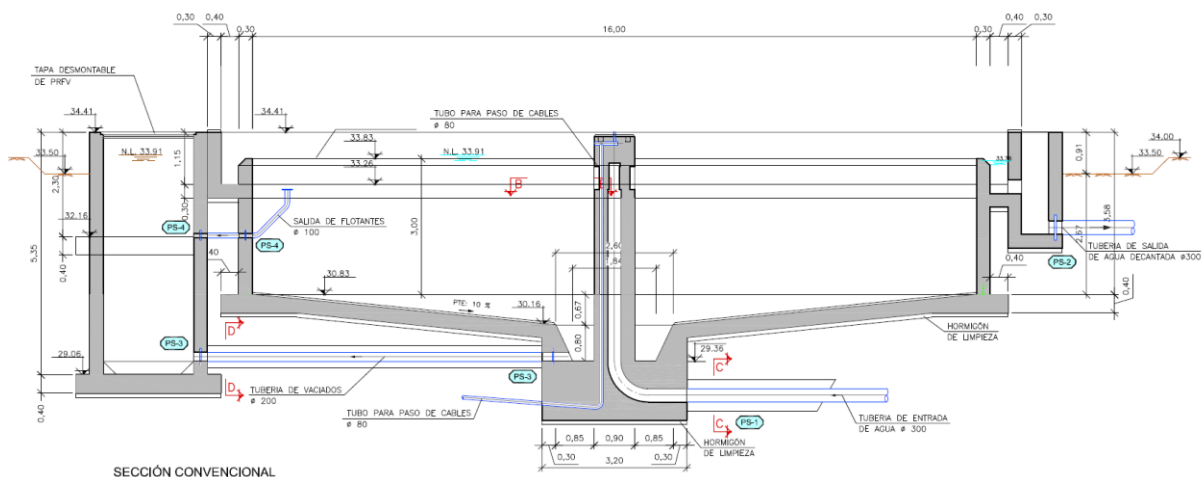
- d) **Pretratamiento:** El pretratamiento de la EDAR está configurado por muros de espesor 0.3m y losas de 0.4m, con altura de hasta 4.0 m.

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



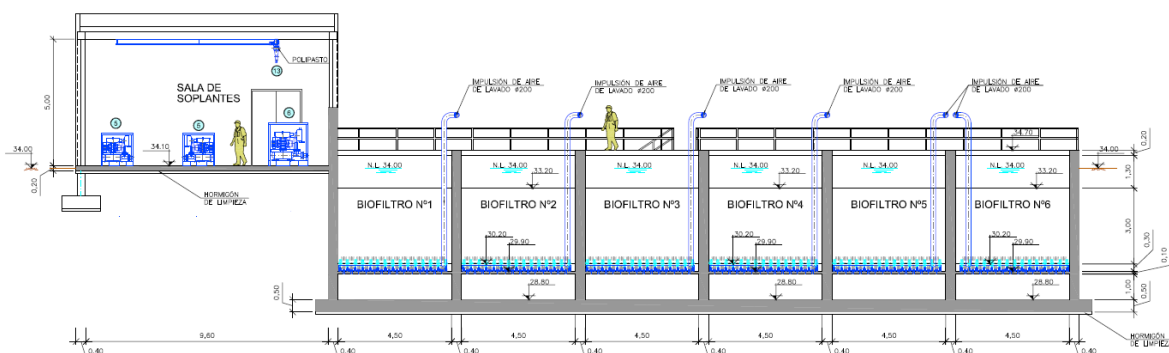


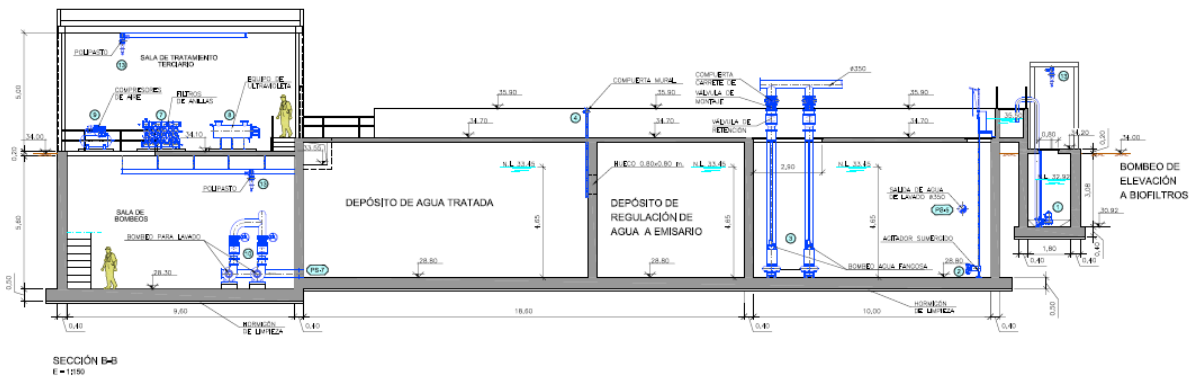
- e) **Depósito de alivios:** El depósito de alivios está configurado como un decantador de muros 0.3m de espesor y losa de 0.4m de espesor, con altura de carga de 3.0m. La altura máxima de rellenos se estima en 3.5m. El pozo de bombeo tiene un espesor de muros de 0.3m y losa de 0.4m, con altura de hasta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



En el apéndice D-1, 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 anteproyecto se ha considerado 100 kg/m³.

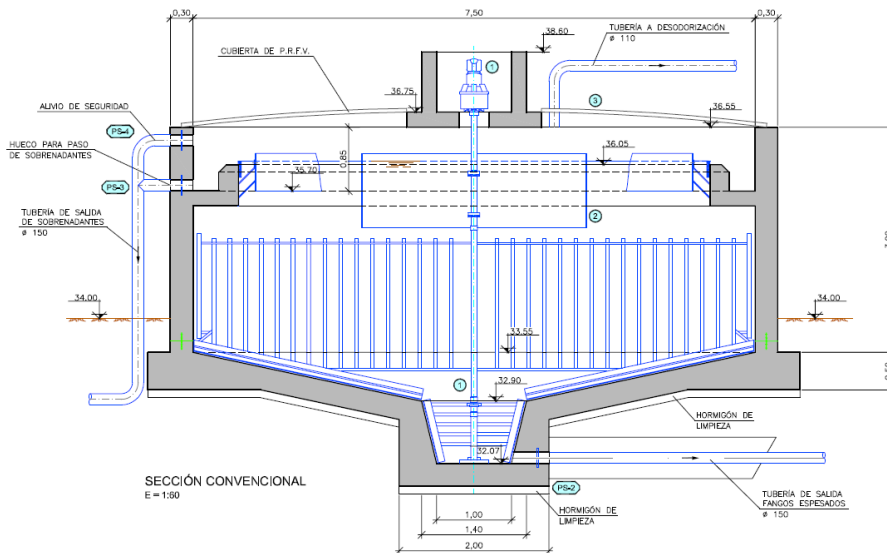
- f) **Biofiltros y depósitos de almacenamiento:** Está conformado por muros de 0.4m y losas de 0.5m, con alturas de hasta 5.0m





La presencia de muchos recovecos y solapes hace que la cuantía estimada se a 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 apéndice D-2, se adjunta cálculo del espesador, resultando cuantías próximas a 75 kg/m³. Para el presente anteproyecto se ha considerado 100kg/m³.

- h) Otros elementos:

Las cuantías aplicadas a los diferentes elementos se resumen en:

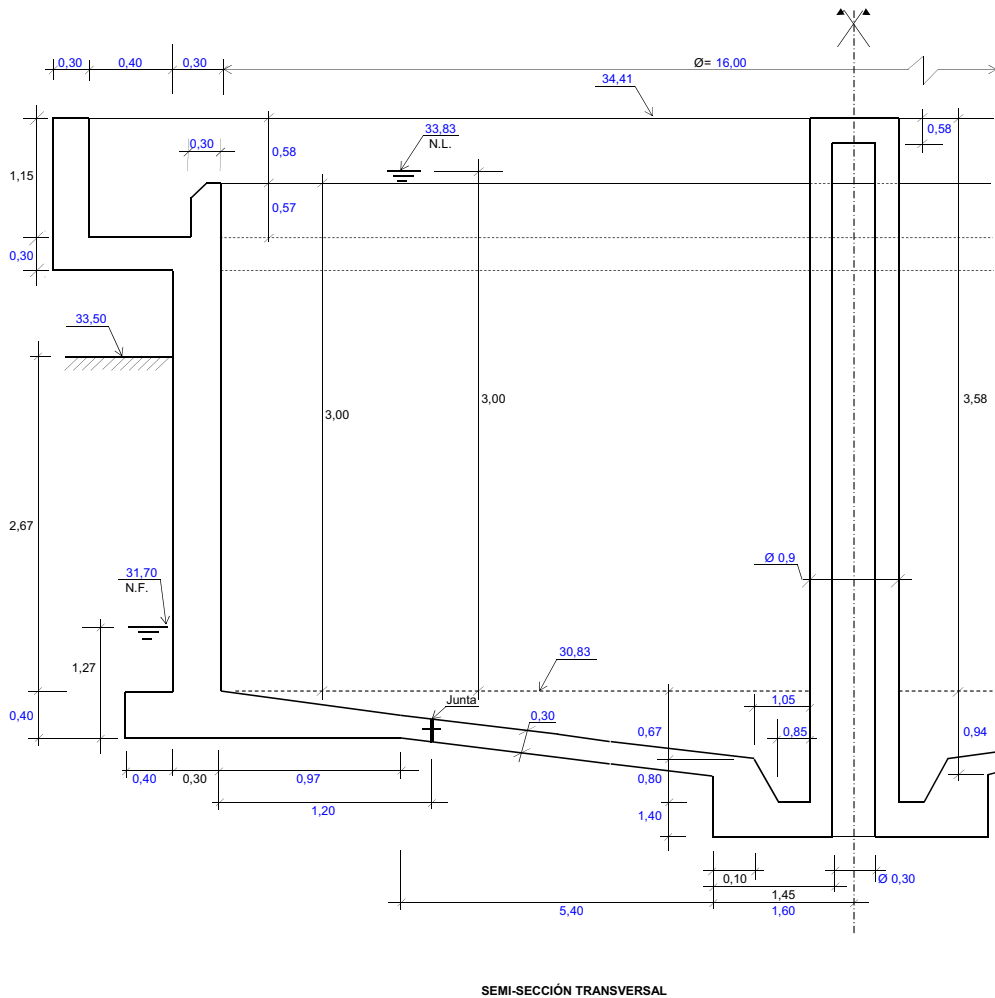
- Bombeo de vaciados: 115 kg/m³
- Losa de edificios de espesor e=0.2m #12/20: 110 Kg/m³
- Losa de edificios de espesor e=0.3m #12/20: 75 Kg/m³
- Losa de edificios de espesor e=0.5 #12/20: 45 Kg/m³
- Zapatas: 65 Kg/m³
- Vigas: 100 kg/m³
- Pilares: 95 kg/m³
- Riostras: 95 kg/m³

Los edificios considerados son prefabricados en todos los casos a excepción del edificio de control.

6.- APÉNDICES

7.- APÉNDICE-D.1: CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL DEPÓSITO DE ALIVIOS

DEFINICIÓN GEOMÉTRICA



SEMI-SECCIÓN TRANSVERSAL

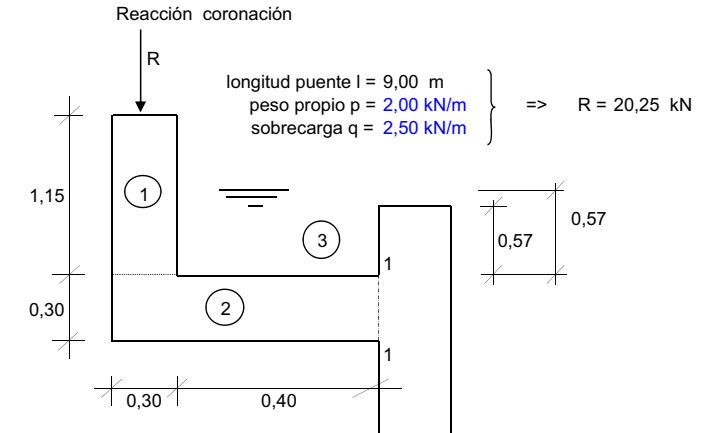
PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN

Sondeo de referencia: P-1
Estrato de apoyo: SC (pizarras y areniscas) en zona central y DR1 (gravas y cantos con arenas) en el resto
Tensión admisible (kN/m²): 250

CANAL DE CORONACIÓN

El dimensionamiento del canal de coronación se realiza considerando que la losa inferior del mismo trabaja como una ménsula empotrada en el muro perimetral del depósito. El cálculo de esfuerzos se hace por metro de longitud de muro y, para tener en cuenta que los elementos que se hallan situados hacia el exterior del muro perimetral tienen un mayor desarrollo, los pesos de los mismos se multiplican por la relación de su radio medio al radio correspondiente a la sección de empotramiento. Asimismo, respecto de la carga vertical de coronación, se considera su efecto repartido, al nivel de la losa inferior, en la longitud indicada.

Definición geométrica



Acciones consideradas:

	rel. radios	Fuerza (kN)	brazo (m)	Momento (kNm)
1. Peso propio		$\gamma_c = 25,00 \text{ kN/m}^3$		
- elemento 1	1,07	9,20	0,55	5,06
- elemento 2	1,04	5,47	0,35	1,91
		14,67		6,97
2. Peso líquido		$\gamma_w = 10,00 \text{ kN/m}^3$		
- elemento 3	1,02	2,33	0,20	0,47
3. Reacción en coronación		(reparto en 1,50 m)		
	0,67	13,50	0,55	7,43

Esfuerzos mayorados en sección 1-1:

· Coeficientes de mayoración de acciones:

cargas permanentes $\gamma_{FG} = 1,35$
sobrecargas $\gamma_{FD} = 1,50$

- cortante $V_d = 43,55 \text{ kN/m}$
- flector $M_d = 21,25 \text{ kNm/m}$

Dimensionamiento de armaduras:

· Resistencia característica de los materiales y coeficientes de minoración:

Hormigón $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_c = 1,50$
Acero $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_s = 1,15$

· Por rotura a flexión: $b = 1,00 \text{ m}$ $h = 0,30 \text{ m}$
 $d = 0,24 \text{ m}$

$M_d = 21,25 \text{ kNm/m}$ $\Rightarrow \mu_d = 0,018$

$\omega = 0,020$ $\Rightarrow A_s = 2,26 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura mínima mecánica $= \alpha \cdot A_s = 1,296 \cdot 2,26 = 2,92 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica $= 0,0009 \cdot b \cdot h = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø}10 \text{ a } 0,20$

· Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

$M_o = 14,87 \text{ kNm/m}$ (se considera como sobrecarga cuasipermanente el **100%** de la carga de coronación)

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}10 \text{ a } 20 = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,77	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	30	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
recubrimiento c :	5	(cm)

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	10	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	3,93	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,50	(cm)
- canto útil de armadura $A_{s1} d$:	24,50	(cm)

Armadura de compresión A_{s2} :

Cuantía geométrica de $A_{s1} \rho_1$:	1,603E-03	
Cuantía geométrica de $A_{s2} \rho_2$:	1,604E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_o :	14,87	(kNm)
-----------------	-------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	3,55	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	13.659	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	56.481	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	606,36	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	159,59	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	562,5	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_{m1} :	201,62	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-4,962E-03	
- valor mínimo:	3,192E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,1094	(mm)

$w_k > w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Aumentar armadura

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	5,65	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura $A_{s1} d$:	24,40	(cm)

Armadura de compresión A_{s2} :

Cuantía geométrica de $A_{s1} \rho_1$:	2,318E-03	
Cuantía geométrica de $A_{s2} \rho_2$:	1,611E-03	

Sección fisurada:

Profundidad de fibra neutra X :	4,11	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	18.668	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	429,66	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	113,08	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	180,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	675	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_{m1} :	207,62	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-3,516E-03	
- valor mínimo:	2,262E-04	
Abertura característica de fisura w_k :	0,0798	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

· Comprobación a cortante:

Armadura de tracción A_s : 5,65 cm²/m canto útil de armadura A_s : 24,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,91 \qquad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,318E-03$$

$$Vu2 = 106,62 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 176,39 \text{ kN/m}$$

$$Vu2, \text{min} > Vd$$

Armadura mínima geométrica: $\rho = 0,0018$ (dos caras)

$$A_{\text{min, geom.}} = 5,40 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \Rightarrow \quad A_s = \text{Ø10 a 0,20}$$

MURO PERIMETRAL

El cálculo de los esfuerzos en el muro perimetral circular se realiza considerándolo como una lámina cilíndrica empotrada en la base sometida al empuje hidrostático del líquido más las cargas de coronación.

La obtención de los esfuerzos debidos al empuje hidrostático se realiza mediante las tablas contenidas en la publicación nº195 del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción "Depósitos cilíndricos circulares" de Florencio del Pozo.

Cálculo como lámina cilíndrica:

Datos de partida:

· radio medio:	a = 8,15 m	} $\kappa = \frac{\sqrt[4]{3(1-v^2)}}{\sqrt{a\delta}} = 0,833$
· altura:	L = 3,00 m	
· espesor pared:	$\delta = 0,30$ m	
· módulo Poisson:	v = 0,20	
· peso específico líquido:	$\gamma = 10,00 \text{ kN/m}^3$	
		$\kappa \cdot L = 2,499$

Los esfuerzos en el muro vienen dados por las expresiones siguientes:

· axil circunferencial: $N_\phi = \gamma \cdot a \cdot L \cdot \text{Coef}_{VII} = 244,500 \cdot \text{Coef}_{VII}$

· momento vertical: $M_x = \frac{\gamma \cdot a \cdot L \cdot \delta}{2 \cdot \sqrt[4]{3(1-v^2)}} \cdot \text{Coef}_{VIII} = 21,611 \cdot \text{Coef}_{VIII}$

· cortante vertical: $Q_x = \frac{\gamma \cdot L \cdot \sqrt{a \cdot \delta}}{2 \cdot \sqrt[4]{3(1-v^2)}} \cdot \text{Coef}_{IX} = 18,005 \cdot \text{Coef}_{IX}$

siendo los coeficientes indicados variables con el parámetro x/L, donde x es la distancia desde la sección considerada hasta el arranque del muro.

Se obtienen los siguientes esfuerzos máximos:

· axil circunferencial máximo para x/L = 0,70 con $\text{Coef}_{VII} = 0,2791$

$$N_{\phi, \text{max}} = 68,24 \text{ kN/m}$$

· momento vertical máximo para x/L = 0,00 con $\text{Coef}_{VIII} = 0,5571$

$$M_{x, \text{max}} = 12,04 \text{ kNm/m}$$

· cortante vertical máximo para x/L = 0,00 con $\text{Coef}_{IX} = 1,5338$

$$Q_{x, \text{max}} = 27,62 \text{ kN/m}$$

Los esfuerzos de flexión y cortante son para la sección situada a x/L = 0,15

$$\text{Coef}_{VIII} = 0,1304 \quad \Rightarrow \quad M_x = 2,82 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Coef}_{IX} = 0,8499 \quad \Rightarrow \quad Q_x = 15,30 \text{ kN/m}$$

Y el esfuerzo axil circunferencial es para la sección situada a x/L = 0,40

$$\text{Coef}_{VII} = 0,2183 \quad \Rightarrow \quad N_\phi = 53,37 \text{ kN/m}$$

Dimensionamiento de armaduras:

· Materiales:	Hormigón $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_c = 1,50$
	Acero $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_s = 1,15$
· Acciones:	cargas permanentes	$\gamma_{G0} = 1,35$
	sobrecargas	$\gamma_{Q0} = 1,50$

- Armadura vertical:

a) En sección de arranque de muro:

- peso propio:	$M_{pp} = 9,17 \text{ kNm/m}$	
- carga de líquido:	$M_{liq} = 12,86 \text{ kNm/m}$	
- reacción de coronación:	$M_{sob} = 3,54 \text{ kNm/m}$	(reparto en 4,00 m)

· Por rotura a flexión: $b = 1,00 \text{ m}$ $h = 0,30 \text{ m}$
 $d = 0,24 \text{ m}$

Esfuerzo mayorado $M_d = 36,98 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,032$
 $\omega = 0,034 \Rightarrow A_s = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura mínima mecánica $= \alpha * A_s = 1,160 * 3,75 = 4,35 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica $= 0,0009 * b * h = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø12 a } 0,20$

· Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

Esfuerzo de servicio $M_o = 25,57 \text{ kNm/m}$ (se considera carga cuasipermanente el 100% de la carga de coronación)

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø12 a } 20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón $f_{ck,mur}$:	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,77	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	30	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
recubrimiento c :	5	(cm)

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	5,65	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	24,40	(cm)

Armadura de compresión A_{s2} : 5,65 (cm²)

Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 : 2,318E-03

Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 : 2,316E-03

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_o : 25,57 (kNm)

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	18.695	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	56.481	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	428,29	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	193,92	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	180,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	675	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	207,62	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :

0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :	
- valor por fórmula:	-1,395E-03
- valor mínimo:	3,878E-04
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,1369 (mm)

$w_k > w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Aumentar armadura

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø16 a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	24,20	(cm)

Armadura de compresión A_{s2} :

5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	4,154E-03
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,335E-03

Sección fisurada:

Profundidad de fibra neutra X :	5,21	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	30.101	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	249,34	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	112,90	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	750	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	199,68	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-8,122E-04	
- valor mínimo:	2,258E-04	
Abertura característica de fisura w_k :	0,0766	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

· Comprobación a cortante:

Esfuerzo mayorado $V_d = 41,42$ kN/m

Armadura de tracción $A_s = 10,05$ cm²/m canto útil de armadura $A_s = 24,20$ cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,91 \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 4,154E-03$$

$$Vu2 = 128,55 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 174,94 \text{ kN/m}$$

$$Vu2, \text{min} > \sqrt{Vd}$$

b) En sección situada sobre el arranque a $x/L = 0,15$

- peso propio: $M_{pp} = 9,17$ kNm/m
- carga de líquido: $M_{liq} = 3,64$ kNm/m
- reacción de coronación: $M_{sob} = 4,73$ kNm/m (reparto en 3,00 m)

· Por rotura a flexión:

$b = 1,00$ m $h = 0,30$ m
 $d = 0,24$ m

Esfuerzo mayorado $M_d = 24,92$ kNm/m $\Rightarrow \mu_d = 0,022$
 $\omega = 0,024 \Rightarrow A_s = 2,61$ cm²/m

Armadura mínima mecánica $= \alpha * A_s = 1,264 * 2,61 = 3,30$ cm²/m (cara tracción)

Armadura mínima geométrica $= 0,0009 * b * h = 2,70$ cm²/m (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø}10 \text{ a } 0,20$

· Por fisuración:

$w_{adm} = 0,10$ mm recub. $c = 0,050$ m

Esfuerzo de servicio $M_o = 17,53$ kNm/m (se considera carga cuasipermanente el 100% de la carga de coronación)

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}10 \text{ a } 20 = 3,93$ cm²/m obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s : 200.000 (N/mm²)
Resistencia característica del hormigón $f_{ck,mur}$: 30 (N/mm²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} : 38 (N/mm²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c : 28.577 (N/mm²)
Coeficiente de equivalencia n : 7,00
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$: 2,90 (N/mm²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$: 3,77 (N/mm²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h : 30 (cm)
Ancho b : 100 (cm)
recubrimiento c : 5 (cm)
Armadura de tracción A_{s1} :
- nº de barras de la capa 1 n_1 : 5,00
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 : 10 (mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v : 0 (cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 : 0,00
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 : 0 (mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} : 3,93 (cm²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' : 5,50 (cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d : 24,50 (cm)
Armadura de compresión A_{s2} : 5,65 (cm²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 : 1,603E-03
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 : 2,306E-03

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_o : 17,53 (kNm)

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X : 3,60 (cm)
Inercia fisurada I_{fis} : 13.703 (cm⁴)
Momento de fisuración M_{fis} : 56.481 (N·m)

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} : 602,80 (N/mm²)
- en servicio σ_s : 187,13 (N/mm²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2): 2
- valor por geometría: 200,00 (mm)
- valor en fórmula: 150,00 (mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 : 0,125

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$: 562,5 (cm²)
Separación media entre fisuras s_{m1} : 201,62 (mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 : 0,5

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula: -3,919E-03
- valor mínimo: 3,743E-04

c) Abertura característica de fisura w_k :

$w_k > w_{adm} = 0,10$ mm => Aumentar armadura

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 20 = 5,65$ cm²/m obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 : 5,00
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 : 12 (mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v : 0 (cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 : 0,00
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 : 0 (mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} : 5,65 (cm²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' : 5,60 (cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d : 24,40 (cm)

Armadura de compresión A_{s2} :

Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 : 2,318E-03
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 : 2,316E-03

Sección fisurada:

Profundidad de fibra neutra X : 4,15 (cm)
Inercia fisurada I_{fis} : 18.695 (cm⁴)

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} : 428,29 (N/mm²)
- en servicio σ_s : 132,95 (N/mm²)

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- valor por geometría: 200,00 (mm)
- valor en fórmula: 180,00 (mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$: 675 (cm²)
Separación media entre fisuras s_{m1} : 207,62 (mm)

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula: -2,784E-03
- valor mínimo: 2,659E-04

Abertura característica de fisura w_k :

$w_k < w_{adm} = 0,10$ mm => Dimensionamiento válido

· Comprobación a cortante:

Esfuerzo mayorado $V_d = 22,95$ kN/m

Armadura de tracción $A_s = 5,65$ cm²/m canto útil de armadura $A_s = 24,40$ cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,91$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,318E-03$$

$$Vu_2 = 106,62 \text{ kN/m} < Vu_{2,min} = 176,39 \text{ kN/m}$$

$$Vu_{2,min} > V_d$$

- Armadura horizontal:

Se dimensiona admitiendo para el acero una tensión de trabajo de $\sigma_s = 100$ N/mm² y disponiendo la armadura resultante repartida al 50% en cada cara.

a) En sección a $x/L = 0,40$ => $A_{s,t} = 2,67$ cm²/m

b) En sección a $x/L = 0,70$ => $A_{s,t} = 3,41$ cm²/m

Armadura mínima geométrica: $\rho = 0,0032$ (dos caras)

$$A_{min, geom.} = 9,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se disponen las siguientes armaduras:

zona inferior: Ø10 a 0,15 = 5,24 cm²/m en h = 1,50 m
zona superior: Ø10 a 0,15 = 5,24 cm²/m en h = 1,50 m

LOSA DE CIMENTACIÓN

El cálculo de los esfuerzos en la losa de cimentación se realiza considerándola como una placa anular empotrada en su contorno exterior y libre en su contorno interior y sometida a una carga repartida uniforme perpendicular a su plano, cuyo valor es el resultado de la diferencia entre la reacción del terreno, actuante en la cara inferior de la losa en sentido ascendente, y la carga hidrostática del interior, actuante sobre la cara superior en sentido descendente.

Las cargas repartidas resultantes (q) en las hipótesis de depósito vacío y lleno son, respectivamente, las siguientes:

Hipótesis I: depósito vacío

Se tienen las siguientes cargas:

1. Peso propio (sin contar la cimentación)

	área (m ²)	alto (m)	peso espec. (kN/m ³)	peso (kN)
muro de canal coronación:	16,68	1,15	25,00	479,60
solera de canal coronación:	38,04	0,30	25,00	285,34
muro perimetral:	15,36	3,00	25,00	1152,18
				1917,12

2. Terreno exterior sobre tacón.

$$\gamma_{ts} = 20,00 \text{ kN/m}^3$$

terreno exterior: 21,36 2,13 20,00 910,06

3. Equipos. 20,25 51,21 0,2500 259,24

Carga total= 3.086,41 kN

superficie de apoyo= 92,52 m²

tensión sobre el terreno $\sigma_t = 33,36$ kN/m²

carga hidrostática= 0,00 kN/m²

carga sobre la placa q= 33,36 kN/m²

Hipótesis II: depósito lleno

	área (m ²)	alto (m)	peso espec. (kN/m ³)	peso (kN)
4. Líquido interior	55,79	3,00	10,00	1673,84

Incremento de tensión del terreno debido al peso del líquido:

$$\Delta\sigma_t = 18,09 \text{ kN/m}^2$$

tensión sobre el terreno $\sigma_t = 51,45$ kN/m²

carga hidrostática= 30,00 kN/m²

carga sobre la placa q= 21,45 kN/m²

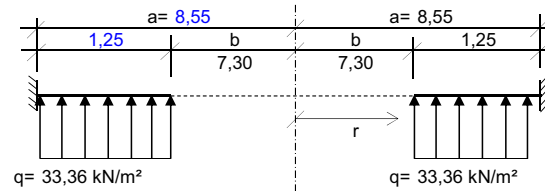
tensión s/ terreno con cimentación $\sigma_{tot} = 61,45$ kN/m² < $\sigma_{adm} = 250,00$ kN/m²

$$h_{cim} = 0,40 \text{ m}$$

Cálculo de esfuerzos

El cálculo de los esfuerzos correspondientes a las diferentes secciones de la placa se realiza a partir de las fórmulas contenidas en la publicación "Tablas para el cálculo de placas y vigas pared" de R. Bareš.

Esquema estructural:



$$\rho = \frac{r}{a}$$

$$\beta = \frac{b}{a} = 0,854$$

módulo de Poisson: $\mu = 0,20$

Los esfuerzos en las distintas secciones para cada valor de r se obtienen a partir de las expresiones siguientes:

- momento radial:

$$M_r = \frac{q \cdot a^2}{16} \cdot \left[(1+\mu) \cdot (1-k_r) + 4 \cdot \beta^2 - (3+\mu) \cdot \rho^2 - (1-\mu) \cdot \frac{k_r}{\rho^2} + 4 \cdot (1+\mu) \cdot \beta^2 \cdot \ln \rho \right]$$

- momento circunferencial:

$$M_\theta = \frac{q \cdot a^2}{16} \cdot \left[(1+\mu) \cdot (1-k_r) + 4 \cdot \mu \cdot \beta^2 - (1+3 \cdot \mu) \cdot \rho^2 + (1-\mu) \cdot \frac{k_r}{\rho^2} + 4 \cdot (1+\mu) \cdot \beta^2 \cdot \ln \rho \right]$$

$$\text{con } k_r = \frac{(1-\mu) \cdot \beta^2 + (1+\mu) \cdot (1+4 \cdot \beta^2 \cdot \ln \beta)}{(1-\mu) + (1+\mu) \cdot \beta^2} = 0,535$$

- cortante radial:
$$T_r = -\frac{q \cdot a}{2} \cdot \left(\rho - \beta^2 \cdot \frac{1}{\rho} \right)$$

Obteniéndose los siguientes esfuerzos en cada sección:

- para $\rho = 1,00$ (borde exterior con $r = 8,55$ m)
 - momento radial: $M_r = -23,62$ kNm/m
 - momento circunferencial: $M_\theta = -4,72$ kNm/m
 - cortante radial: $T_r = -38,65$ kN/m

- para $\rho = 0,854$ (borde interior con $r = 7,3$ m)
 - momento circunferencial: $M_\theta = 1,35$ kNm/m

Dimensionamiento de armaduras:

· Materiales: Hormigón $f_{ck} = 30$ N/mm² $\gamma_c = 1,50$
 Acero $f_{yk} = 500$ N/mm² $\gamma_s = 1,15$
 · Acciones: cargas permanentes $\gamma_{G0} = 1,35$
 sobrecargas $\gamma_{Q0} = 1,50$

- Armadura radial en cara inferior:

$$M_o = M_r (\rho = 1,00) = 23,62 \text{ kNm/m}$$

· Por rotura a flexión: $b = 1,00$ m $h = 0,40$ m
 $d = 0,34$ m

Esfuerzo mayorado $M_d = 35,43$ kNm/m $\Rightarrow \mu_d = 0,015$
 $\omega = 0,017 \Rightarrow A_s = 2,71$ cm²/m

Armadura mínima mecánica $= \alpha \cdot A_s = 1,316 \cdot 2,71 = 3,57$ cm²/m (cara tracción)

Armadura mínima geométrica $= 0,0009 \cdot b \cdot h = 3,60$ cm²/m (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø}12$ a $0,20$

· Por fisuración: $w_{adm} = 0,20$ mm recubrimiento $c = 0,050$ m

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12$ a $20 = 5,65$ cm²/m
 obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,48	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	40	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
recubrimiento c :	5	(cm)

Armadura de tracción A_{s1} :

- n° de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- n° de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	5,65	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	34,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	10,05	(cm ²)

Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	1,644E-03
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,922E-03

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_o :	23,62	(kNm)
-----------------	-------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X:	4,93	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	38.397	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	497,92	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	126,88	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	180,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	900	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	231,49	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-4,250E-03	
- valor mínimo:	2,538E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0999	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,20 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

· Comprobación a cortante:

Esfuerzo mayorado $V_d = 57,98 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción $A_s = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$ canto útil de armadura $A_s = 34,40 \text{ cm}$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,76$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b \cdot d} = 1,644\text{E-}03$$

$V_{u2} = 123,57 \text{ kN/m} < V_{u2,min} = 219,97 \text{ kN/m}$
 $V_{u2,min} > V_d$

- Armadura radial en cara superior:

Se obtiene a partir de los esfuerzos en arranque del muro perimetral, por el equilibrio del nudo correspondiente.

Esfuerzos de servicio: $M_o = 25,57 \text{ kNm/m}$
 $N_o = 27,62 \text{ kN/m}$

· Por tracción:

Con una tensión de trabajo de $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$, tenemos:

$$A_{s,t} = 1,38 \text{ cm}^2/\text{m}$$

· Por rotura a flexión: $b = 1,00 \text{ m}$ $h = 0,40 \text{ m}$
 $d = 0,34 \text{ m}$

Esfuerzo mayorado $M_d = 36,98 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,016$

$$\omega = 0,018 \Rightarrow A_{s,f} = 2,81 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura total} = A_{s,t} + A_{s,f} = 4,20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armadura mínima mecánica $= \alpha * A_s = 1,215 * 4,20 = 5,10 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica $= 0,0009 * b * h = 3,60 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_{s,tot} = \text{Ø12 a } 0,20$

· Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø12 a } 20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo de deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo de deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,48	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	40	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
recubrimiento c :	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	5,65	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	34,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	1,644E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,642E-03	

3. Esfuerzos de servicio		
Tracción N_c :	27,62	(kN)
Momento M_o :	25,57	(kNm)
4. Dimensionamiento a tracción:		
Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	1,38	(cm ²)
5. Datos de la sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $Adisp_{1,f}$:	4,27	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $Adisp_{2,f}$:	4,27	(cm ²)
Cuantía geométrica de $Adisp_1 \rho_1$:	1,242E-03	
Cuantía geométrica de $Adisp_2 \rho_2$:	1,241E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,33	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	29.802	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	654,52	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	180,59	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	180,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	900	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	262,34	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-5,028E-03	
- valor mínimo:	3,612E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,1611	(mm)

$w_k > w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Aumentar armadura

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø16 a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$
obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura $A_{s1} d$:	34,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de $A_{s1} \rho_1$:	2,940E-03	
Cuantía geométrica de $A_{s2} \rho_2$:	1,652E-03	

Sección fisurada

Armadura disponible a flexión $Adisp_{1,f}$:	8,67	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $Adisp_{2,f}$:	4,27	(cm ²)
Cuantía geométrica de $Adisp_1 \rho_1$:	2,536E-03	
Cuantía geométrica de $Adisp_2 \rho_2$:	1,248E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	5,86	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	55.455	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	331,48	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	91,46	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	232,25	(mm)

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-2,546E-03	
- valor mínimo:	1,829E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0722	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

- Armadura circunferencial en cara inferior:

$$M_o = M_\phi (\rho = 1,00) = 4,72 \text{ kNm/m}$$

· Por rotura a flexión: $b = 1,00 \text{ m}$ $h = 0,40 \text{ m}$
 $d = 0,34 \text{ m}$

Esfuerzo mayorado $M_d = 7,09 \text{ kNm/m}$

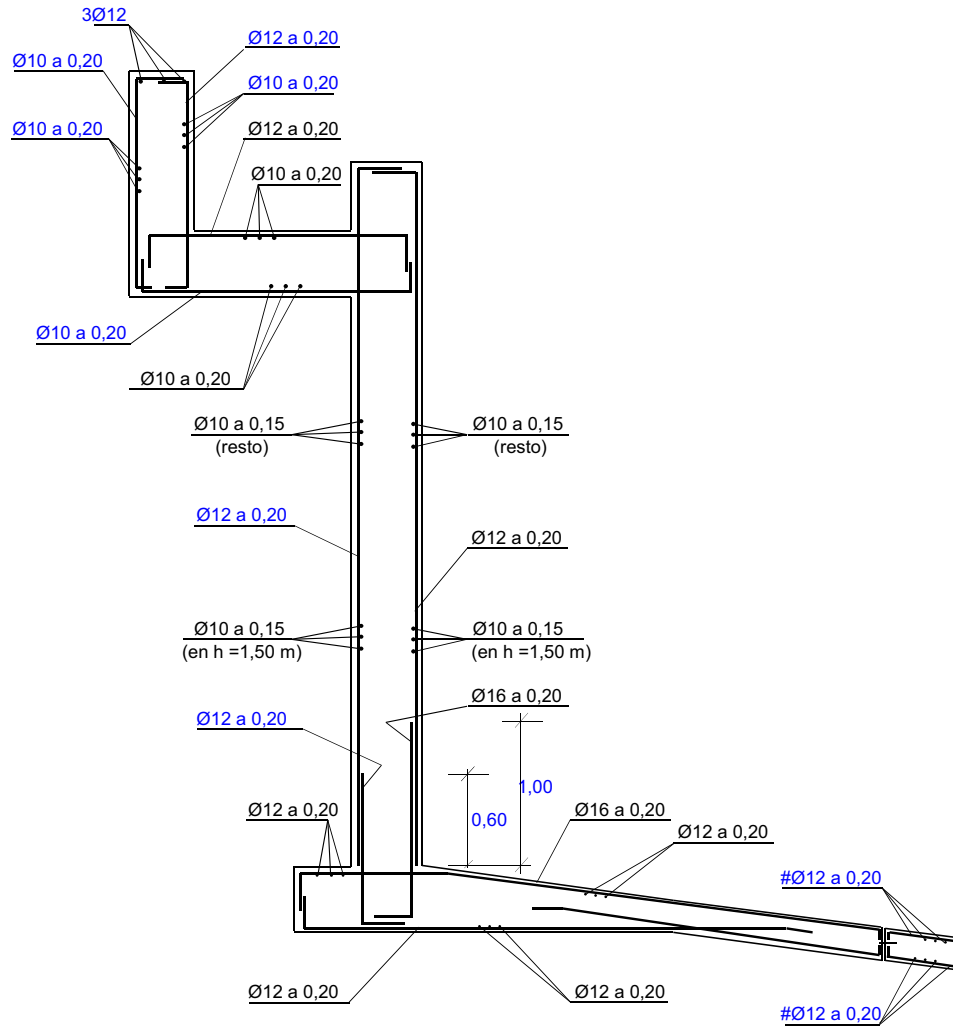
$$\mu_d = 0,003 \Rightarrow \omega = 0,005$$

$$A_{s,f} = 0,79 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \text{Armadura mínima mecánica} = 1,15 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armadura mínima geométrica: $\rho = 0,0018$ (dos caras)

$$A_{min, geom.} = 7,20 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow A_s = \text{Ø12 a } 0,20$$

ESQUEMA DE ARMADO



SECCIÓN TRANSVERSAL

JUSTIFICACIÓN DE CUANTÍAS DE ACERO

Elemento estructural: Canal

Dimensiones del elemento de hormigón:

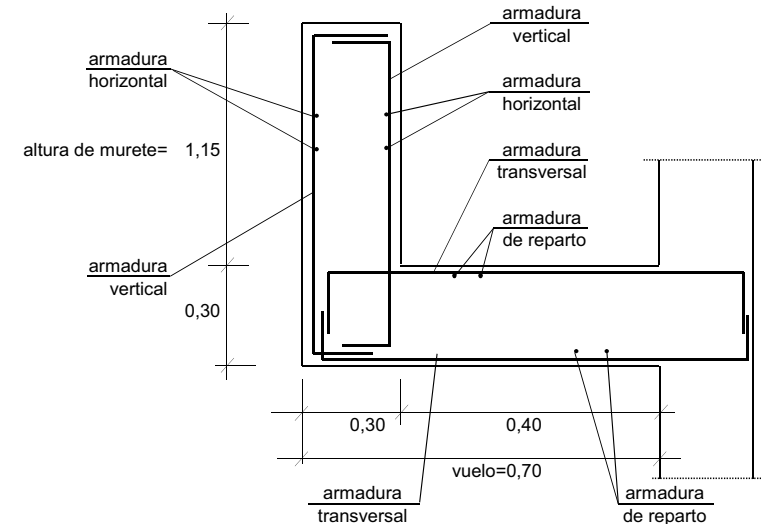
	Murete	Losa
canto:	0,30 m	canto: 0,30 m
ancho:	1,00 m	ancho: 1,00 m
altura:	1,15 m	vuelo: 0,70 m
		volumen hormigón..... 0,555 m³

DESPIECE DE ACERO:

grupo de barras descripción	diámetro Ø (mm)	separación (m)	número de barras	longitud barra (m)	peso unitario	peso parcial
Murete						
cara interior						
armadura vertical	12	0,200	5,00	1,35	0,89	6,01
armadura horizontal	10	0,200	6,00	1,00	0,62	3,72
cara exterior						
armadura vertical	10	0,200	5,00	1,35	0,62	4,19
armadura horizontal	10	0,200	8,00	1,00	0,62	4,96
Losa						
cara superior						
armadura transversal	12	0,200	5,00	0,65	0,89	2,89
armadura de reparto	10	0,200	2,00	1,00	0,62	1,24
cara inferior						
armadura transversal	10	0,200	5,00	0,65	0,62	2,02
armadura de reparto	10	0,200	4,00	1,00	0,62	2,48
Total Kg Acero						27,50

Cuántia nominal (Kg/m³) ... 49,55
patillas, solapes y despuntes ... 15,00%
Cuántia real (Kg/m³) ... **56,98**

CROQUIS ARMADO:



Elemento estructural: Muro

Dimensiones del elemento de hormigón: canto: 0,30 m } volumen= 0,900 m³
 ancho: 1,00 m }
 alto: 3,00 m }

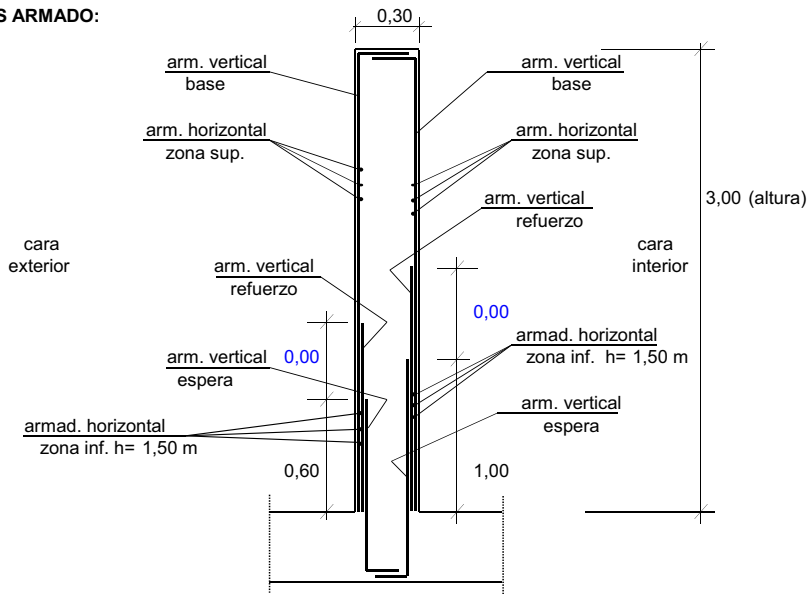
DESPIECE DE ACERO:

grupo de barras descripción	diámetro Ø (mm)	separación (m)	número de barras	longitud barra (m)	peso unitario	peso parcial
cara interior						
armadura vertical						
espera	16	0,200	5,00	1,00	1,58	7,90
refuerzo	-	-	-	-	-	-
armad. base	12	0,200	5,00	2,95	0,89	13,13
armadura horizontal						
zona superior	10	0,150	11,00	1,00	0,62	6,82
zona inferior	10	0,150	11,00	1,00	0,62	6,82
cara exterior						
armadura vertical						
espera	12	0,200	5,00	0,60	0,89	2,67
refuerzo	-	-	-	-	-	-
armad. base	12	0,200	5,00	2,95	0,89	13,13
armadura horizontal						
zona superior	10	0,150	11,00	1,00	0,62	6,82
zona inferior	10	0,150	11,00	1,00	0,62	6,82

Total Kg Acero 64,11

Cuantía nominal (Kg/m³) ... 71,23
 patillas, solapes y despuntes ... 10,00%
 Cuantía real (Kg/m³) ... 78,35

CROQUIS ARMADO:



Elemento estructural: Losa cimentación

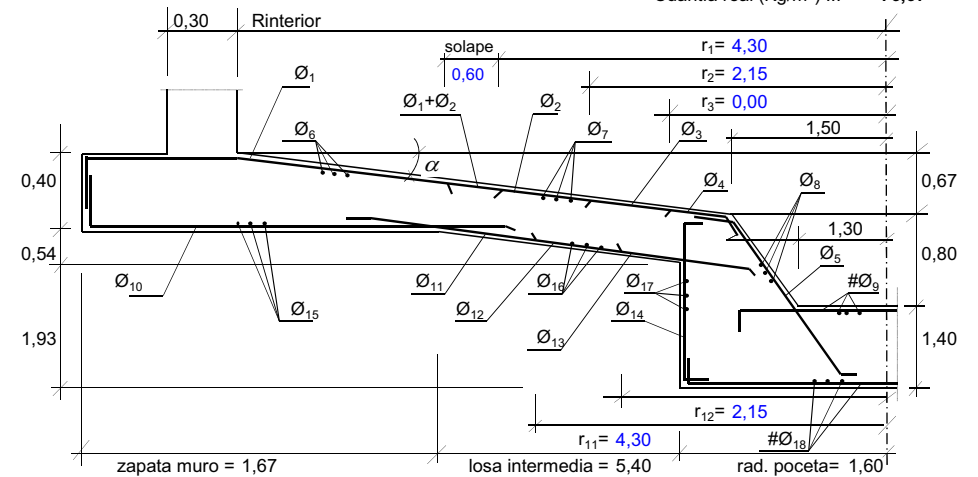
Dimensiones del hormigón: radio interior: 8,00 m } vol. zapata = 7,628 m³ } vol. total 21,648 m³
 inclinación losa (α): 5,8851 ° } vol. losa = 10,830 m³ }
 ángulo en planta: 90,000 ° } vol. poceta = 3,191 m³ }

DESPIECE DE ACERO:

grupo de barras descripción	diámetro Ø (mm)	separación (° sexag./m)	número de barras	longitud barra (m)	peso unitario	peso parcial
cara superior						
armadura radial						
zapata muro (Ø ₁)	16	1,330 °	68,00	4,37	1,58	469,51
losa intermedia (Ø ₂)	12	2,667 °	17,00	2,75	0,89	41,61
losa intermedia (Ø ₃)	12	5,333 °	17,00	3,40	0,89	51,44
losa intermedia (Ø ₄)	-	-	-	-	-	-
poceta (Ø ₅)	12	5,333 °	17,00	2,16	0,89	32,75
armadura de reparto						
zapata muro (Ø ₆)	12	0,200 m	7,00	12,31	0,89	76,67
losa intermedia (Ø ₇)	12	0,200 m	28,00	6,68	0,89	166,36
poceta (Ø ₈)	12	0,200 m	5,00	2,20	0,89	9,79
mallazo poceta (Ø ₉)	16	0,200 m	7,00	0,65	1,58	7,19
cara inferior						
armadura radial						
zapata muro (Ø ₁₀)	12	1,330 °	68,00	1,67	0,89	101,07
losa intermedia (Ø ₁₁)	12	1,333 °	34,00	2,70	0,89	81,70
losa intermedia (Ø ₁₂)	12	2,667 °	17,00	4,85	0,89	73,38
losa intermedia (Ø ₁₃)	12	5,333 °	17,00	5,40	0,89	81,70
poceta (Ø ₁₄)	12	0,200 m	13,00	1,93	0,89	22,33
armadura de reparto						
zapata muro (Ø ₁₅)	12	0,200 m	9,00	12,31	0,89	98,58
losa intermedia (Ø ₁₆)	12	0,200 m	27,00	6,75	0,89	162,31
poceta (Ø ₁₇)	12	0,200 m	10,00	2,51	0,89	22,37
mallazo poceta (Ø ₁₈)	16	0,200 m	8,00	0,80	1,58	10,11

Total Kg Acero 1508,88

Cuantía nominal (Kg/m³) ... 69,70
 patillas, solapes y despuntes ... 10,00%
 Cuantía real (Kg/m³) ... 76,67



COMPROBACIÓN FRENTE A LA FLOTACIÓN

En este apartado se comprueba la seguridad del elemento frente al riesgo de flotación del mismo bajo la acción de la subpresión originada por encontrarse el nivel freático por encima de la cota de apoyo de la losa inferior. Para ello se calcula la relación entre la suma de los pesos del propio aparato y del terreno situado sobre el tacón exterior de la zapata del muro perimetral y la reacción ascendente correspondiente a la subpresión actuante en toda la superficie de apoyo del depósito sobre el terreno situada por debajo de la cota del nivel freático.

Coefficiente de seguridad mínimo frente a flotación considerado: $\gamma_{flot} = 1,20$

1. Peso propio

	ancho (m)	alto (m)	círc. c.d.g. (m)	volumen (m ³)	p.especif. (kN/m ³)	peso (kN)
muro canal:	0,30	1,15	55,61	19,18	25,00	479,60
solera canal:	0,70	0,30	54,35	11,41	25,00	285,34
muro perimetral:	0,30	3,00	51,21	46,09	25,00	1152,18
cimentación:	8,70	0,40	27,33	95,11	25,00	2377,87
	2,70	0,54	21,55	31,42	25,00	785,55
	1,63	2,47	5,12	20,62	25,00	515,42
	-3,24	0,67	23,16	-50,21	25,00	-1255,17
	-1,53	0,67	4,81	-4,93	25,00	-123,18
	-0,10	0,80	8,78	-0,70	25,00	-17,55
	-1,33	0,80	4,18	-4,45	25,00	-111,14
pila central:	0,30	4,47	1,88	2,53	25,00	63,19
	0,45	0,58	1,41	0,37	25,00	9,22
					total	4161,33

2. Peso del terreno sobre tacón de zapata de muro perimetral

terreno seco:	0,40	1,80	53,41	38,45	20,00	769,06
terr. sumergido:	0,40	0,87	53,41	18,59	21,50	399,59
					total	1168,65

3. Subpresión

zapata muro:	1,67	1,27	49,42	104,81	10,00	1048,09
losa intermedia:	5,40	1,27	27,21	186,58	10,00	1865,80
	5,40	0,27	21,55	31,42	10,00	314,22
zapata central:	1,60	3,74	5,03	30,08	10,00	300,79
					total	3528,90

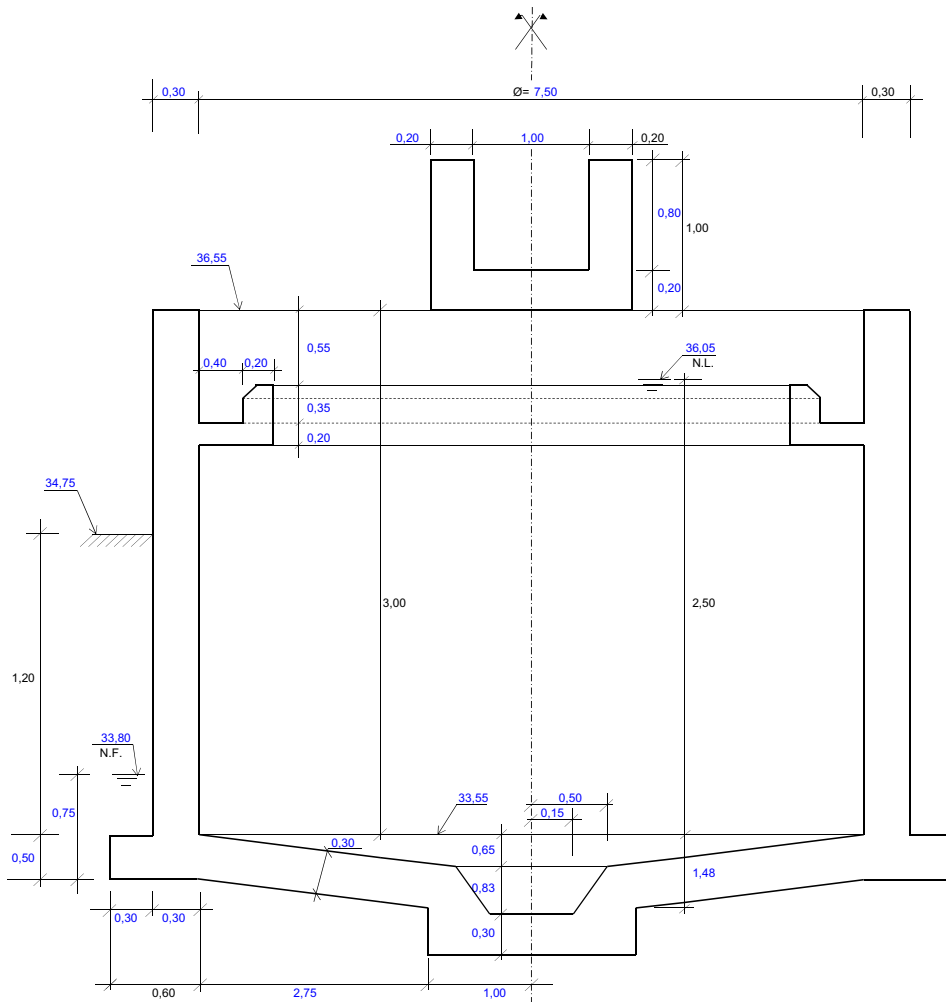
A partir de los valores obtenidos se obtiene el siguiente coeficiente de seguridad frente a la flotación:

$$\gamma_{flotación} = \frac{4.161,33 + 1.168,65}{3.528,90} = 1,51 > 1,20$$

Comprobándose que el elemento presenta un nivel de seguridad frente al riesgo de flotación que es **suficiente**.

8.- APÉNDICE-D.2: CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL ESPESADOR

DEFINICIÓN GEOMÉTRICA



SECCIÓN TRANSVERSAL

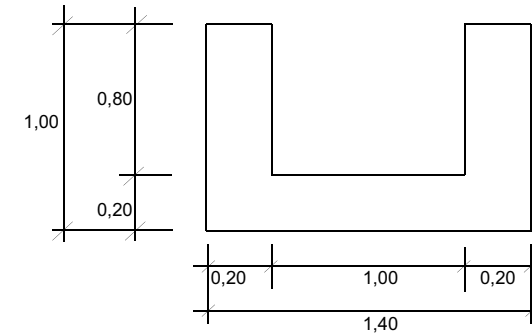
PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN

Sondeo de referencia: P-4
Estrato de apoyo: SV (suelo vegetal) => se dispone relleno estructural hasta nivel DR2 (arenas limosas)
Tensión admisible: 150,00 kN/m²

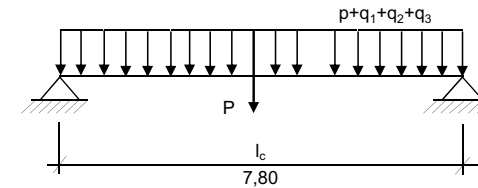
PASARELA

El dimensionamiento de la pasarela se realiza considerándola como una viga apoyada en ambos extremos.

Definición geométrica de la sección transversal de la pasarela:



Esquema estructural y de cargas:



Cargas consideradas:

- Peso propio: $\gamma_c = 25,00 \text{ kN/m}^3$

unidades (-)	ancho (m)	alto (m)	peso espec. (kN/m³)	peso (kN)
-diafragmas verticales	2	0,20	25,00	10,00
-losa inferior	1	1,00	25,00	5,00

$\rho = 15,00 \text{ kN/m}$
- Cargas permanentes:
 - puntual (equipos): $P = 25,00 \text{ kN}$
 - lineal: $q_1 = 0,50 \text{ kN/m}$
- Sobrecargas:
 - sob. de uso: $\text{sob.uso} = 5,00 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow q_2 = 1,00 \cdot 5,00 = 5,00 \text{ kN/m}$
 - otras: $q_3 = 2,00 \text{ kN/m}$

Esfuerzos característicos en sección central y apoyos:

- Peso propio:
 - $M^+ = 0,125 \cdot p \cdot l_c^2 = 114,1 \text{ kNm}$
 - $V = 0,50 \cdot p \cdot l_c = 58,5 \text{ kN}$
- Cargas permanentes:
 - $M^+ = 0,25 \cdot P \cdot l_c + 0,125 \cdot q_1 \cdot l_c^2 = 52,6 \text{ kNm}$
 - $V = 0,50 \cdot P + 0,50 \cdot q_1 \cdot l_c = 14,5 \text{ kN}$
- Sobrecargas:
 - $M^+ = 0,125 \cdot (q_2 + q_3) \cdot l_c^2 = 53,2 \text{ kNm}$
 - $V = 0,50 \cdot (q_2 + q_3) \cdot l_c = 27,3 \text{ kN}$

· Dimensionamiento de armaduras:

Coefficientes de minoración y resistencias características:

- Hormigón: $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_c = 1,50$
- Acero: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_s = 1,15$

Coefficientes de mayoración de acciones:

- Cargas permanentes: $\gamma_{FG} = 1,35$
- Cargas variables: $\gamma_{FQ} = 1,50$

A. Diafragmas

1. Rotura a flexión:

Para la determinación de la armadura necesaria se considera, de forma simplificada, como sección resistente una sección rectangular cuya anchura es la suma de las de los dos diafragmas verticales y con canto igual al total de la sección transversal.

Sección resistente total: $b = 0,40 \text{ m}$ $h = 1,00 \text{ m}$
 $d = 0,90 \text{ m}$

Momento mayorado: $M_d^+ = 304,8 \text{ kNm}$ $\Rightarrow \mu_d = 0,047$

$\omega = 0,050$ $\Rightarrow A_s = 8,28 \text{ cm}^2$

Armadura mínima mecánica = $0,04 * b * h * f_{cd} / f_{yd} = 7,36 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica = $0,0028 * b * h = 11,20 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = 15\text{Ø}12$

2. Fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ rec. c = $0,050 \text{ m}$

Para la comprobación a fisuración se considera la sección completa en forma de U formada por los diafragmas y la losa de unión.

Momento flector de servicio: $M_o^+ = 182,6 \text{ kNm}$
(se considera carga cuasipermanente el 30% de la sobrecarga)

Partiendo de una armadura realmente dispuesta según la distribución que se indica a continuación, obtenemos:

en cada diafragma: $3\text{Ø}12 = 3,39 \text{ cm}^2/\text{m}$
entre diafragmas: $9\text{Ø}12 = 10,18 \text{ cm}^2/\text{m}$

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero Es:	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f _{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f _{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón Ec:	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n:	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción f _{ct,m} :	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción f _{ct,m,fl} :	2,90	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto total h:	100	(cm)
Canto de la losa h _o :	20	(cm)
Ancho total b:	140	(cm)
Ancho diafragmas b _o :	40	(cm)
Área bruta A _G :	6000	(cm ²)
Altura del c.d.g. y _G :	36,67	(cm)
Inercia sección bruta respecto c.d.g. I _G :	5533333	(cm ⁴)

3. Datos de la armadura

Recubrimiento c:	5,0	(cm)
Armadura de tracción As ₁ :		
a) En cada diafragma		
- nº de barras de la capa 1 n ₁ :	3	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø ₁ :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s _v :	5	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n ₂ :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø ₂ :	0,00	(mm)
- área de armadura en cada diafragma:	3,39	(cm ²)
b) En la losa		
- nº de barras de la capa 1 n ₃ :	9	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø ₃ :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s _v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n ₄ :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø ₄ :	0,00	(mm)
- área de armadura en la losa:	10,18	(cm ²)
Área de armadura de tracción As ₁ :	16,96	(cm ²)
Distancia de c.d.g. de As ₁ a borde sección d ₁ :	5,60	(cm)
Canto útil de la armadura As ₁ d ₁ :	94,40	(cm)
Armadura de compresión As ₂ :		
- nº de barras total de la capa 1 n ₅ :	4,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø ₅ :	12	(mm)
Área de armadura de compresión As ₂ :	4,52	(cm ²)
Distancia de c.d.g. de As ₂ a borde sección d ₂ :	5,60	(cm)
Cuantía geométrica de As ₁ ρ ₁ :	4,493E-03	
Cuantía geométrica de As ₂ ρ ₂ :	1,198E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento Mo: 182,60 (kNm)

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X:	20,39	(cm)
Inercia fisurada Ifis:	770.297	(cm ⁴)
Momento de fisuración Mfis:	437,10	(kNm)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ _{sr} :	293,91	(N/mm ²)
- en servicio σ _s :	122,78	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	1	
- valor por geometría:	93,33	(mm)
- valor en fórmula:	93,33	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón A_c, ef :	2044,00	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	190,96	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,145E-03	
- valor mínimo:	2,456E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0797	(mm)
wk < wadm = 0,10 mm => Dimensionamiento válido		

Pasamos a una armadura realmente dispuesta según la distribución que se indica a continuación, obteniendo los nuevos valores siguientes:

en cada diafragma:	3Ø16 = 6,03 cm ² /m
entre diafragmas:	9Ø16 = 18,10 cm ² /m

Armadura de tracción A_{s1} :		
a) En cada diafragma		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	3	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	5	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0,00	(mm)
- área de armadura en cada diafragma:	6,03	(cm ²)
b) En la losa		
- nº de barras de la capa 1 n_3 :	9	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_3 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v' :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_4 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_4 :	0,00	(mm)
- área de armadura en la losa:	18,10	(cm ²)
Área de armadura de tracción A_{s1} :	30,16	(cm ²)
Distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d'_1 :	5,80	(cm)
Canto útil de la armadura A_{s1} d_1 :	94,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :		
- nº de barras total de la capa 1 n_5 :	4,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_5 :	12	(mm)
Área de armadura de compresión A_{s2} :	4,52	(cm ²)
Distancia de c.d.g. de A_{s2} a borde sección d'_2 :	5,60	(cm)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	8,004E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,201E-03	

Profundidad de fibra neutra X:	26,18	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	1.229.247	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	169,28	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	70,72	(N/mm ²)
Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	93,33	(mm)
- valor en fórmula:	93,33	(mm)
Área eficaz de hormigón A_c, ef :	2492,00	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	184,77	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-6,595E-04	
- valor mínimo:	1,414E-04	
Abertura característica de fisura w_k :	0,0444	(mm)
wk < wadm = 0,10 mm => Dimensionamiento válido		

3. Cortante:

Cortante mayorado de cálculo: $V_d = 139,4$ kN

resultando para cada diafragma un cortante de cálculo $(1/2) \cdot V_d = 69,7$ kN

Armadura de tracción A_s : 6,03 cm²

canto útil de armadura A_s : 94,20 cm

$$\xi_s = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,46$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,202E-03$$

V_{u2} (sin armad. transv.) =	70,2 kN	> $(1/2) \cdot V_d$
V_{u2} (valor mínimo) =	91,0 kN	> $(1/2) \cdot V_d$
V_{cu} (con armad. transv.) =	58,5 kN	< $(1/2) \cdot V_d$

$V_{s_u} = 11,2$ kN => $A_{s, transv.} = 0,33$ cm²/m

B. Losa de unión

1. Rasante:

Calculamos las armaduras de rasante necesarias para unir la losa de reparto a los dos diafragmas teniendo en cuenta la fracción de la armadura total que queda entre estos últimos.

Esfuerzo rasante medio de cálculo S_d :		
Armadura entre diafragmas A_s :	18,10	(cm ²)
Armadura para cada unión A_s' :	9,05	(cm ²)
Resistencia de cálculo de la armadura f_{yd} :	434,78	(N/mm ²)
Esfuerzo rasante total F_d :	393,38	(kN)
Longitud de redistribución plástica a_r :	3,90	(m)
Esfuerzo rasante medio de cálculo S_d :	100,87	(kN/m)

EDAR de Tapia Casariego
Espesador de fangos Ø7,50 m

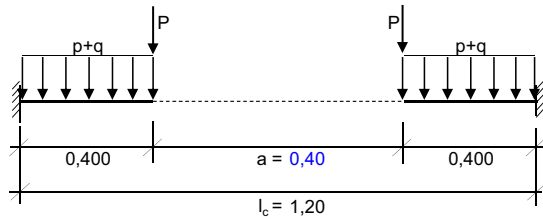
Esfuerzo rasante de agotamiento por compresión oblicua S_{u1} :
Resistencia de cálculo del hormigón f_{tcd} : 8,00 (N/mm²)
Espesor del ala h_0 : 20,00 (cm)
Esfuerzo rasante de agotamiento S_{u1} : 800 (kN/m)
 $S_d < S_{u1}$

Esfuerzo rasante de agotamiento por tracción S_{u2} :
Resistencia de cálculo de la armadura $f_{yp,d}$: 400 (N/mm²)
Armadura de rasante estricta A_p : 2,52 (cm²/m)

2. Flexión:

Zona de equipos:

Esquema de cálculo:



Cargas consideradas:

peso propio: $p = 5,00$ kN/m
sobrecarga: $q = 5,00$ kN/m
equipos: $P = 12,50$ kN
reparto (45°) $r = 0,80$ m } => $P' = 15,63$ kN/m

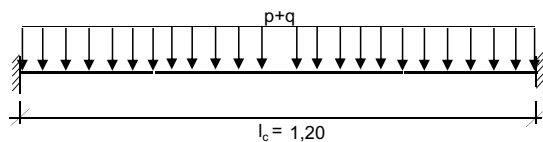
Sección: $b = 1,00$ m $h = 0,20$ m
 $d = 0,14$ m

Momento $M_{d1} = 10,52$ kNm/m => $\mu_d = 0,027$

$\omega = 0,029$ => $A_{s,f} = 1,86$ cm²/m

Resto de losa:

Esquema de cálculo:



Cargas consideradas:

peso propio: $p = 5,00$ kN/m
sobrecarga: $q = 5,00$ kN/m

EDAR de Tapia Casariego
Espesador de fangos Ø7,50 m

Sección: $b = 1,00$ m $h = 0,20$ m
 $d = 0,14$ m
Momento $M_{d1} = 1,71$ kNm/m => $\mu_d = 0,004$
 $\omega = 0,006$ => $A_{s,f} = 0,41$ cm²/m

La armadura de unión total a disponer queda:

Armadura total = $A_p / 2 + A_{s,f}(\max) = 3,12$ cm²/m

Armadura mínima mecánica = $\alpha * A_s = 1,076 * 3,12 = 3,36$ cm²/m (cara tracción)

Armadura mínima geométrica = $0,0009 * b * h = 1,80$ cm²/m (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_{s,tot} = \varnothing 10$ a 0,20

3. Cortante:

Calculamos las armaduras de suspensión necesarias para transmitir las cargas a los dos diafragmas desde la losa teniendo en cuenta los modelos de carga anteriores.

Zona de equipos:

Cortante $V_d = 29,14$ kN/m => $A_{\alpha,susp} = 0,73$ cm²/m

Resto de losa:

Cortante $V_d = 8,55$ kN/m => $A_{\alpha,susp} = 0,21$ cm²/m

La armadura transversal total a disponer en forma de cercos queda:

$A_{\alpha,tot} = A_{\alpha} + A_{\alpha,susp}(\max) = 1,06$ cm²/m

Armadura mínima transversal: $A_{\alpha,min} = 2,00$ cm²/m

Se dispone una armadura dada por: $A_{\alpha,tot} = \varnothing 8$ a 0,30 = 3,35 cm²/m

MURO PERIMETRAL

El cálculo de los esfuerzos en el muro perimetral circular se realiza considerándolo como una lámina cilíndrica empotrada en la base sometida al empuje hidrostático del líquido más las cargas de coronación.

La obtención de los esfuerzos debidos al empuje hidrostático se realiza mediante las tablas contenidas en la publicación nº195 del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción "Depósitos cilíndricos circulares" de Florencio del Pozo.

Cálculo como lámina cilíndrica:

Datos de partida:

· radio medio:	a= 3,90 m	} $\kappa = \frac{\sqrt[4]{3(1-\nu^2)}}{\sqrt{a\delta}} = 1,204$
· altura:	L= 2,50 m	
· espesor pared:	$\delta = 0,30$ m	
· módulo Poisson:	$\nu = 0,20$	
· peso específico líquido:	$\gamma = 11,00$ kN/m ³	

$\kappa \cdot L = 3,011$

Los esfuerzos en el muro vienen dados por las expresiones siguientes:

· axil circunferencial: $N_{\phi} = \gamma \cdot a \cdot L \cdot \text{Coef}_{VII} = 107,250 \cdot \text{Coef}_{VII}$

· momento vertical: $M_x = \frac{\gamma \cdot a \cdot L \cdot \delta}{2 \cdot \sqrt[4]{3(1-\nu^2)}} \cdot \text{Coef}_{VIII} = 9,480 \cdot \text{Coef}_{VIII}$

· cortante vertical: $Q_x = \frac{\gamma \cdot L \cdot \sqrt{a\delta}}{2 \cdot \sqrt[4]{3(1-\nu^2)}} \cdot \text{Coef}_{IX} = 11,417 \cdot \text{Coef}_{IX}$

siendo los coeficientes indicados variables con el parámetro x/L, donde x es la distancia desde la sección considerada hasta el arranque del muro.

Se obtienen los siguientes esfuerzos máximos:

· axil circunferencial máximo para x/L = 0,50 con Coef_{VII} = 0,3734

$N_{\phi, \max} = 40,05$ kN/m

· momento vertical máximo para x/L = 0,00 con Coef_{VIII} = 0,6854

$M_{x, \max} = 6,50$ kNm/m

· cortante vertical máximo para x/L = 0,00 con Coef_{IX} = 1,6815

$Q_{x, \max} = 19,20$ kN/m

Los esfuerzos de flexión y cortante son para la sección situada a x/L = 0,10

Coef_{VIII} = 0,2377 => $M_x = 2,25$ kNm/m

Coef_{IX} = 1,0733 => $Q_x = 12,25$ kN/m

Y el esfuerzo axil circunferencial es para la sección situada a x/L = 0,70

Coef_{VII} = 0,3246 => $N_{\phi} = 34,81$ kN/m

Dimensionamiento de armaduras:

· Materiales:	Hormigón fck = 30 N/mm ²	$\gamma_c = 1,50$
	Acero fyk = 500 N/mm ²	$\gamma_s = 1,15$
· Acciones:	cargas permanentes	$\gamma_{IG} = 1,35$
	sobrecargas	$\gamma_{IQ} = 1,50$

- Armadura vertical:

a) En sección de arranque de muro:

· Por rotura a flexión: $b = 1,00$ m $h = 0,30$ m
 $d = 0,24$ m

Esfuerzo mayorado $M_d = 9,75$ kNm/m => $\mu_d = 0,008$

$\alpha = 0,010$ => $A_s = 1,15$ cm²/m

Armadura mínima mecánica = $\alpha \cdot A_s = 1,395 \cdot 1,15 = 1,61$ cm²/m (cara tracción)

Armadura mínima geométrica = $0,0009 \cdot b \cdot h = 2,70$ cm²/m (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø}10$ a 20

· Por fisuración: $w_{adm} = 0,10$ mm rec. c = 0,050 m

Esfuerzo de servicio $M_o = 6,50$ kNm/m

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s, \text{real}} = \text{Ø}10$ a 20 = 3,93 cm²/m obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n:	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,77	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	30	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 ϕ_1 :	10	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 ϕ_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	3,93	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d':	5,50	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d:	24,50	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	3,93	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	1,603E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,604E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 : 6,50 (kNm)

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X: 3,55 (cm)
Inercia fisurada I_{fis} : 13659 (cm⁴)
Momento de fisuración M_{fis} : 56481 (N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:
- en el instante de fisuración σ_{sr} : 606,36 (N/mm²)
- en servicio σ_s : 69,75 (N/mm²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_0 :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2): 2
- valor por geometría: 200,00 (mm)
- valor en fórmula: 150,00 (mm)

Coefficiente de la ley de tracciones k_1 : 0,125

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$: 562,5 (cm²)

Separación media entre fisuras s_m : 201,62 (mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 : 0,5

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula: -1,283E-02
- valor mínimo: 1,395E-04

c) Abertura característica de fisura w_k : 0,0478 (mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

· Comprobación a cortante:

Esfuerzo mayorado $V_d = 28,80 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción $A_s = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$ canto útil de armadura $A_s = 24,50 \text{ cm}$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,90$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b \cdot d} = 1,603E-03$$

$$Vu_2 = 94,23 \text{ kN/m} < Vu_{2,min} = 175,72 \text{ kN/m}$$

$$Vu_{2,min} > V_d$$

b) En sección situada sobre el arranque a $x/L = 0,10$

· Por rotura a flexión: $b = 1,00 \text{ m}$ $h = 0,30 \text{ m}$
 $d = 0,24 \text{ m}$

Esfuerzo mayorado $M_d = 3,38 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,003$

$\alpha = 0,005 \Rightarrow A_s = 0,54 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura mínima mecánica $= \alpha \cdot A_s = 1,451 \cdot 0,54 = 0,79 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica $= 0,0009 \cdot b \cdot h = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø}10 \text{ a } 0,25$

· Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ rec. c = 0,050 m

Esfuerzo de servicio $M_o = 2,25 \text{ kNm/m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}10 \text{ a } 25 = 3,14 \text{ cm}^2/\text{m}$
obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s : 200.000 (N/mm²)

Resistencia característica del hormigón f_{ck} : 30 (N/mm²)

Resistencia media del hormigón f_{cm} : 38 (N/mm²)

Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c : 28.577 (N/mm²)

Coefficiente de equivalencia n: 7,00

Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$: 2,90 (N/mm²)

Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$: 3,77 (N/mm²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h: 30 (cm)

Ancho b: 100 (cm)

Recubrimiento c: 5 (cm)

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 : 4,00

- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 : 10 (mm)

- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v : 0 (cm)

- nº de barras de la capa 2 n_2 : 0,00

- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 : 0 (mm)

- área de armadura de tracción A_{s1} : 3,14 (cm²)

- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' : 5,50 (cm)

- canto útil de armadura A_{s1} d: 24,50 (cm)

Armadura de compresión A_{s2} : 3,93 (cm²)

Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 : 1,282E-03

Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 : 1,604E-03

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 : 2,25 (kNm)

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X:	3,25	(cm)
Inercia fisurada I _{fis} :	11212	(cm ⁴)
Momento de fisuración M _{fis} :	56481	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ _{sr} :	749,10	(N/mm ²)
- en servicio σ _s :	29,89	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s ₀ :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	250,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k ₁ :	0,125	
Área eficaz de hormigón A _{c,ef} :	450	(cm ²)
Separación media entre fisuras s _m :	201,62	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k ₂ :	0,5	
Alargamiento medio ε _{sm} :		
- valor por fórmula:	-4,679E-02	
- valor mínimo:	5,977E-05	
c) Abertura característica de fisura w _k :	0,0205	(mm)

w_k < w_{adm} = 0,10 mm => Dimensionamiento válido

- Comprobación a cortante:

Esfuerzo mayorado V_d = 18,38 kN/m

Armadura de tracción A_s: 3,14 cm²/m canto útil de armadura A_s: 24,50 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,90 \quad \rho_1 = \frac{A_s}{b \cdot d} = 1,282E-03$$

$$Vu_2 = 87,47 \text{ kN/m} < Vu_{2,min} = 175,72 \text{ kN/m}$$

Vu_{2,min} > V_d

- Armadura horizontal:

Se dimensiona admitiendo para el acero una tensión de trabajo dada por σ_s = 100 N/mm² disponiendo la armadura resultante repartida al 50% en cada cara.

a) En sección a x/L = 0,70 => A_{s,t} = 1,74 cm²/m

b) En sección a x/L = 0,50 => A_{s,t} = 2,00 cm²/m

Armadura mínima geométrica: ρ = 0,0032 (dos caras)

A_{min, geom.} = 9,60 cm²/m

Se disponen las siguientes armaduras:

zona inferior: Ø10 a 0,15 = 5,24 cm²/m en h = 1,80 m
zona superior: Ø10 a 0,15 = 5,24 cm²/m en h = 1,20 m

LOSA DE CIMENTACIÓN

El cálculo de los esfuerzos en la losa de cimentación se realiza considerándola como una placa circular empotrada en su contorno sometida a una carga repartida uniforme perpendicular a su plano y cuyo valor es el resultado de la diferencia entre la reacción del terreno, actuante en la cara inferior de la losa en sentido ascendente, y la carga hidrostática del interior, actuante sobre la cara superior en sentido descendente.

Las cargas repartidas resultantes (q) en las hipótesis de depósito vacío y lleno son, respectivamente, las siguientes:

Hipótesis I: depósito vacío

Se tienen las siguientes cargas:

1. Peso propio (sin contar la cimentación).

	área (m ²)	alto (m)	dens. (kN/m ³)	peso (kN)
murete de canal coronación:	4,08	0,35	25,00	35,74
solera de canal coronación:	13,01	0,20	25,00	65,03
muro perimetral:	7,35	3,00	25,00	551,35
pasarela:	0,60	8,10	25,00	121,50
				773,62

2. Terreno exterior sobre tacón.

			γ _{ts} = 20,00 kN/m ³	
terreno exterior:	7,92	1,20	20,00	190,00

3. Pasarela.

equipos:				25,00
sobrecarga de uso:	1,00	8,10	5,00	40,50
				65,50

4. Cubierta.

	(p+q= 1,00 kN/m ³)			
carga permanente (20%):	51,53	0,20	1,00	10,31
sobrecarga (80%):	51,53	0,80	1,00	41,22
				51,53

Carga total = 1.080,65 kN } c.p. = 998,93 kN
sob. = 81,72 kN

superficie de apoyo = 59,45 m²

tensión sobre el terreno σ_t = 18,18 kN/m² } σ_{cp} = 16,80 kN/m²
σ_{sob} = 1,37 kN/m²

carga hidrostática = 0,00 kN/m²
carga sobre la placa q = 18,18 kN/m²

Hipótesis II: depósito lleno

5. Líquido interior	44,18	2,50	11,00	1214,91
---------------------	-------	------	-------	---------

Incremento de tensión del terreno debido al peso del líquido:
Δσ_t = 20,44 kN/m²

tensión sobre el terreno σ_t = 38,62 kN/m²

carga hidrostática = 27,50 kN/m²

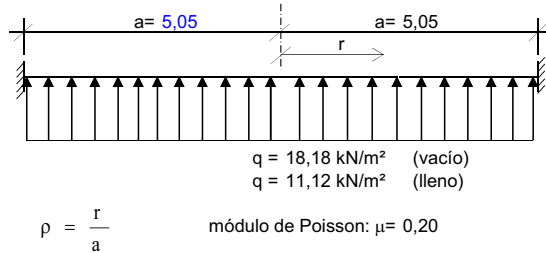
carga sobre la placa q = 11,12 kN/m²

tensión s/ terreno con cimentación σ_{tot} = 51,12 kN/m² < σ_{adm} = 150,00 kN/m²
(h_{cim} = 0,50 m)

Cálculo de esfuerzos

El cálculo de los esfuerzos correspondientes a las diferentes secciones de la placa se realiza a partir de las fórmulas contenidas en la publicación "Tablas para el cálculo de placas y vigas pared" de R.Bareš.

Esquema estructural:



Los esfuerzos en las distintas secciones para cada valor de r se obtienen a partir de las expresiones siguientes:

- momento radial:

$$M_r = \frac{q \cdot a^2}{16} \cdot \left[(1 + \mu) - (3 + \mu) \cdot \rho^2 \right]$$

- momento circunferencial:

$$M_\phi = \frac{q \cdot a^2}{16} \cdot \left[(1 + \mu) - (1 + 3 \cdot \mu) \cdot \rho^2 \right]$$

- cortante radial:

$$T_r = -0,5 \cdot q \cdot a \cdot \rho$$

Obteniéndose los siguientes esfuerzos en cada sección:

- para $\rho = 1,00$ (borde exterior con $r = 5,05$ m)

	vacío	lleno
- momento radial:	$M_r = -57,95$ kNm/m	$-35,43$ kNm/m
- momento circunferencial:	$M_\phi = -11,59$ kNm/m	$-7,09$ kNm/m
- cortante radial:	$T_r = -45,90$ kN/m	$-28,07$ kN/m

- para $\rho = 0,00$ (centro con $r = 0$ m)

	vacío	lleno
- momento radial:	$M_r = 34,77$ kNm/m	$21,26$ kNm/m
- momento circunferencial:	$M_\phi = 34,77$ kNm/m	$21,26$ kNm/m

Dimensionamiento de armaduras:

· Materiales:	Hormigón $f_{ck} = 30$ N/mm ²	$\gamma_c = 1,50$
	Acero $f_{yk} = 500$ N/mm ²	$\gamma_s = 1,15$
· Acciones:	cargas permanentes	$\gamma_{FG} = 1,35$
	sobrecargas	$\gamma_{QG} = 1,50$

Sección: empotramiento en muro

- Armadura radial en cara inferior:

$$M_o = M_r (\rho = 1,00; \text{vacío}) = 57,95 \text{ kNm/m}$$

· Por rotura a flexión:	$b = 1,00$ m	$h = 0,50$ m
		$d = 0,44$ m

$$\text{Esfuerzo mayorado } M_d = 86,92 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,022$$

$$\alpha = 0,024 \Rightarrow A_s = 4,95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura mínima mecánica} = \alpha \cdot A_s = 1,231 \cdot 4,95 = 6,09 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (cara tracción)}$$

$$\text{Armadura mínima geométrica} = 0,0009 \cdot b \cdot h = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (cara tracción)}$$

$$\text{Se dispone una armadura dada por: } A_s = \text{Ø16 a 20}$$

· Por fisuración:	$w_{adm} = 0,20$ mm	recubrimiento $c = 0,050$ m
-------------------	---------------------	-----------------------------

$$K_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,30 \cdot \sigma_{sob}) / \sigma_t = 0,95 \quad (\text{se considera sob. cuasip. el } 30\% \text{ de la sobrecarga total})$$

$$M_o' = M_r \cdot K_{sob} = 54,88 \text{ kNm/m}$$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø16 a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,19	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	50	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
Recubrimiento c :	5	(cm)

Armadura de tracción A_{s1} :

- n° de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 ϕ_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- n° de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 ϕ_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	44,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,274E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,278E-03	

3. Esfuerzos de servicio		
Momento M_o :	54,88	(kNm)
4. Datos de la sección fisurada		
Profundidad de fibra neutra X:	7,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	108.838	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	132.755	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	316,31	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	130,77	(N/mm ²)
5. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1250	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	239,47	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,259E-03	
- valor mínimo:	2,615E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,1065	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,20 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

Esfuerzo mayorado $V_d = 68,85 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción $A_s = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ canto útil de armadura $A_s = 44,20 \text{ cm}$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,67 \quad \rho_1 = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,274E-03$$

$$V_{u2} = 167,89 \text{ kN/m} < V_{u2,min} = 261,23 \text{ kN/m}$$

$V_{u2,min} > V_d$

- Armadura radial en cara superior:

Se obtiene a partir de los esfuerzos en arranque del muro perimetral, por el equilibrio del nudo correspondiente.

Esfuerzos de servicio: $M_o = 6,50 \text{ kNm/m}$
 $N_o = 19,20 \text{ kN/m}$

• Por tracción:

Con una tensión de trabajo para el acero de $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$, tenemos:

$$A_{s,t} = ,96 \text{ cm}^2/\text{m}$$

• Por rotura a flexión: $b = 1,00 \text{ m}$ $h = 0,50 \text{ m}$
 $d = 0,44 \text{ m}$

$$M_d = 9,75 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,003$$

$$\omega = 0,005 \Rightarrow A_{s,f} = ,91 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura total} = A_{s,t} + A_{s,f} = 1,87 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura mínima mecánica} = \alpha \cdot A_s = 1,398 \cdot 1,87 = 2,62 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (cara tracción)}$$

$$\text{Armadura mínima geométrica} = 0,0009 \cdot b \cdot h = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (cara tracción)}$$

Se dispone una armadura dada por: $A_{s,tot} = \text{Ø}12 \text{ a } 20$

• Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,19	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	50	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
Recubrimiento c :	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	5,65	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	44,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	10,05	(cm ²)
Cuántía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	1,274E-03	
Cuántía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,264E-03	

3. Esfuerzos de servicio		
Tracción N_o :	19,20	(kN)
Momento M_o :	6,50	(kNm)
4. Dimensionamiento a tracción:		
Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,96	(cm ²)
5. Datos de la sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $Adisp_{1,f}$:	4,70	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $Adisp_{2,f}$:	9,09	(cm ²)
Cuantía geométrica de $Adisp_{1,p1}$:	1,057E-03	
Cuantía geométrica de $Adisp_{2,p2}$:	2,047E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	5,14	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	55187	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	132755	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{st} :	661,01	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	32,35	(N/mm ²)
6. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	180,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1125	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	279,77	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-3,360E-02	
- valor mínimo:	6,470E-05	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0308	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

- Armadura circunferencial en cara inferior:

$M_o = M_{\phi} (\rho = 1,00) = 11,59 \text{ kNm/m}$		
- Por rotura a flexión:	$b = 1,00 \text{ m}$	$h = 0,50 \text{ m}$ $d = 0,44 \text{ m}$
	$M_d = 17,38 \text{ kNm/m}$	
	$\mu_d = 0,004$	$\omega = 0,006$
	$A_{s,i} = 1,31 \text{ cm}^2/\text{m}$	Armadura mínima mecánica = 1,88 cm ² /m
Armadura mínima geométrica: $\rho = 0,0018$ (dos caras)		
	$A_{min, geom.} = 9,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	$A_s = \text{Ø12 a } 0,20$

Sección: centro placa

- Armaduras radial y circunferencial en cara superior:

$$M_o = M_r (\rho = 0,00; \text{vacío}) = M_{\phi} (\rho = 0,00; \text{vacío}) = 34,77 \text{ kNm/m}$$

- Por rotura a flexión: $b = 1,00 \text{ m}$ $h = 0,30 \text{ m}$
 $d = 0,24 \text{ m}$

Esfuerzo mayorado $M_d = 52,15 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,045$

$\omega = 0,048 \Rightarrow A_s = 5,30 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura mínima mecánica = $\alpha \cdot A_s = 1,020 \cdot 5,30 = 5,41 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica = $0,0009 \cdot b \cdot h = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø12 a } 0,20$

- Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

$K_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,30 \cdot \sigma_{sob}) / \sigma_{T1} = 0,95$ (se considera sob. cuasip. el 30% de la sobrecarga total)

$$M_o' = M_r \cdot K_{sob} = 32,93 \text{ kNm/m}$$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø12 a } 20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$
obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo de deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo de deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,77	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	30	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 ϕ_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 ϕ_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	5,65	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	24,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,318E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,316E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_o :

32,93 (kNm)

4. Datos de la sección fisurada		
Profundidad de fibra neutra X:	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fs} :	18.695	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fs} :	56.481	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	428,29	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	249,69	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	180,00	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	675	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	207,62	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ε_{sm} :		
- valor por fórmula:	-5,881E-04	
- valor mínimo:	4,994E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :		
	0,1763	(mm)
	$w_k > w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Aumentar armadura	

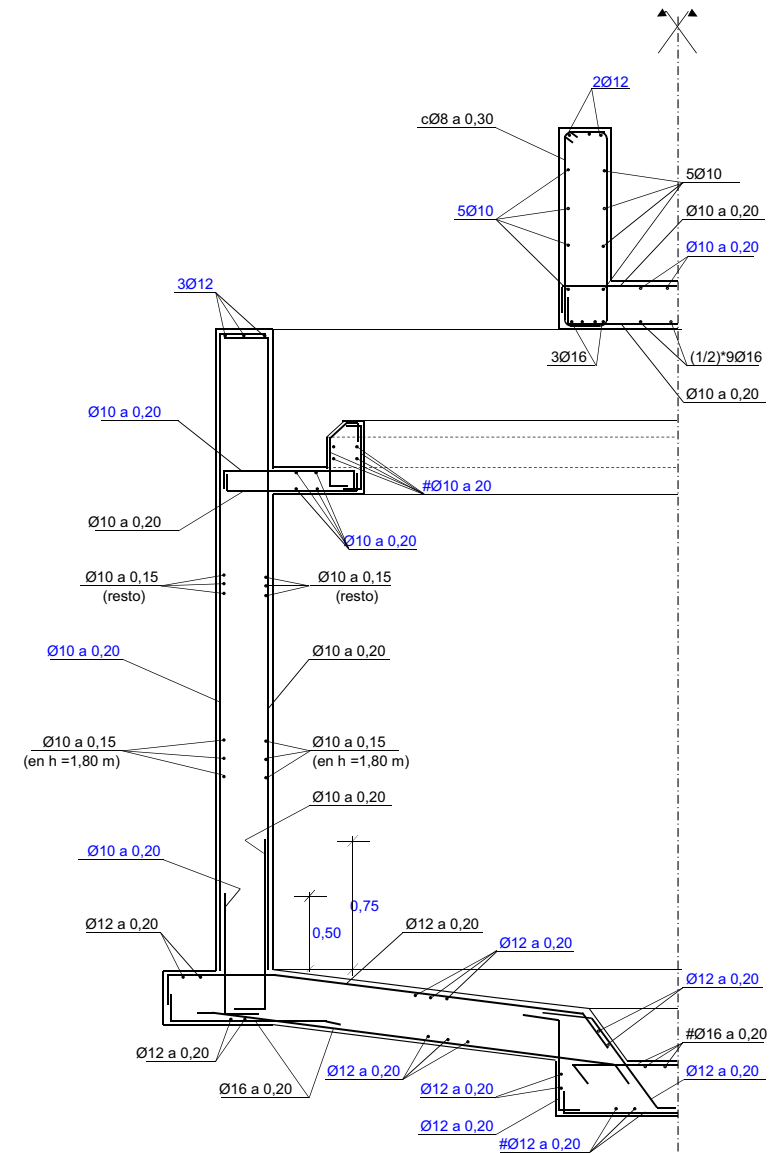
Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø16 a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_s , d :	24,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	4,154E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,335E-03	

Sección fisurada:		
Profundidad de fibra neutra X:	5,21	(cm)
Inercia fisurada I_{fs} :	30.101	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	249,34	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	145,37	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	750	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	199,68	(mm)
Alargamiento medio ε_{sm} :		
- valor por fórmula:	-3,424E-04	
- valor mínimo:	2,907E-04	
Abertura característica de fisura w_k :	0,0987	(mm)
	$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido	

ESQUEMA DE ARMADO



SEMI-SECCIÓN TRANSVERSAL

JUSTIFICACIÓN DE CUANTÍAS DE ACERO

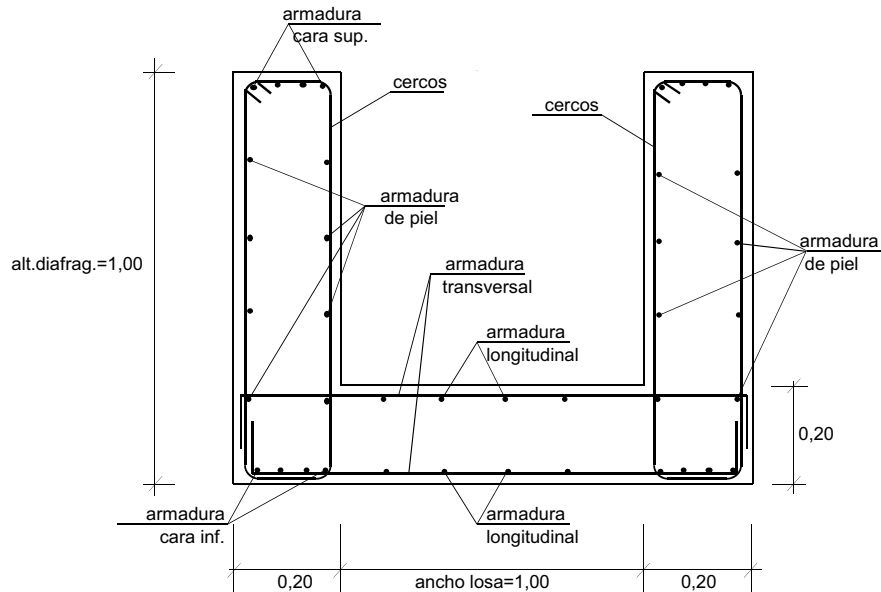
Elemento estructural: Pasarela

Dimensiones del elemento de hormigón:		Diafragmas verticales	Losa
canto:	0,20 m	canto: 0,20 m	canto: 0,20 m
largo:	1,00 m	largo: 1,00 m	largo: 1,00 m
altura:	1,00 m	ancho: 1,00 m	ancho: 1,00 m
		volumen hormigón..... 0,600 m³	

DESPIECE DE ACERO:

grupo de barras descripción	diámetro Ø (mm)	separación (m)	número de barras	longitud barra (m)	peso unitario	peso parcial
Diafragmas verticales						
armad. longitudinal cara superior	12	-	4	1,00	0,89	3,56
armad. longitudinal cara inferior	16	-	6	1,00	1,58	9,48
armad. transversal de piel	10	-	20	1,00	0,62	12,40
armad. transversal cercos	8	0,300	6,67	2,00	0,4	5,33
Losa						
armadura longitudinal cara superior	10	0,200	5,00	1,00	0,62	3,10
armadura transversal cara inferior	10	0,200	5,00	1,30	0,62	4,03
armadura longitudinal cara inferior	16	-	9	1,00	1,58	14,22
armadura transversal	10	0,200	5,00	1,30	0,62	4,03
					Total Kg Acero	56,15

Cuántía nominal (Kg/m³) ... 93,59
patillas, solapes y despuntes ... 10,00%
Cuántía real (Kg/m³) ... 102,95



Elemento estructural: Muro

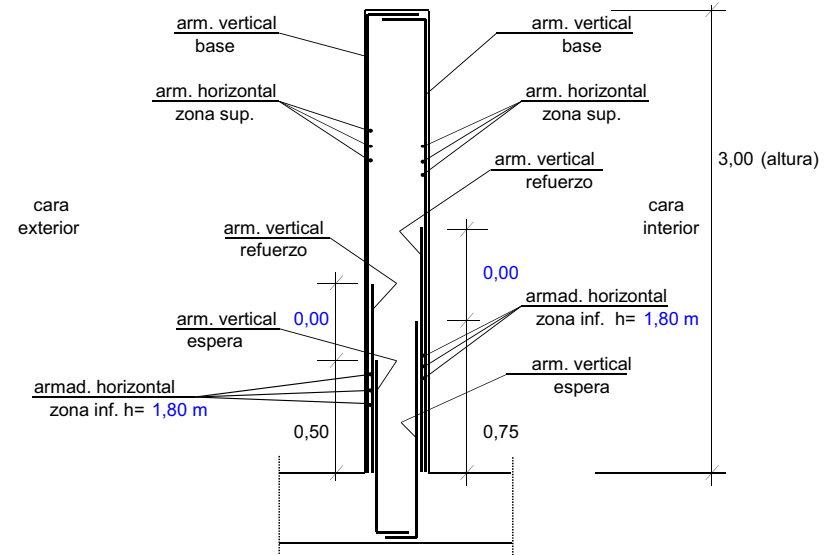
Dimensiones del elemento de hormigón:		canto: 0,30 m	} volumen= 0,900 m³
		ancho: 1,00 m	
		alto: 3,00 m	

DESPIECE DE ACERO:

grupo de barras descripción	diámetro Ø (mm)	separación (m)	número de barras	longitud barra (m)	peso unitario	peso parcial
cara interior						
armadura vertical						
espera	10	0,200	5,00	0,75	0,62	2,33
refuerzo	-	-	-	-	-	-
armad. base	10	0,200	5,00	2,95	0,62	9,15
armadura horizontal						
zona superior	10	0,150	9,00	1,00	0,62	5,58
zona inferior	10	0,150	13,00	1,00	0,62	8,06
cara exterior						
armadura vertical						
espera	10	0,200	5,00	0,50	0,62	1,55
refuerzo	-	-	-	-	-	-
armad. base	10	0,200	5,00	2,95	0,62	9,15
armadura horizontal						
zona superior	10	0,150	9,00	1,00	0,62	5,58
zona inferior	10	0,150	13,00	1,00	0,62	8,06
					Total Kg Acero	49,45

Cuántía nominal (Kg/m³) ... 54,94
patillas, solapes y despuntes ... 10,00%
Cuántía real (Kg/m³) ... 60,43

CROQUIS ARMADO:



EDAR de TAPIA de CASARIEGO
Espesador de fangos Ø7,50 m

Elemento estructural: Losa cimentación

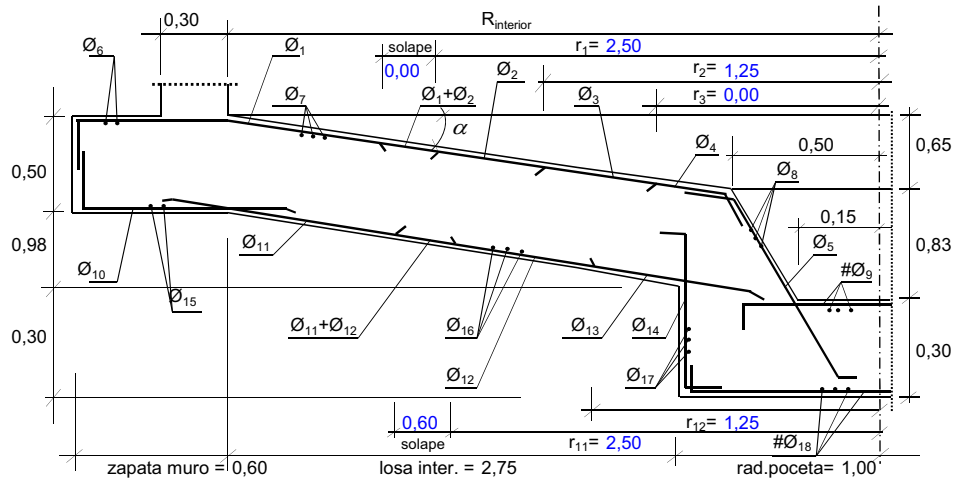
Dimensiones del hormigón:
 radio interior: 3,75 m
 inclinación losa (α): 11,3099 °
 ángulo en planta: 90,000 °
 volumen de hormigón = 9,663 m³

DESPIECE DE ACERO:

grupo de barras descripción	diámetro Ø (mm)	separación (° sexag./m)	número de barras	longitud barra (m)	peso unitario	peso parcial
cara superior						
armadura radial						
zapata muro (Ø ₁)	12	2,250 °	20,00	1,85	0,89	32,93
losa intermedia (Ø ₂)	12	4,500 °	10,00	3,10	0,89	27,59
losa intermedia (Ø ₃)	12	9,000 °	10,00	3,85	0,89	34,27
losa intermedia (Ø ₄)	-	-	-	-	-	-
poceta (Ø ₅)	12	18,000 °	5,00	1,12	0,89	4,97
armadura de reparto						
zapata muro (Ø ₆)	12	0,200 m	2,00	6,60	0,89	11,74
losa intermedia (Ø ₇)	12	0,200 m	17,00	3,34	0,89	50,50
poceta (Ø ₈)	12	0,200 m	5,00	0,51	0,89	2,27
mallazo poceta (Ø ₉)	16	0,200 m	1,00	0,08	1,58	0,12
cara inferior						
armadura radial						
zapata muro (Ø ₁₀)	16	2,250 °	40,00	0,60	1,58	37,92
losa intermedia (Ø ₁₁)	16	2,250 °	40,00	1,25	1,58	79,00
losa intermedia (Ø ₁₂)	12	4,500 °	10,00	1,85	0,89	16,47
losa intermedia (Ø ₁₃)	12	9,000 °	10,00	2,10	0,89	18,69
poceta (Ø ₁₄)	12	0,200 m	8,00	0,30	0,89	2,14
armadura de reparto						
zapata muro (Ø ₁₅)	12	0,200 m	3,00	6,36	0,89	16,99
losa intermedia (Ø ₁₆)	12	0,200 m	14,00	3,73	0,89	46,48
poceta (Ø ₁₇)	12	0,200 m	2,00	1,57	0,89	2,80
mallazo poceta (Ø ₁₈)	12	0,200 m	5,00	0,50	0,89	2,23

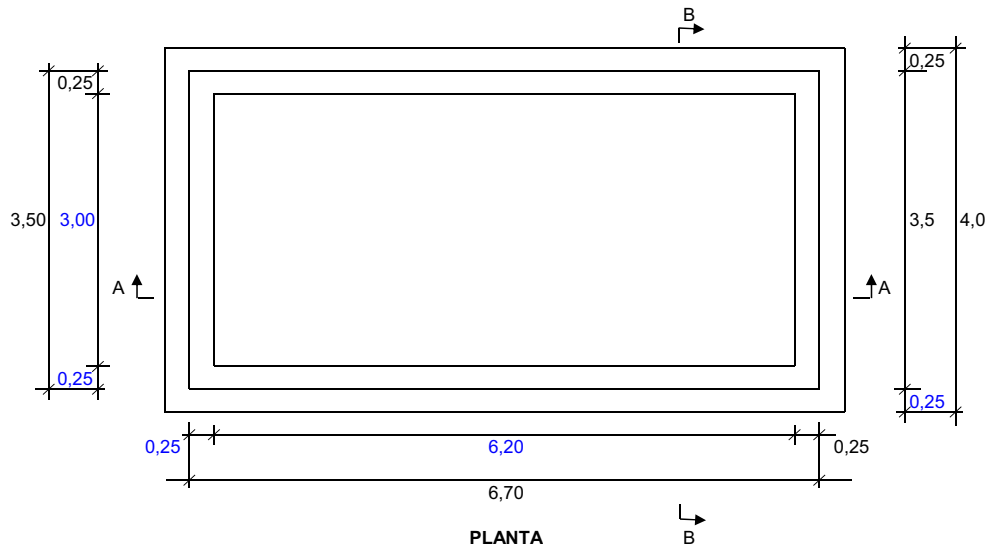
Total Kg Acero 387,10

Cuántía nominal (Kg/m³) ... 40,06
 patillas, solapes y despuntes ... 10,00%
 Cuántía real (Kg/m³) ... 44,07

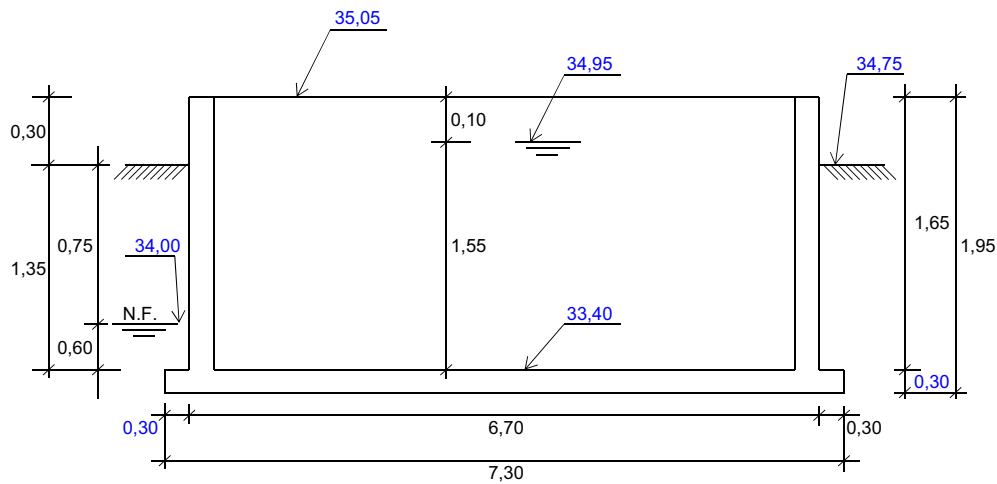


9.- APÉNDICE D-3: CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA ARQUETA DE REGULACIÓN

DEFINICIÓN GEOMÉTRICA



PLANTA



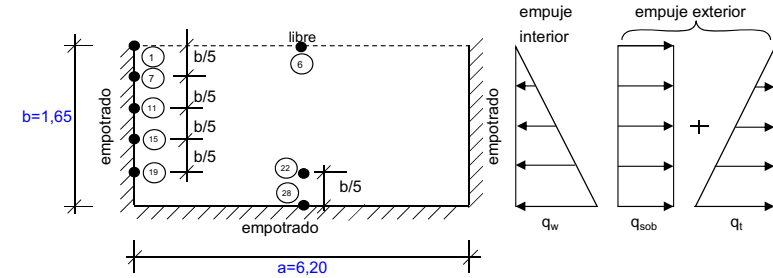
SECCIÓN A-A

MUROS

El dimensionamiento de los muros se realiza a partir de su asimilación a placas rectangulares, supuestas empotradas en tres de sus bordes y libres en el borde superior.

Las acciones consideradas son la presión hidrostática del líquido interior y el empuje producido por el terreno exterior más una sobrecarga superficial de valor igual a 10,00 kN/m². Del lado de la seguridad, en el cálculo de los esfuerzos originados por ambos empujes, éstos se consideran extendidos a toda la altura de la placa.

Esquema de cálculo: muro de l = 6,20 m



$$\gamma = \frac{a}{b} = 3,76 \quad \mu = 0,20 \text{ (coef. de Poisson)}$$

Cargas consideradas:

- empuje interior (hidrostático):

$$\left. \begin{array}{l} \gamma_w = 10,00 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{agua}} = 4,40 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow q_w = 44,00 \text{ kN/m}^2$$

- empuje exterior (terreno+sobrecarga):

coeficiente de empuje activo $K_a = 0,33$

$$\left. \begin{array}{l} \gamma_t = 20,00 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{tierras}} = 3,35 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow q_t = 22,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{sob} = 10,00 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow q_{\text{sob}} = 3,30 \text{ kN/m}^2$$

Cálculos de esfuerzos:

Los esfuerzos en las secciones señaladas son los siguientes:

a) empuje hidrostático

- momentos flectores

$$\begin{array}{ll} M_{x1} = -0,00454 & *44,00*6,20^2 = -7,67 \text{ kNm} \\ M_{x7} = -0,00288 & *44,00*6,20^2 = -4,86 \text{ kNm} \\ M_{x11} = -0,00117 & *44,00*6,20^2 = -1,99 \text{ kNm} \\ M_{x15} = 0,00003 & *44,00*6,20^2 = 0,06 \text{ kNm} \\ M_{x19} = 0,00033 & *44,00*6,20^2 = 0,56 \text{ kNm} \\ M_{x6} = -0,00059 & *44,00*6,20^2 = -0,99 \text{ kNm} \\ M_{y22} = -0,07005 & *44,00*1,65^2 = -8,39 \text{ kNm} \\ M_{y28} = -0,15779 & *44,00*1,65^2 = -18,90 \text{ kNm} \end{array}$$

- reacciones:

$$\begin{aligned} R_{x1} &= 0,1078 * 44,00 * 6,20 = 29,41 \text{ kN} \\ R_{x7} &= 0,0742 * 44,00 * 6,20 = 20,25 \text{ kN} \\ R_{x11} &= 0,0437 * 44,00 * 6,20 = 11,92 \text{ kN} \\ R_{x15} &= 0,0344 * 44,00 * 6,20 = 9,38 \text{ kN} \\ R_{x19} &= 0,0106 * 44,00 * 6,20 = 2,89 \text{ kN} \\ R_{y28} &= 0,5398 * 44,00 * 1,65 = 39,19 \text{ kN} \end{aligned}$$

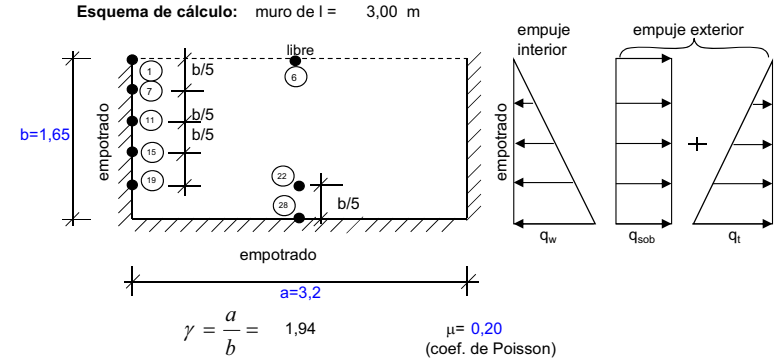
b) empuje terreno+sobrecarga

- momentos flectores

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -0,01504 * 3,30 * 6,20^2 + -0,00454 * 22,11 * 6,20^2 = -5,76 \text{ kNm} \\ M_{x7} &= -0,01031 * 3,30 * 6,20^2 + -0,00288 * 22,11 * 6,20^2 = -3,75 \text{ kNm} \\ M_{x11} &= -0,00542 * 3,30 * 6,20^2 + -0,00117 * 22,11 * 6,20^2 = -1,69 \text{ kNm} \\ M_{x15} &= -0,00181 * 3,30 * 6,20^2 + 0,00003 * 22,11 * 6,20^2 = -0,20 \text{ kNm} \\ M_{x19} &= -0,00015 * 3,30 * 6,20^2 + 0,00033 * 22,11 * 6,20^2 = 0,26 \text{ kNm} \\ M_{x6} &= -0,00220 * 3,30 * 6,20^2 + -0,00059 * 22,11 * 6,20^2 = -0,78 \text{ kNm} \\ M_{y22} &= -0,26103 * 3,30 * 1,65^2 + -0,07005 * 22,11 * 1,65^2 = -6,56 \text{ kNm} \\ M_{y28} &= -0,46178 * 3,30 * 1,65^2 + -0,15779 * 22,11 * 1,65^2 = -13,65 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- reacciones:

$$\begin{aligned} R_{x1} &= 0,4941 * 3,30 * 6,20 + 0,1078 * 22,11 * 6,20 = 24,89 \text{ kN} \\ R_{x7} &= 0,2751 * 3,30 * 6,20 + 0,0742 * 22,11 * 6,20 = 15,81 \text{ kN} \\ R_{x11} &= 0,1074 * 3,30 * 6,20 + 0,0437 * 22,11 * 6,20 = 8,19 \text{ kN} \\ R_{x15} &= 0,0345 * 3,30 * 6,20 + 0,0344 * 22,11 * 6,20 = 5,42 \text{ kN} \\ R_{x19} &= 0,0152 * 3,30 * 6,20 + 0,0106 * 22,11 * 6,20 = 1,76 \text{ kN} \\ R_{y28} &= 1,1390 * 3,30 * 1,65 + 0,5398 * 22,11 * 1,65 = 25,89 \text{ kN} \end{aligned}$$



Cálculos de esfuerzos:

Los esfuerzos en las secciones señaladas son los siguientes:

a) empuje hidrostático

- momentos flectores

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -0,01650 * 44,00 * 3,2^2 = -7,43 \text{ kNm} \\ M_{x7} &= -0,01544 * 44,00 * 3,2^2 = -6,96 \text{ kNm} \\ M_{x11} &= -0,01328 * 44,00 * 3,2^2 = -5,99 \text{ kNm} \\ M_{x15} &= -0,00962 * 44,00 * 3,2^2 = -4,34 \text{ kNm} \\ M_{x19} &= -0,00399 * 44,00 * 3,2^2 = -1,80 \text{ kNm} \\ M_{x6} &= 0,00716 * 44,00 * 3,2^2 = 3,23 \text{ kNm} \\ M_{y22} &= -0,01569 * 44,00 * 1,65^2 = -1,88 \text{ kNm} \\ M_{y28} &= -0,08197 * 44,00 * 1,65^2 = -9,82 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- reacciones:

$$\begin{aligned} R_{x1} &= 0,0989 * 44,00 * 3,2 = 13,93 \text{ kN} \\ R_{x7} &= 0,1301 * 44,00 * 3,2 = 18,31 \text{ kN} \\ R_{x11} &= 0,1270 * 44,00 * 3,2 = 17,88 \text{ kN} \\ R_{x15} &= 0,1235 * 44,00 * 3,2 = 17,38 \text{ kN} \\ R_{x19} &= 0,0569 * 44,00 * 3,2 = 8,02 \text{ kN} \\ R_{y28} &= 0,4556 * 44,00 * 1,65 = 33,08 \text{ kN} \end{aligned}$$

b) empuje terreno+sobrecarga

- momentos flectores

$$\begin{aligned} M_{x1} &= -0,06705 * 3,30 * 3,2^2 + -0,01650 * 22,11 * 3,2^2 = -6,00 \text{ kNm} \\ M_{x7} &= -0,05514 * 3,30 * 3,2^2 + -0,01544 * 22,11 * 3,2^2 = -5,36 \text{ kNm} \\ M_{x11} &= -0,03982 * 3,30 * 3,2^2 + -0,01328 * 22,11 * 3,2^2 = -4,35 \text{ kNm} \\ M_{x15} &= -0,02363 * 3,30 * 3,2^2 + -0,00962 * 22,11 * 3,2^2 = -2,98 \text{ kNm} \\ M_{x19} &= -0,00783 * 3,30 * 3,2^2 + -0,00399 * 22,11 * 3,2^2 = -1,17 \text{ kNm} \\ M_{x6} &= 0,02614 * 3,30 * 3,2^2 + 0,00716 * 22,11 * 3,2^2 = 2,50 \text{ kNm} \\ M_{y22} &= -0,06776 * 3,30 * 1,65^2 + -0,01569 * 22,11 * 1,65^2 = -1,55 \text{ kNm} \\ M_{y28} &= -0,19542 * 3,30 * 1,65^2 + -0,08197 * 22,11 * 1,65^2 = -6,69 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- reacciones:

$$\begin{aligned} R_{x1} &= 0,6095 * 3,30 * 3,2 + 0,0989 * 22,11 * 3,2 = 13,43 \text{ kN} \\ R_{x7} &= 0,4849 * 3,30 * 3,2 + 0,1301 * 22,11 * 3,2 = 14,32 \text{ kN} \\ R_{x11} &= 0,3196 * 3,30 * 3,2 + 0,1270 * 22,11 * 3,2 = 12,36 \text{ kN} \\ R_{x15} &= 0,2049 * 3,30 * 3,2 + 0,1235 * 22,11 * 3,2 = 10,90 \text{ kN} \\ R_{x19} &= 0,0219 * 3,30 * 3,2 + 0,0569 * 22,11 * 3,2 = 4,26 \text{ kN} \\ R_{y28} &= 0,8349 * 3,30 * 1,65 + 0,4556 * 22,11 * 1,65 = 21,17 \text{ kN} \end{aligned}$$

Dimensionamiento de armaduras:

$\gamma_c = 1,50$ $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_s = 1,15$ $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_{fG} = 1,35$ $\gamma_{fO} = 1,50$

- Armadura vertical en cara interior:

Sección: nudo 28

Hipótesis: empuje hidrostático

$$M_0 = M_{y28} = 18,90 \text{ kNm/m}$$

· Por rotura a flexión:

$b = 1,00 \text{ m}$ $h = 0,25 \text{ m}$
 $d = 0,19 \text{ m}$

$$M_d = 28,35 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_d = 0,039 \Rightarrow \omega = 0,041$$

$$A_s = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow A_s = \text{Ø12 a 0,20}$$

· Por fisuración:

$w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø12 a } 20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s : 200.000 (N/mm²)
 Resistencia característica del hormigón f_{ck} : 30 (N/mm²)
 Resistencia media del hormigón f_{cm} : 38 (N/mm²)
 Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c : 28.577 (N/mm²)
 Coeficiente de equivalencia n : 7,00
 Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$: 2,90 (N/mm²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h : 25 (cm)
 Ancho b : 100 (cm)
 Recubrimiento c : 5 (cm)

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 : 5,00
 - diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 : 12 (mm)
 - separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v : 0 (cm)
 - nº de barras de la capa 2 n_2 : 0,00
 - diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 : 0 (mm)
 - área de armadura de tracción A_{s1} : 5,65 (cm²)
 - distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' : 5,60 (cm)
 - canto útil de armadura $A_{s1} d$: 19,40 (cm)

Armadura de compresión A_{s2} :

Cuantía geométrica de $A_{s1} \rho_1$: 2,915E-03
 Cuantía geométrica de $A_{s2} \rho_2$: 8,093E-03

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 : 18,90 (kNm)

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X : 3,97 (cm)
 Inercia fisurada I_{fis} : 11.800 (cm⁴)
 Momento de fisuración M_{fis} : 30.172 (N·m)
 Tensiones en la armadura de tracción:
 - en el instante de fisuración σ_{sr} : 276,06 (N/mm²)
 - en servicio σ_s : 172,94 (N/mm²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_b :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2): 2
 - valor por geometría: 200,00 (mm)
 - valor en fórmula: 180,00 (mm)

Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :

0,125
 Área eficaz de hormigón A_c,ef : 562,5 (cm²)
 Separación media entre fisuras s_m : 195,68 (mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 : 0,5
 Alargamiento medio ϵ_{sm} :
 - valor por fórmula: -2,369E-04
 - valor mínimo: 3,459E-04

c) Abertura característica de fisura w_k :

0,0951 (mm)
 $w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø25 a } 10 = 49,09 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:.

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 : 10,00
 - diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 : 25 (mm)
 - separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v : 0 (cm)
 - nº de barras de la capa 2 n_2 : 0,00
 - diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 : 0 (mm)
 - área de armadura de tracción A_{s1} : 49,09 (cm²)
 - distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' : 6,25 (cm)
 - canto útil de armadura $A_{s1} d$: 18,75 (cm)
 Armadura de compresión A_{s2} : 15,70 (cm²)

Cuantía geométrica de $A_{s1} \rho_1$: 2,618E-02
 Cuantía geométrica de $A_{s2} \rho_2$: 8,373E-03

Sección fisurada:

Profundidad de fibra neutra X : 8,24 (cm)
 Inercia fisurada I_{fis} : 57.033 (cm⁴)

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} : 38,92 (N/mm²)
 - en servicio σ_s : 24,38 (N/mm²)

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_b :

- valor por geometría: 100,00 (mm)
 - valor en fórmula: 100,00 (mm)
 Área eficaz de hormigón A_c,ef : 625 (cm²)
 Separación media entre fisuras s_m : 135,92 (mm)

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula: -3,340E-05
 - valor mínimo: 4,877E-05
 Abertura característica de fisura w_k : 0,0113 (mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

· Comprobación a cortante:

$$V_0 = R_{y28} = 39,19 \text{ kN/m}$$

$$V_d = 58,78 \text{ kN/m}$$

$$\xi_s = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,033 \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,618E-02$$

$$V_{cu} = 195,87 \text{ kN/m} > V_d$$

EDAR de TAPIA de CASARIEGO
Arqueta de Regulación

Sección: nudo 22

Hipótesis: empuje hidrostático

$$M_0 = M_{y22} = 8,39 \text{ kNm/m}$$

· Por rotura a flexión: $b = 1,00 \text{ m}$ $h = 0,25 \text{ m}$
 $d = 0,19 \text{ m}$

$$M_d = 12,59 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_d = 0,017 \Rightarrow \omega = 0,019$$

$$A_s = 1,70 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow A_s = \text{Ø12 a 0,20}$$

· Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø12 a } 20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$
obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n:	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	5,65	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d':	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d:	19,40	(cm)

Armadura de compresión A_{s2} :

Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,915E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,912E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	8,39	(kNm)
-----------------	------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X:	3,73	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	11.586	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	30.172	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	285,65	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	79,45	(N/mm ²)

EDAR de TAPIA de CASARIEGO
Arqueta de Regulación

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_0 :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	180,00	(mm)

Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :

	0,125	
--	-------	--

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:

	562,5	(cm ²)
--	-------	--------------------

Separación media entre fisuras s_m :

	195,68	(mm)
--	--------	------

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :

	0,5	
--	-----	--

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-2,170E-03	
- valor mínimo:	1,589E-04	

c) Abertura característica de fisura w_k :

	0,0529	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø12 a } 10 = 11,31 \text{ cm}^2/\text{m}$
obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	10,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	11,31	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d':	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d:	19,40	(cm)

Armadura de compresión A_{s2} :

Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	5,830E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,912E-03	

Sección fisurada:

Profundidad de fibra neutra X:	4,86	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	20.582	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	149,19	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	41,49	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_0 :

- valor por geometría:	100,00	(mm)
- valor en fórmula:	100,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	153,16	(mm)

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-1,134E-03	
- valor mínimo:	8,299E-05	

Abertura característica de fisura w_k :

	0,0216	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

EDAR de TAPIA de CASARIEGO
Arqueta de Regulación

- Armadura horizontal en cara interior:

Sección: nudo 1

Hipótesis: empuje hidrostático

$$M_0 = Mx_1 = 7,66 \text{ kNm}$$

$$N_0 = Nx_1 = 29,41 \text{ kN}$$

· Por tracción:

Con una tensión de trabajo de $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$, tenemos:

$$A_{s,t} = 1,47 \text{ cm}^2/\text{m}$$

· Por rotura a flexión:

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$$h = 0,25 \text{ m}$$

$$d = 0,19 \text{ m}$$

$$M_d = 11,49 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_d = 0,016$$

=>

$$\omega = 0,018$$

$$A_{s,f} = 1,57 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura total} = A_{s,t} + A_{s,f} = 3,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\Rightarrow \text{Atot} = \text{Ø}12 \text{ a } 12,5 \text{ cm}$$

· Por fisuración:

$$w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$$

$$c = 0,050 \text{ m}$$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real}$ obtenemos..

$$\text{Ø}12 \text{ a } 20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$$

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n:	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	5,65	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d':	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d:	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,915E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,912E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_0 :	29,41	(kN)
Momento M_0 :	7,66	(kNm)

EDAR de TAPIA de CASARIEGO
Arqueta de Regulación

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	1,47	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	4,18	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	4,18	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	2,157E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,154E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	3,29	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	8,944	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	30,172	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{st} :	380,48	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	96,60	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_0 :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	180,00	(mm)

Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :

	0,125	
--	-------	--

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:

	562,5	(cm ²)
--	-------	--------------------

Separación media entre fisuras s_{m1} :

	216,66	(mm)
--	--------	------

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
-------------------------------	-----	--

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-3,264E-03	
----------------------	------------	--

- valor mínimo:	1,932E-04	
-----------------	-----------	--

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0712	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

EDAR de TAPIA de CASARIEGO
Arqueta de Regulación

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}16$ a $12,5=16,08 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	8,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	16,08	(cm^2)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm^2)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	8,378E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,943E-03	
Sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	14,61	(cm^2)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	4,18	(cm^2)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	7,612E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,177E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	5,35	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	24,730	(cm^4)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	118,28	(N/mm^2)
- en servicio σ_s :	30,03	(N/mm^2)
Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	125,00	(mm)
- valor en fórmula:	125,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm^2)
Separación media entre fisuras s_m :	159,21	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,015E-03	
- valor mínimo:	6,006E-05	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0163	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

· Comprobación a cortante:

$$V_o = R_{v1} = 79,45 \text{ kN/m}$$

$$V_d = 119,18 \text{ kN/m}$$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,02 \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 8,378E-03$$

$$V_{cu} = 136,37 \text{ kN/m} > V_d$$

EDAR de TAPIA de CASARIEGO
Arqueta de Regulación

Sección: nudo 11

Hipótesis: empuje hidrostático

$$M_o = Mx_{11} = 2,00 \text{ kNm}$$

$$N_o = Nx_{11} = 12,00 \text{ kN}$$

· Por tracción:

Con una tensión de trabajo de $\sigma_s = 100 \text{ N}/\text{mm}^2$, tenemos:

$$A_{s,t} = 0,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

· Por rotura a flexión:

$$b = 1,00 \text{ m} \quad h = 0,25 \text{ m}$$

$$d = 0,19 \text{ m}$$

$$M_d = 3,00 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_d = 0,004 \quad \Rightarrow \quad \omega = 0,006$$

$$A_{s,t} = ,54 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura total} = A_{s,t} + A_{s,f} = 1,14 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \Rightarrow \quad A_{tot} = \text{Ø}12 \text{ a } 20 \text{ cm}$$

· Por fisuración:

$$w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \quad c = 0,050 \text{ m}$$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12$ a $20=5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm^2)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm^2)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm^2)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm^2)
Coefficiente de equivalencia n:	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm^2)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	5,65	(cm^2)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)

Armadura de compresión A_{s2} :

Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,915E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,912E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	12,00	(kN)
Momento M_o :	2,00	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm^2)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,60	(cm^2)

EDAR de TAPIA de CASARIEGO
Arqueta de Regulación

5. Datos de la sección fisurada		
Armadura disponible a flexión Adisp _{1,f} :	5,05	(cm ²)
Armadura disponible a flexión Adisp _{2,f} :	5,05	(cm ²)
Cuantía geométrica de Adisp ₁ ρ ₁ :	2,606E-03	
Cuantía geométrica de Adisp ₂ ρ ₂ :	2,603E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	3,56	(cm)
Inercia fisurada I _{fis} :	10.527	(cm ⁴)
Momento de fisuración M _{fis} :	30.172	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ _{sr} :	317,78	(N/mm ²)
- en servicio σ _s :	21,06	(N/mm ²)
6. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s _o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	180,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k ₁ :	0,125	
Área eficaz de hormigón Ac,ef:	562,5	(cm ²)
Separación media entre fisuras s _m :	202,77	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coefficiente de carga k ₂ :	0,5	
Alargamiento medio ε _{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,188E-02	
- valor mínimo:	4,213E-05	
c) Abertura característica de fisura w _k :		
	0,0145	(mm)

wk < wadm = 0,10 mm => Dimensionamiento válido

EDAR de TAPIA de CASARIEGO
Arqueta de Regulación

Pasamos a una armadura realmente dispuesta As,real= Ø12 a 12,5=9,05 cm²/m
obteniendo los nuevos valores siguientes.:

Armadura de tracción As ₁ :		
- nº de barras de la capa 1 n ₁ :	8,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø ₁ :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s _v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n ₂ :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø ₂ :	0	(mm)
- área de armadura de tracción As ₁ :	9,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de As ₁ a borde sección d':	5,60	(cm)
- canto útil de armadura As ₁ d:	19,40	(cm)
Armadura de compresión As ₂ :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de As ₁ ρ ₁ :	4,664E-03	
Cuantía geométrica de As ₂ ρ ₂ :	2,912E-03	

Sección fisurada		
Armadura disponible a flexión Adisp _{1,f} :	8,45	(cm ²)
Armadura disponible a flexión Adisp _{2,f} :	5,05	(cm ²)
Cuantía geométrica de Adisp ₁ ρ ₁ :	4,355E-03	
Cuantía geométrica de Adisp ₂ ρ ₂ :	2,603E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,33	(cm)
Inercia fisurada I _{fis} :	16.190	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ _{sr} :	196,59	(N/mm ²)
- en servicio σ _s :	13,03	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s _o :		
- valor por geometría:	125,00	(mm)
- valor en fórmula:	125,00	(mm)
Área eficaz de hormigón Ac,ef:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s _m :	169,39	(mm)
Alargamiento medio ε _{sm} :		
- valor por fórmula:	-7,349E-03	
- valor mínimo:	2,606E-05	
c) Abertura característica de fisura w _k :		
	0,0075	(mm)

wk < wadm = 0,10 mm => Dimensionamiento válido

· Comprobación a cortante:

$$V_o = R_{x11} = 36,95 \text{ kN/m}$$

$$V_d = 55,43 \text{ kN/m}$$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,02 \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 4,664E-03$$

$$V_{cu} = 113,05 \text{ kN/m} > V_d$$

- Armadura vertical en cara exterior:

Sección: nudo 28

Hipótesis: empuje terreno

$$M_0 = M_{y28} = 13,65 \text{ kNm/m}$$

· Por rotura a flexión:	b= 1,00 m	h= 0,25 m d= 0,19 m
	$M_0 = 20,47 \text{ kNm/m}$	
	$\mu_0 = 0,028$	=> $\omega = 0,030$
	$A_s = 2,65 \text{ cm}^2/\text{m}$	=> $A_s = \text{Ø12 a 0,20}$
· Por fisuración:	$w_{adm} = 0,20 \text{ mm}$	recub. c= 0,050 m

$M'_0 = 13,65 \text{ kNm}$ (se considera sobrec. cuasipermanente el 100,00% de la sobrecarga total)

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø12 a } 20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n:	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	5,65	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d':	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d:	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	49,09	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,915E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,530E-02	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	13,65	(kNm)
-----------------	-------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X:	4,45	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	12.237	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	30.172	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	258,04	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	116,72	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_b :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	180,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón A_c,ef :	562,5	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	195,68	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-8,427E-04	
- valor mínimo:	2,334E-04	

c) Abertura característica de fisura w_k :

$w_k < w_{adm} = 0,20 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø20 a } 20 = 15,71 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	20	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	15,71	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d':	6,00	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d:	19,00	(cm)

Armadura de compresión A_{s2} :

Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	8,267E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,584E-02	

Sección fisurada:

Profundidad de fibra neutra X:	5,64	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	25.647	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	109,98	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	49,75	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_b :

- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Área eficaz de hormigón A_c,ef :	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,79	(mm)

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-3,592E-04	
- valor mínimo:	9,949E-05	
Abertura característica de fisura w_k :	0,0304	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,20 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

· Comprobación a cortante:

$$V_0 = R_{y28} = 25,89 \text{ kN/m}$$

$$V_d = 38,84 \text{ kN/m}$$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,03 \quad \rho_1 = \frac{A_s}{b \cdot d} = 8,267E-03$$

$$V_{cu} = 134,71 \text{ kN/m} > V_d$$

EDAR de TAPIA de CASARIEGO
Arqueta de Regulación

Sección: nudo 22

Hipótesis: empuje terreno

$$M_0 = M_{y22} = 6,56 \text{ kNm/m}$$

· Por rotura a flexión:	$b = 1,00 \text{ m}$	$h = 0,25 \text{ m}$ $d = 0,19 \text{ m}$
	$M_0 = 9,84 \text{ kNm/m}$	
	$\mu_0 = 0,014$	$\Rightarrow \omega = 0,016$
	$A_s = 1,37 \text{ cm}^2/\text{m}$	$\Rightarrow A_s = \text{Ø}12 \text{ a } 0,20$
· Por fisuración:	$w_{adm} = 0,20 \text{ mm}$	recub. $c = 0,050 \text{ m}$
	$M'_0 = 6,56 \text{ kNm}$	(se considera sobrec. cuasipermanente el 100,00% de la sobrecarga total)

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$
obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	25	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
Recubrimiento c :	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	5,65	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	11,31	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,915E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	5,830E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	6,56	(kNm)
-----------------	------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	3,88	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	11.714	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	30.172	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	279,85	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	60,86	(N/mm ²)

EDAR de TAPIA de CASARIEGO
Arqueta de Regulación

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_b :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	180,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	562,5	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	195,68	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-2,913E-03	
- valor mínimo:	1,217E-04	

c) Abertura característica de fisura w_k :

	0,0405	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,20 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

- Armadura horizontal en cara exterior:

Sección: nudo 1

Hipótesis: empuje terreno

$$M_0 = Mx_1 = 5,76 \text{ kNm/m}$$

· Por rotura a flexión: $b = 1,00 \text{ m}$ $h = 0,25 \text{ m}$
 $d = 0,19 \text{ m}$

$$M_0 = 8,64 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_0 = 0,012 \Rightarrow \omega = 0,014$$

$$A_{s,r} = 1,22 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow A_s = \text{Ø12 a } 0,20$$

· Por fisuración: $w_{adm} = 0,20 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

$$M'_0 = M'x_1 = 4,87 \text{ kNm/m} \quad (\text{se considera sobrec. cuasipermanente el } 100,00\% \text{ de la sobrecarga total})$$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø12 a } 20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$
obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	25	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
Recubrimiento c :	5	(cm)

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	5,65	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)

Armadura de compresión A_{s2} :

Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,915E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	8,289E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	4,87	(kNm)
-----------------	------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	3,98	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	11.807	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	30.172	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	275,75	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	44,51	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_b :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2): 2

- valor por geometría: 200,00 (mm)

- valor en fórmula: 180,00 (mm)

Coefficiente de la ley de tracciones k_1 : 0,125

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$: 562,5 (cm²)

Separación media entre fisuras s_m : 195,68 (mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 : 0,5

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula: -4,048E-03

- valor mínimo: 8,902E-05

c) Abertura característica de fisura w_k : 0,0296 (mm)

$w_k < w_{adm} = 0,20 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

· Comprobación a cortante:

$$V_o = R_{x1} = 24,00 \text{ kN/m}$$

$$V_d = 36,00 \text{ kN/m}$$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,02 \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,915E-03$$

$$V_{cu} = 96,66 \text{ kN/m} > V_d$$

LOSA DE CIMENTACIÓN

El cálculo de esfuerzos en la losa de cimentación se realiza asimilándola a una placa rectangular empotrada en su contorno y sometida a una carga uniforme perpendicular a su plano de valor igual a la diferencia entre la reacción del terreno (en sentido ascendente) y la carga hidrostática del interior (en sentido descendente).

Cargas sobre la cimentación:

1. Peso propio (sin contar la losa de cimentación)

	unidades	largo (m)	ancho (m)	espesor (m)	densidad (kN/m ³)	carga (kN)
muros:	2	6,70	1,65	0,25	25,00	138,19
	2	3,00	1,65	0,25	25,00	61,87
pasarela	1	15,00	1,00	1,56	25,00	585,00
						785,06 kN

2. Cargas permanentes

terr.seco s/tacón	2	7,10	0,75	0,20	20,00	42,60
	2	3,50	0,75	0,20	20,00	21,00
terr.sum. s/tacón	2	7,10	0,60	0,20	21,50	36,64
	2	3,50	0,60	0,20	21,50	18,06
equipos	1	1,00	1,00		35,00	35,00
						153,30 kN

3. Sobrecargas

sob.uso s/terr.	2	7,10		0,20	10,00	28,40
	2	3,50		0,20	10,00	14,00
sob.uso s/pas.	1	15,00	1,40		5,00	105,00
						147,40 kN

4. Líquido interior

líquido	1	6,20	3,00	1,55	10,00	288,30 kN
---------	---	------	------	------	-------	-----------

Hipótesis I: depósito vacío

peso propio+cargas permanentes=785,06+153,3= 938,36 kN
sobrecargas= 147,40 kN

carga total= 1.085,76 kN } c.p.= 938,36 kN
sob.= 147,40 kN

superficie de apoyo= 27,69 m²

tensión sobre el terreno $\sigma_t = 39,21$ kN/m² } $\sigma_{cp} = 33,89$ kN/m²
 $\sigma_{sob} = 5,32$ kN/m²

carga hidrostática= 0,00 kN/m²
carga sobre la placa q= 39,21 kN/m²

Hipótesis II: depósito lleno

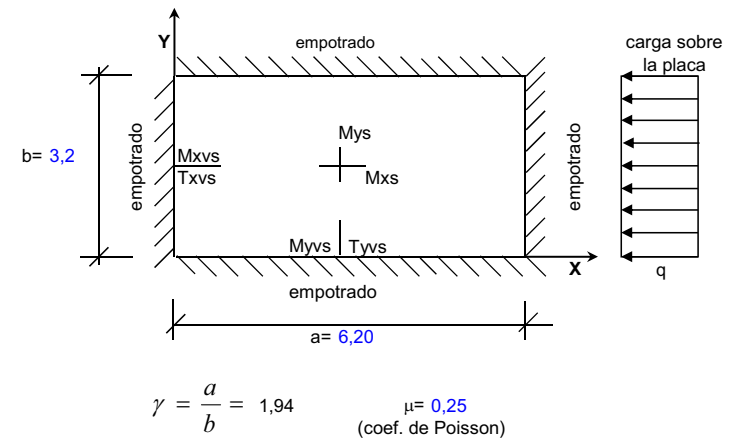
peso del líquido= 288,30 kN

Incremento de tensión del terreno debido al peso del líquido:
 $\Delta\sigma_t = 10,41$ kN/m²

tensión sobre el terreno $\sigma_t = 49,62$ kN/m²
carga hidrostática $\sigma_w = 15,50$ kN/m²
carga sobre la placa q= 34,12 kN/m²

tensión s/ terreno con cimentación $\sigma_{tot} = 57,12$ kN/m²

Esquema de cálculo:



Cálculos de esfuerzos:

Los esfuerzos en las secciones señaladas son los siguientes:

a) depósito vacío

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,00371 * 39,21 * 6,20^2 = 5,60 \text{ kNm}$$

$$M_{xvs} = -0,01524 * 39,21 * 6,20^2 = -22,97 \text{ kNm}$$

$$M_{ys} = 0,04059 * 39,21 * 3,20^2 = 16,30 \text{ kNm}$$

$$M_{yvs} = -0,08274 * 39,21 * 3,20^2 = -33,22 \text{ kNm}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,2419 * 39,21 * 6,20 = 58,80 \text{ kN}$$

$$T_{yvs} = 0,5240 * 39,21 * 3,20 = 65,75 \text{ kN}$$

b) depósito lleno

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,00371 * 34,12 * 6,20^2 = 4,87 \text{ kNm}$$

$$M_{xvs} = -0,01524 * 34,12 * 6,20^2 = -19,99 \text{ kNm}$$

$$M_{ys} = 0,04059 * 34,12 * 3,20^2 = 14,18 \text{ kNm}$$

$$M_{yvs} = -0,08274 * 34,12 * 3,20^2 = -28,91 \text{ kNm}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,2419 * 34,12 * 6,20 = 51,17 \text{ kN}$$

$$T_{yvs} = 0,5240 * 34,12 * 3,20 = 57,22 \text{ kN}$$

EDAR de TAPIA DE CASARIEGO
Arqueta de regulación

Dimensionamiento de armaduras:

$\gamma_c = 1,50$ $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_s = 1,15$ $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_{fG} = 1,35$ $\gamma_{fO} = 1,50$

- Armadura inferior paralela al eje Y:

$M_0 = M_{yvs} = 33,22 \text{ kNm}$ (depósito vacío)

· Por rotura a flexión: $b = 1,00 \text{ m}$ $h = 0,30 \text{ m}$
 $d = 0,24 \text{ m}$

Esfuerzo mayorado $M_d = 45,52 \text{ kNm}$ \Rightarrow $\mu_d = 0,040$

$\omega = 0,041$ \Rightarrow $A_s = 4,53 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura mínima mecánica $= \alpha \cdot A_s = 1,090 \cdot 4,53 = 4,93 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica $= 0,0009 \cdot b \cdot h = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø}12 \text{ a } 0,20$

· Por fisuración: $w_{adm} = 0,20 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

$K_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,50 \cdot \sigma_{sob}) / \sigma_1 = 0,93$ (se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)

$M'_o = M_o \cdot K_{sob} = 30,97 \text{ kNm}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s : 200.000 (N/mm²)
 Resistencia característica del hormigón f_{ck} : 30 (N/mm²)
 Resistencia media del hormigón f_{cm} : 38 (N/mm²)
 Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c : 28.577 (N/mm²)
 Coeficiente de equivalencia n : 7,00
 Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$: 2,90 (N/mm²)
 Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$: 3,77 (N/mm²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h : 30 (cm)
 Ancho b : 100 (cm)
 Recubrimiento c : 5 (cm)

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 : 5,00
 - diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 : 12 (mm)
 - separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v : 0 (cm)
 - nº de barras de la capa 2 n_2 : 0,00
 - diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 : 0 (mm)
 - área de armadura de tracción A_{s1} : 5,65 (cm²)
 - distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' : 5,60 (cm)
 - canto útil de armadura A_{s1} d : 24,40 (cm)

Armadura de compresión A_{s2} :

Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 : 2,318E-03
 Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 : 2,414E-02

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_o : 30,97 (kNm)

EDAR de TAPIA DE CASARIEGO
Arqueta de regulación

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X : 4,75 (cm)
 Inercia fisurada I_{fB} : 19.152 (cm⁴)
 Momento de fisuración M_{fB} : 56.481 (N·m)
 Tensiones en la armadura de tracción:
 - en el instante de fisuración σ_{sr} : 405,58 (N/mm²)
 - en servicio σ_s : 222,36 (N/mm²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :
 - tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2): 2
 - valor por geometría: 200,00 (mm)
 - valor en fórmula: 180,00 (mm)
 Coeficiente de la ley de tracciones k_1 : 0,125
 Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$: 675 (cm²)
 Separación media entre fisuras s_m : 207,62 (mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 : 0,5
 Alargamiento medio ϵ_{sm} :
 - valor por fórmula: -7,376E-04
 - valor mínimo: 4,447E-04
 c) Abertura característica de fisura w_k : 0,1570 (mm)

$w_k < w_{adm} = 0,20 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 : 5,00
 - diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 : 12 (mm)
 - separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v : 0 (cm)
 - nº de barras de la capa 2 n_2 : 0,00
 - diámetro de barras de la capa 2 Ø_2 : 0 (mm)
 - área de armadura de tracción A_{s1} : 5,65 (cm²)
 - distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' : 5,60 (cm)
 - canto útil de armadura A_{s1} d : 24,40 (cm)

Armadura de compresión A_{s2} :

Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 : 2,318E-03
 Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 : 2,414E-02

Sección fisurada:

Profundidad de fibra neutra X : 4,75 (cm)
 Inercia fisurada I_{fB} : 19.152 (cm⁴)
 Tensiones en la armadura de tracción:
 - en el instante de fisuración σ_{sr} : 405,58 (N/mm²)
 - en servicio σ_s : 222,36 (N/mm²)

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- valor por geometría: 200,00 (mm)
 - valor en fórmula: 180,00 (mm)
 Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$: 675 (cm²)
 Separación media entre fisuras s_m : 207,62 (mm)

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula: -7,376E-04
 - valor mínimo: 4,447E-04
 Abertura característica de fisura w_k : 0,1570 (mm)

$w_k < w_{adm} = 0,20 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

EDAR de TAPIA DE CASARIEGO
Arqueta de regulación

En hipótesis de depósito lleno, los esfuerzos para la comprobación de fisuración son los siguientes:

$$M_o = M_{yvs} \cdot K'_{sob} = 26,66 \text{ kNm}$$

$$N_o = R_{y28} = 4,70 \text{ kN}$$

$$K'_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,50 \cdot \sigma_{sob} + \Delta\sigma_T - \sigma_w) / q = 0,92 \quad (\text{se considera sobrec. cuasipermanente el } 50,00\% \text{ de la sobrecarga total})$$

Y para la misma armadura obtenida anteriormente $A_{s,real} = \emptyset 12$ a $20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos los siguientes resultados:

Dimensionamiento a tracción:		
Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,24	(cm ²)
Datos de la sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $Adisp_1, f$:	5,42	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $Adisp_2, f$:	58,68	(cm ²)
Cuantía geométrica de $Adisp_1, \rho_1$:	2,221E-03	
Cuantía geométrica de $Adisp_2, \rho_2$:	2,405E-02	
Profundidad de fibra neutra X:	4,71	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	18.514	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	420,32	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	198,36	(N/mm ²)
Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_g :		
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	180,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	675	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	210,72	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,235E-03	
- valor mínimo:	3,967E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,1421	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,20 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

· Comprobación a cortante:

$$V_o = T_{yvs} = 65,75 \text{ kN/m}$$

$$V_d = 90,10 \text{ kN/m}$$

Armadura de tracción $A_s = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$ canto útil de armadura $A_s = 24,40 \text{ cm}$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,91 \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,318E-03$$

$$Vu2 = 106,62 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 176,39 \text{ kN/m}$$

$$Vu2, \text{min} > Vd$$

EDAR de TAPIA DE CASARIEGO
Arqueta de regulación

- Armadura superior paralela al eje Y:

Se dimensiona con los mismos esfuerzos obtenidos en el arranque del muro, por el necesario equilibrio del nudo en la unión muro-losa:

$$\text{Esfuerzos de servicio: } M_o = M_{y28} = 5,70 \text{ kNm}$$

$$N_o = R_{y28} = 3,70 \text{ kN}$$

· Por tracción:

Con una tensión de trabajo de $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$, tenemos:

$$A_{s,t} = 1,19 \text{ cm}^2/\text{m}$$

· Por rotura a flexión:

$$b = 1,00 \text{ m} \quad h = 0,30 \text{ m}$$

$$d = 0,24 \text{ m}$$

$$M_d = 8,55 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,007$$

$$\omega = 0,009 \Rightarrow A_{s,f} = 1,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura total} = A_{s,t} + A_{s,f} = 1,23 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura mínima mecánica} = \alpha \cdot A_s = 1,389 \cdot 1,23 = 1,70 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{cara tracción})$$

$$\text{Armadura mínima geométrica} = 0,0009 \cdot b \cdot h = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{cara tracción})$$

$$\text{Se dispone una armadura dada por: } A_{s,tot} = \emptyset 12 \text{ a } 0,20$$

· Por fisuración:

$$w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \quad \text{recub. } c = 0,050 \text{ m}$$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 20$ a $10 = 31,42 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n:	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,\beta}$:	3,77	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	30	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	10,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	20	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	31,42	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d':	6,00	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d:	24,00	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :		
- Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	1,309E-02	
- Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,636E-02	

EDAR de TAPIA DE CASARIEGO
Arqueta de regulación

3. Esfuerzos de servicio		
Tracción N_o :	3,70	(kN)
Momento M_o :	5,70	(kNm)
4. Dimensionamiento a tracción:		
Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,19	(cm ²)
5. Datos de la sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $Adisp_{1,f}$:	31,23	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $Adisp_{2,f}$:	39,09	(cm ²)
Cuantía geométrica de $Adisp_{1,p_1}$:	1,301E-02	
Cuantía geométrica de $Adisp_{2,p_2}$:	1,629E-02	
Profundidad de fibra neutra X:	7,81	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	74.068	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	56.481	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	86,43	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	8,72	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	100,00	(mm)
- valor en fórmula:	100,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	750	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	144,01	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-2,097E-03	
- valor mínimo:	1,744E-05	

c) Abertura característica de fisura w_k :

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 25 \text{ a } 10 = 58,91 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s_1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	10,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	25	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	5	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	2,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	25	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s_1} :	58,91	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s_1} a borde sección d' :	7,08	(cm)
- canto útil de armadura A_{s_1} d :	22,92	(cm)
Armadura de compresión A_{s_2} :		
Cuantía geométrica de A_{s_1} ρ_1 :	2,570E-02	
Cuantía geométrica de A_{s_2} ρ_2 :	1,714E-02	

EDAR de TAPIA DE CASARIEGO
Arqueta de regulación

Sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $Adisp_{1,f}$:	58,72	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $Adisp_{2,f}$:	39,09	(cm ²)
Cuantía geométrica de $Adisp_{1,p_1}$:	2,562E-02	
Cuantía geométrica de $Adisp_{2,p_2}$:	1,706E-02	
Profundidad de fibra neutra X:	9,71	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	104.082	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	50,17	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	5,06	(N/mm ²)
Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	100,00	(mm)
- valor en fórmula:	100,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	750	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	135,97	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,218E-03	
- valor mínimo:	1,013E-05	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0023	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

COMPROBACIÓN FRENTE A LA FLOTACIÓN

En este apartado se comprueba la seguridad del elemento frente al riesgo de flotación del mismo bajo la acción de la subpresión originada por encontrarse el nivel freático por encima de la cota de apoyo de la losa inferior. Para ello se calcula la relación entre la suma de los pesos del propio aparato y del terreno situado sobre el tacón exterior de la zapata del muro perimetral y la reacción ascendente correspondiente a la subpresión actuante en toda la superficie de apoyo.

Coefficiente mínimo de seguridad a flotación considerado: $\gamma_{flot} = 1,20$

1. Peso propio $\gamma_c = 25,00 \text{ KN/m}^3$

	unidades	largo (m)	ancho (m)	espesor (m)	densidad (kN/m^3)	peso (kN)
muros:	2	6,70	1,65	0,25	25,00	138,19
	2	3,00	1,65	0,25	25,00	61,87
losa cimentación:	1	7,10	3,90	0,30	25,00	207,68
						407,74 kN

2. Peso del terreno sobre tacón exterior de losa de cimentación $\gamma_{seco} = 20,00 \text{ KN/m}^3$

$\gamma_{sumergido} = 21,50 \text{ KN/m}^3$

	unidades	largo	alto	espesor	densidad	peso
terreno seco:	2	7,10	0,75	0,20	20,00	42,60
	2	3,50	0,75	0,20	20,00	21,00
terr. sumergido:	2	7,10	0,60	0,20	21,50	36,64
	2	3,50	0,60	0,20	21,50	18,06
						118,30 kN

3. Subpresión bajo la losa de cimentación $\gamma_w = 10,00 \text{ KN/m}^3$

	unidades	largo	ancho	alt.hidrosc.	densidad	fuerza
subpresión:	1	7,10	3,90	0,90	10,00	249,21 kN

A partir de los valores obtenidos se obtiene el siguiente coeficiente de seguridad frente a la flotación:

$$\gamma_{flotación} = \frac{407,74 + 118,30}{249,21} = 2,11 > 1,20$$

Comprobándose que el elemento presenta un nivel de seguridad frente al riesgo de flotación que es **suficiente**.

ANEJO E: CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ÍNDICE

1.-	OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO	1
2.-	CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	1
2.1.-	GENERALIDADES.	1
2.2.-	CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.....	1
2.3.-	ACOMETIDA ELÉCTRICA.....	1
2.4.-	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	1
2.5.-	TRANSFORMADORES DE POTENCIA.	1
2.6.-	CUADROS DE MEDIA TENSIÓN.....	1
2.7.-	CUADROS DE BAJA TENSIÓN.....	1
2.8.-	BANDEJAS PORTACABLES.....	1
2.9.-	CONDUCCIONES PARA TENDIDOS ELÉCTRICOS.....	1
2.10.-	CAJAS DE PASO Y DERIVACIÓN.....	1
2.11.-	CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	1
2.12.-	CABLEADO PARA INSTRUMENTACIÓN.....	1
2.13.-	EQUIPOS DE ALUMBRADO.....	1
2.14.-	CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.	1
2.15.-	PUESTA A TIERRA.	1
2.16.-	SISTEMA DE ARRANQUE Y CONTROL DE MOTORES.....	1
2.17.-	VARIADORES DE FRECUENCIA.	1
2.18.-	CABLEADO DE FIBRA OPTICA.	1
3.-	NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	1
3.1.-	NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO A LOS EDIFICIOS PREFABRICADOS (CENTRO DE SECCIONAMIENTO):.....	2
3.2.-	NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO A LAS CELDAS DE MEDIA TENSIÓN	2
3.3.-	NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO A LOS TRANSFORMADORES SECOS.....	2
3.4.-	NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO AL CABLE DE MEDIA TENSIÓN	2
3.5.-	NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO AL CABLE DE BAJA TENSIÓN	2
3.6.-	NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO A LOS CUADROS ELÉCTRICOS EXTRAÍBLES.....	2
3.7.-	NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO A LOS VARIADORES.....	2

3.8.-	NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO A LAS LUMINARIAS DE ALUMBRADO	2
4.-	CONEXIÓN DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN A EDAR	2
4.1.-	ACOMETIDA	2
4.1.1.-	Acometida eléctrica.....	2
4.1.2.-	Características de la línea de refuerzo diseñada.....	3
4.1.3.-	Características de la línea diseñada.....	4
4.2.-	EQUIPO DE MEDIDA	4
4.3.-	CARACTERÍSTICAS DE LA CASETA PREFABRICADA	4
4.4.-	CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA.....	4
4.4.1.-	Características de las celdas de media tensión	4
4.5.-	TRANSFORMADOR	9
4.5.1.-	Análisis de la tipología de transformadores	9
4.5.2.-	Número de transformadores	10
4.5.3.-	Descripción del transformador	11
4.5.4.-	Cálculos eléctricos.....	13
4.5.5.-	Instalaciones secundarias	16
5.-	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN.....	18
5.1.-	DESCRIPCIÓN GENERAL	18
5.1.1.-	Cuadro General de Distribución.....	18
5.1.2.-	Centros de Control de Motores	18
5.1.3.-	Cableado.....	19
5.1.4.-	Canalizaciones.....	20
5.1.5.-	Corrección del factor de potencia.....	20
5.1.6.-	Empalmes y conexiones	20
5.1.7.-	Sistemas de protección	20
5.1.8.-	Puesta a tierra	20
5.2.-	CÁLCULO DE POTENCIAS	21
5.3.-	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	21
5.3.1.-	Cuadros	21
5.3.2.-	Centro Control de Motores (C.C.M.)	22
5.3.3.-	Sistema de emergencia y grupo electrógeno	24
5.4.-	CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN Y FORMULACIÓN.....	30
5.5.-	INSTALACIÓN DE TIERRAS	30
5.5.1.-	Criterios generales.....	30
5.5.2.-	Calculo de la puesta a tierra	31
5.6.-	INSTALACIÓN DE ALUMBRADO	33
5.6.1.-	Niveles de iluminación.....	34
5.6.2.-	Alumbrado exterior	35

5.6.3.-	Cálculo de interdistancia	36
5.6.4.-	Alumbrado interior	38
5.6.5.-	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	40
5.6.6.-	Puesta a tierra del alumbrado.....	40
6.-	APÉNDICES.....	42
6.1.-	APÉNDICE E-1: LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN: ACOMETIDA.....	44
6.2.-	APÉNDICE E-2: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN. CÁLCULOS ELÉCTRICOS	60
6.3.-	APÉNDICE E-3: INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO	227

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente documento tiene por objeto definir los cálculos eléctricos de los elementos que componen la EDAR de Tapia de Casariego.

2.- CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

- 2.1.- GENERALIDADES.**
- 2.2.- CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.**
- 2.3.- ACOMETIDA ELÉCTRICA.**
- 2.4.- SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.**
- 2.5.- TRANSFORMADORES DE POTENCIA.**
- 2.6.- CUADROS DE MEDIA TENSIÓN.**
- 2.7.- CUADROS DE BAJA TENSIÓN.**
- 2.8.- BANDEJAS PORTACABLES.**
- 2.9.- CONDUCCIONES PARA TENDIDOS ELÉCTRICOS.**
- 2.10.- CAJAS DE PASO Y DERIVACIÓN.**
- 2.11.- CONDUCTORES ELÉCTRICOS.**
- 2.12.- CABLEADO PARA INSTRUMENTACIÓN.**
- 2.13.- EQUIPOS DE ALUMBRADO.**
- 2.14.- CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.**
- 2.15.- PUESTA A TIERRA.**
- 2.16.- SISTEMA DE ARRANQUE Y CONTROL DE MOTORES.**
- 2.17.- VARIADORES DE FRECUENCIA.**
- 2.18.- CABLEADO DE FIBRA OPTICA.**

3.- NORMATIVA DE APLICACIÓN

A continuación se adjunta el listado de reglamentación de obligado cumplimiento con carácter general con respecto a las instalaciones eléctricas:

- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión (REBT), aprobado por Decreto 842/2002, de fecha 2-08-2002 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC BT)
- Normas de referencia en el REBT.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLAT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC LAT).
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RCE), así como las órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC

MIE RAT) sobre dicho reglamento.

- Orden de 10 de Marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Normas de referencia en el MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

A continuación se adjunta el listado de normativa de referencia en el diseño y fabricación y recomendaciones con carácter particular con respecto a cada tipo de instalación:

3.1.- NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO A LOS EDIFICIOS PREFABRICADOS (CENTRO DE SECCIONAMIENTO):

3.2.- NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO A LAS CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

3.3.- NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO A LOS TRANSFORMADORES SECOS

3.4.- NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO AL CABLE DE MEDIA TENSIÓN

3.5.- NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO AL CABLE DE BAJA TENSIÓN

3.6.- NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO A LOS CUADROS ELÉCTRICOS EXTRAÍBLES

3.7.- NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO A LOS VARIADORES

3.8.- NORMATIVA DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO CON RESPECTO A LAS LUMINARIAS DE ALUMBRADO

4.- CONEXIÓN DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN A EDAR

4.1.- ACOMETIDA

4.1.1.- Acometida eléctrica

La acometida de potencia se realizará a las diferentes líneas propiedad de VIESGO (EMRON). Para ello se tramitó solicitud de información y puntos de conexión cuya carta se adjunta en el Anejo de Reposiciones de Servicios, y cuya contestación a la remisión de solicitud de entronque se encuentra adjunta en el Apéndice 11.5.1.

Durante la remisión de solicitud de información a VIESGO y en numerosas conversaciones se solicitó los planos de trazado y punto de entronque, que no fueron remitidos para inclusión en el presente proyecto, por lo que toda la acometida ha sido evaluada en base al precio ofertado por VIESGO y mayorado en el que se ha incluido:

- 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, desconexión, 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.

- Denominación: SAN ANTONIO, B., EDAR FOLGU, SAN ANTONIO (TAPIA DE CASARIEGO, 33747).
- Toda la línea de Media Tensión se realizará mediante instalación subterránea por encontrarse la parcela dentro de la denominación PESC.

En cuanto a la propiedad de las instalaciones de extensión y de conexión, se ajustará a lo dispuesto en el Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre de 2000, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica, en los artículos 32 "Desarrollo de las instalaciones de conexión" y 45 "Criterios para la determinación de los derechos de extensión.

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.

La potencia solicitada por escrito podrá ser modificada durante la ejecución de las obras a la potencia finalmente conectada.

4.1.2.- Características de la línea de refuerzo diseñada

Los trabajos de la línea propuesta incluyen::

- cc2020 - tendido en tubular 1 circuito 3x1x150-1x95 100,00 ml
- cc2030 - tendido en tubular 1 circuito 3x1x240-1x150 50,00 ml
- dc2010 - tendido en tubular 1c 150 mm² al 12-20 kv 60,00 ml
- ch2030 - conexión cable con terminal 3x240-1x150 mm² 1,00 ud
- ch2020 - conexión cable con terminal 3x150-1x95 mm² 2,00 ud
- x30464 - colocación conjunto terminales en puntas cable 3,00 ud
- x40993 - tapado de boca de tubo 16,00 ud
- ak1000 - conversión aéreo - subterráneo 1c 1,00 ud
- x50801 - instalación antiescalada de chapa metálica 1,00 ud
- x50830 - desmontaje antiescalada 1,00 ud
- bg4360 - conversión aéreo subterráneo bt apoyo celosía sin obra eléctrica 3,00 ud
- cd1230 - derivación bt c seco 3x150-95 deriv 3x95-50 compresión 2,00 ud
- cd1270 - derivación bt c seco 3x240-150 deriv 3x95-50 compresión 1,00 ud
- dd1140 - conjunto terminación apantallada 1c 150 mm² al 12-20 kv (24 kv) 2,00 ud
- x86140 - introducción de expedientes en sistema sgt 1,00 ud
- x86128 - plano final de obra instalaciones bt/mt sin proyecto (zanjas-redes > 100 m y < 500 m y cctt) 1,00 ud

- x40495 - desconexión cable subterráneo bt superior 4x50 de borne 4,00 ud
- x30955 - conexión y desconexión de fusibles 9,00 ud
- x50741 - desmontaje armario distribución bt 1,00 ud
- x25101 - maniobra / descargo red mt y creación zona protegida y trabajo con realización de trabajos 1,00 ud
- x50814 - desmontaje transformador ct intemperie (todo tipo) 1,00 ud
- x50721 - desmontaje hierro cortado 50,00 kg
- x20652 - desmontaje juego de pararrayos mt 1,00 ud
- x59516 - grupo electrógeno 250 kva de potencia (9 horas) 1,00 ud
- x59548 - complemento por instalación día anterior 1,00 ud
- x59550 - transporte, carga y descarga grupo electrógeno hasta 600 kva 1,00 ud
- x59554 - suministro y montaje de interconexión grupo electrógeno 1,00 ud
- 9999991 - aportación material especial contratista (1 euro) 585,00 us
- x35111 - colocación hasta 50 avisos 1,00 ud

4.1.3.- Características de la línea diseñada

Desde el punto de acometida se realizará una canalización subterránea hasta el transformador. La canalización se realizará en Media Tensión y cumplirá los requerimientos especificados por VIESGO.

4.2.- EQUIPO DE MEDIDA

4.3.- CARACTERÍSTICAS DE LA CASETA PREFABRICADA

4.4.- CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA

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 teledemandadas (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 envoltorio metálica según norma UNE-EN 62271-200.

4.4.1.- Características de las celdas de media tensión

Deberá existir una señalización positiva de la posición de los interruptores y seccionadores de puesta a tierra.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos. Tras realizar la conexión eléctrica entre el embarrado de las celdas mediante el conjunto de unión, descrito con anterioridad, es necesario afianzar esta unión atornillando entre sí las celdas adyacentes en los puntos dispuestos para tal efecto.

Las celdas corresponden a un grado de protección IP 33. La envolvente metálica tiene un grado de protección contra impactos mecánicos de IK-08.

4.4.1.1.- Celda tres interruptores con telemando GPRS/FO.

Conjunto Compacto Schneider Electric gama RM6 o equivalente, modelo RM6 3I (3L) telemandada, equipado con TRES funciones de línea con interruptor, de dimensiones: 1.600 mm de alto, 1.186 mm de ancho, 710 mm de profundidad.

Conjunto compacto estanco RM6 en atmósfera de hexafluoruro de azufre SF₆, 24 KV tensión nominal, para una intensidad nominal de 400 A en las funciones de línea, conteniendo:

- El interruptor de la función de línea será un interruptor-seccionador de las siguientes características:

Intensidad térmica: 16 kA eficaces.

Poder de cierre: 40 kA cresta.

- Seccionador de puesta a tierra en SF₆.
- Palanca de maniobra.
- Dispositivos de detección de presencia de tensión en todas las funciones de línea.
- 3 lámparas individuales (una por fase) para conectar a dichos dispositivos.
- Pasatapas de tipo roscados M16 de 400 A en las funciones de línea.
- Cubrebornas metálicos en todas las funciones.
- Manómetro para el control de la presión del gas.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 400 A en cada función, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.

- 3 Equipamientos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400A cada uno.
- Todas las funciones de línea irán equipadas con mando motorizado a 48 Vcc, incluyendo los contactos auxiliares.
- Armario sobre celda para incluir los equipos de telecontrol conteniendo:
 - CHASIS 3L para el soporte, alimentación e interconexión de las remotas de telecontrol y un convertidor óptico.
 - Tres remotas ENERTEL + y un FOMSAC-MT (comunicación GPRS o Fibra Óptica).
 - Cableado interior entre cada remota y cada motor (mandos y señalización)
 - Bornas para alimentación de 48Vc de la propia celda, así como bornas para posible ampliación futura.
 - Maneta local-telemando en cada posición de línea
 - Botones para el accionamiento manual de cada interruptor (abierto-cerrado)
 - Fuente de alimentación TPS-160 CT con su soporte en formato rack de 19pulgadas. Soporte homologado para las baterías de fuente TPS-160 CT.

-Router GPRS o switch FO según tipo de comunicación (suministrado por GNF)

4.4.1.2.- Celda de paso de barras.

Como recepción de los cables de suministro de la Compañía, se instalan dos celdas de este tipo. Son celdas con un envolvente metálico del tipo CML-24 en atmósfera de hexafluoruro de azufre (SF6) de $V_n = 20$ kV e $I_n = 400$ A. Dimensiones (ancho x alto x fondo): 370 x 1800 x 850 mm.

Las celdas de línea están dotadas con un interruptor seccionador de tres posiciones, que permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de Media Tensión. Además, contienen en su interior, debidamente montados y conexiónados:

3 lámparas de señalización de presencia de tensión.

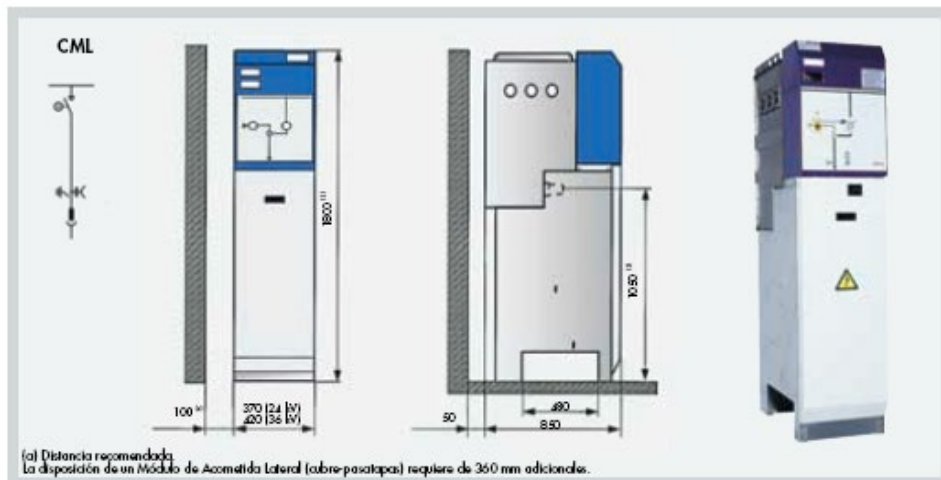
Embarrado de cobre de 400 A.

Pletina de cobre para puesta a tierra.

3 terminales de conexión reforzada, enchufables a los pasatapas de protección apantallada, para conexión de los cables de Al 3x (1x240) mm².

El mando del interruptor-seccionador se efectuará manualmente, a realizar directamente por el operario mediante una palanca de accionamiento.

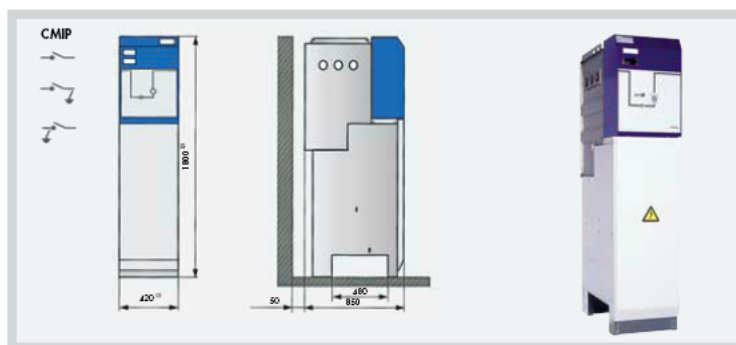
FUNCIÓN DE LÍNEA			
	CML-12	CML-24	CML-36
Características eléctricas			
Tensión asignada [kV]	12	24	36
Intensidad asignada [A]	400/630	400/630	400/630
Intensidad de corta duración (1 ó 3 s) [kA]	16/20	16/20	16/20
Nivel de aislamiento:			
Frecuencia industrial (1 min)			
a tierra y entre fases [kV]	28	50	70
a la distancia de seccionamiento [kV]	32	60	80
Impulso tipo rayo			
a tierra y entre fases [kV] <small>cresta</small>	75	125	170
a la distancia de seccionamiento [kV] <small>cresta</small>	85	145	195
Capacidad de cierre [kA] <small>cresta</small>	40/50	40/50	40/50
Capacidad de corte			
Corriente principalmente activa [A]	400/630	400/630	400/630
Corriente capacitiva [A]	31,5	31,5	50
Corriente inductiva [A]	16	16	16
Falta a tierra I_c [A]	63	63	63
Falta a tierra $\sqrt{3} I_a$ [A]	31,5	31,5	31,5
Características físicas			
Ancho [mm]	370	370	420
Alto [mm]	1800 ^(a)	1800 ^(a)	1800 ^(a)
Fondo [mm]	850	850	850
Peso [kg]	135 ^(a)	135 ^(a)	140 ^(a)



4.4.1.3.- Celda de línea

La celda de Interruptor Pasante sustituye a una tercera celda de línea, más una celda de remonte. En su interior dispone de un interruptor de acción manual alojado en su embarrado, con objeto de permitir la interrupción en carga del embarrado principal del Centro de Transformación, con el objeto de facilitar trabajos en la parte de la instalación exclusiva del cliente y sin afectar a la parte de la instalación común con la Compañía.

FUNCIÓN DE INTERRUPTOR PASANTE			
	CMIP-12	CMIP-24	CMIP-36
Características eléctricas			
Tensión asignada [kV]	12	24	36
Intensidad asignada [A]	400/630	400/630	400/630
Intensidad de corta duración (1 ó 3 s) [kA]	16/20	16/20	16/20
Nivel de aislamiento:			
Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases [kV]	28	50	70
a la distancia de seccionamiento [kV]	32	60	80
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases [kV]æsta	75	125	170
a la distancia de seccionamiento [kV]æsta	85	145	195
Capacidad de cierre [kA]æsta	40/50	40/50	40/50
Capacidad de corte			
Corriente principalmente activa [A]	400/630	400/630	400/630
Corriente capacitiva [A]	31,5	31,5	50
Corriente inductiva [A]	16	16	16
Falta a tierra Iε [A]	63	63	63
Falta a tierra √ 3 Iε [A]	31,5	31,5	31,5
Características físicas			
Ancho [mm]	420 ^{h)}	420 ^{h)}	420 ^{h)}
Alto [mm]	1800 ^{h)}	1800 ^{h)}	1800 ^{h)}
Fondo [mm]	850	850	850
Peso [kg]	125 ^{h)}	125 ^{h)}	125 ^{h)}



- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CIT manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

4.4.1.4.- Celda de medida.

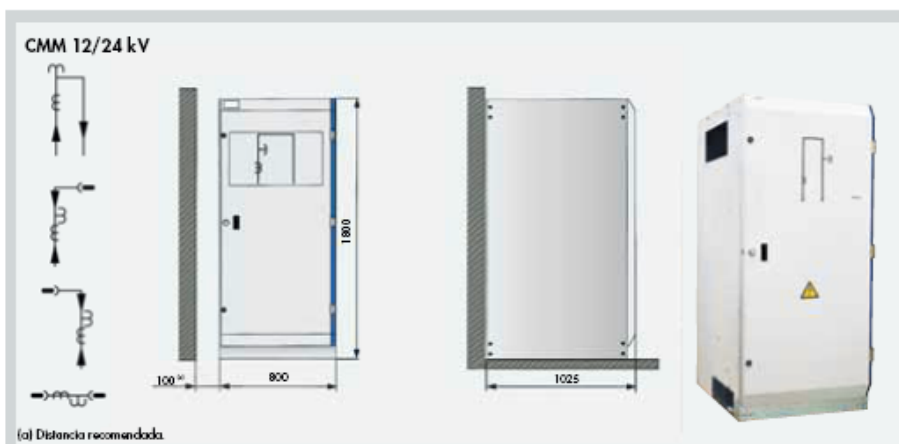
Celda de medida de tensión e intensidad con entrada y salida superior laterales por barras gama SM6, modelo GBCB, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Entrada lateral superior izquierda y salida lateral superior derecha.

- 3 Transformadores de intensidad de relación en función de la potencia a proteger y aislamiento 24 kV.

- 3 Transformadores de tensión unipolares, modelo de alta seguridad (antiexplosivos), de relación 16.500:V3/110:V3-110:3, 25VA, CL0.5, 3P, potencias no simultáneas, contrato mínimo de 23 y máximo de 125 kW, Ft= 1,9 y aislamiento 24 kV.

FUNCIÓN DE MEDIDA	CMM-12	CMM-24	CMM-36
Características eléctricas			
Tensión asignada [kV]	12	24	36
Características físicas			
Ancho [mm]	800	800	1100
Alto [mm]	1800	1800	1950
Fondo [mm]	1025	1025	1160
Peso [kg]	180 ^{II}	180 ^{II}	290 ^{II}



4.4.1.5.- Celda de protección con interruptor automático.

Celda de protección con interruptor automático conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes, de 16 kA.

- Seccionador en SF6.

- Mando CS1 manual.

- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SF1, tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA, con bobina de apertura a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz.

- Mando RI motorizado de acumulación de energía.

- Contactos auxiliares 1A+1C+1conmutado.

- Embarrado de puesta a tierra.

- Seccionador de puesta a tierra.

- 3 Transformadores toroidales para la medida de corriente mediante Sepam.

- Transformador de intensidad homopolar tipo CSH200.

- Relé Sepam S41 destinado a la protección general o a transformador. Dispondrá de las siguientes protecciones y medidas:

-50N/51N: defecto a tierra (sobrecarga y cortocircuito).

-67N: defecto a tierra direccional (sobrecarga y cortocircuito).

- Relé Sepam B21 destinado a la protección general o a transformador. Dispondrá de las siguientes protecciones y medidas:

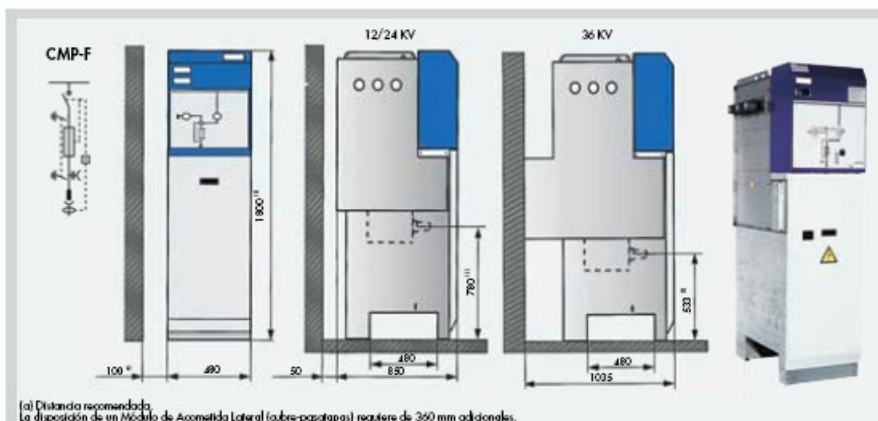
- 27: mínima tensión.
- 59: máxima tensión.
- 59N: máxima tensión residual (64).
- 81M/81m: máxima y mínima frecuencia.

El correcto funcionamiento del relé estará garantizado por medio de un relé interno de autovigilancia del propio sistema. Tres pilotos de señalización en el frontal del relé indicarán el estado del Sepam (aparato en tensión, aparato no disponible por inicialización o fallo interno, y piloto 'trip' de orden de apertura). El Sepam es un relé indirecto alimentado por batería+cargador.

Dispondrá en su frontal de una pantalla digital alfanumérica para la lectura de las medidas, reglajes y mensajes.

Enclavamiento por cerradura tipo E24 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso al compartimento inferior de la celda en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado.

FUNCIÓN DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES			
	CMP-F-12	CMP-F-24	CMP-F-36
Características eléctricas			
Tensión asignada [kV]	12	24	36
Intensidad asignada embarrado [A]	400/630	400/630	400/630
Intensidad asignada en la derivación [A]	200	200	200
Intensidad de corta duración embarrado superior (1 ó 3 s) [kA]	16/20	16/20	16/20
Nivel de aislamiento:			
Frecuencia industrial (1 min)			
a tierra y entre fases [kV]	28	50	70
a la distancia de seccionamiento [kV]	32	60	80
Impulso tipo rayo			
a tierra y entre fases [kV]aesta	75	125	170
a la distancia de seccionamiento [kV]aesta	85	145	195
Capacidad de cierre [kA]aesta (antes-después de fusibles)	2,5	2,5	2,5
Capacidad de corte			
Corriente principalmente activa [A]	400/630	400/630	400/630
Corriente capacitiva [A]	31,5	31,5	50
Corriente inductiva [A]	16	16	16
Falta a tierra Ica [A]	63	63	63
Falta a tierra $\sqrt{3}$ Ica [A]	31,5	31,5	31,5
Capacidad de ruptura combinación interruptor-fusibles [kA]	20	20	20
Corriente de transferencia (UNE-EN 60420) [A]	1500	600	320
Características físicas			
Ancho [mm]	480	480	480
Alto [mm]	1800 ^(a)	1800 ^(a)	1800 ^(a)
Fondo [mm]	850	850	1035
Peso [kg]	200 ^(a)	200 ^(a)	255 ^(a)



4.5.- TRANSFORMADOR

4.5.1.- Análisis de la tipología de transformadores

De entre la gama de transformadores, éstos pueden ser secos o en aceite. A continuación se describen las ventajas e inconvenientes de los transformadores secos frente a los de aceite:

-
- Mantenimiento: Ya que el suministro de electricidad depende única y exclusivamente de un transformador el menor mantenimiento del trafo seco es una importante ventaja a tener en cuenta.
 - Sobreintensidades: Las instalaciones con motores suelen tener importantes sobreintensidades, y el comportamiento del trafo seco ante los efectos dinámicos de las sobreintensidades es mucho mejor.
 - Pérdidas: Menores pérdidas a través de la instalación, luego menor coste operacional para toda la vida en uso.
 - Ambiente: Pueden trabajar en ambientes húmedos y polucionados (E2).
 - Pueden ser transportados y almacenados con temperaturas extremas de hasta menos de 25°C (C2).
 - Toxicidad: Autoextingibles, arden con dificultad, no emiten sustancias toxicas y las emisiones peligrosas o contaminantes de humo son mínimas (F1).
 - Mínimas descargas parciales.
 - Cortocircuito: Mejor comportamiento ante los efectos de un Cortocircuito: “La resistencia mecánica de los arrollamientos se incrementa porque la resina llena todos los huecos del bobinado y adhiere los conductores entre sí”
 - Vibraciones: Mejor comportamiento ante efectos dinámicos (vibraciones).
 - Contaminación: Sin líquidos contaminantes, sin fugas, libres de polución. Los trafos de aceite requieren un servicio de mantenimiento de recogida de aceites contaminantes, así como la acreditación ante la Administración Pública competente de ser productor de residuos tóxicos contaminantes, con su consecuente coste de certificación.
 - Bajo costo de Instalación.
 - Menor costo de aparellaje.
 - Menor costo de obra civil.
 - No necesaria instalación antiincendios.
 - No necesita foso de recogida de líquidos.
 - Bajo costo de mantenimiento.
 - No necesita mantenimiento, sólo aspirado de polvo periódico
 - Sus componentes no sufren deterioro (juntas, Silicagel etc).
 - el líquido aislante no se oxida ni se contamina pues no tienen aceite, silicona etc.
 - Costes de infraestructura: Ambos son muy similares aunque las dimensiones de los trafos secos son menores y no requieren arquetas de recogida de aceites.
 - Costes del trafo: Los transformadores secos son más costosos que los de aceite, siendo ésta una de las principales causas de su rechazo por las constructoras, aunque presentan ventajas superiores en la garantía del servicio

→ En consecuencia, por su inferior coste y posible menor impedancia, se adopta la utilización de transformadores de aceite.

4.5.2.- Número de transformadores

El número de transformadores depende de los siguientes parámetros:

- Necesidad de la garantía del servicio ante avería, es decir de la disponibilidad de un servicio de mantenimiento ante avería.

- Necesidad de mantenimiento del servicio de los grupos de bombeo ante avería, y rapidez en la reparación del mismo.
- A mayor número de transformadores, mayor coste → disponibilidad de pagar el coste por servicio/ garantía.
- La potencia del transformador puede ser dividida en varios transformadores o en uno sólo. Si se opta por varios transformadores, estos deberán ser iguales y cumplir los requisitos de transformadores en paralelo, en lo referente a las tensiones, la posición de los conmutadores, la tensión de cortocircuito y al grupo de conexiones. Ver normas n°s CEI 60076-4 y CEI 60606-4.
- Idénticas tensiones y frecuencias nominales (tolerancia en tensión 0,5%).
- Pertenecer al mismo grupo vectorial.
- Idéntica tensión de cortocircuito (tolerancia $\pm 10\%$).
- Relación de potencias (máximo) 3/1 en régimen continuo.

Para el caso que nos compete, se opta por la solución más económica a expensas de asumir un riesgo de avería lo que supone dos transformador para la EDAR. 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

4.5.3.- Descripción del transformador

Se ha proyectado un centro de transformación.

Las potencias del centro de transformación son:

- Previstos para alimentar simultáneamente redes de 230 V y redes a 400 V, con neutro común a ambos, con potencia reducida a la tensión de 230 V, y plena potencia asignada en la de 400 V (apartado 5.4). Las tensiones asignadas en vacío de estos transformadores son 242 V y 420 V en sus correspondientes bornes. Transformadores de un arrollamiento primario (de alta tensión) con dos tensiones asignadas y un arrollamiento secundario (de baja tensión), según Norma UNE 21428-1-1
- La entrada de la red de distribución al CT se efectuará mediante cables subterráneos, y en nuestro proyecto estará ubicado en un centro prefabricado
- La instalación prevista se realiza en caseta normalizada y prefabricada tipo Ormazabal. Contendrá en su interior debidamente instalado todos los elementos de corte y protección, es decir, celdas de protección del trafo.
- En todos los transformadores se realizan los siguientes ensayos según la norma UNE20101/CEI-76, denominados ensayos individuales o de rutina:
 - Medida de la resistencia de los arrollamientos
 - Comprobación del grupo de conexión y la polaridad
 - Medida de la relación de transformación y verificación del acoplamiento.
 - Medida de las pérdidas y de la corriente en vacío.
 - Medida de las pérdidas debidas a la carga.
 - Medida de la tensión de cortocircuito (toma principal).
 - Ensayos dieléctricos
 - Ensayo de tensión inducida en los devanados

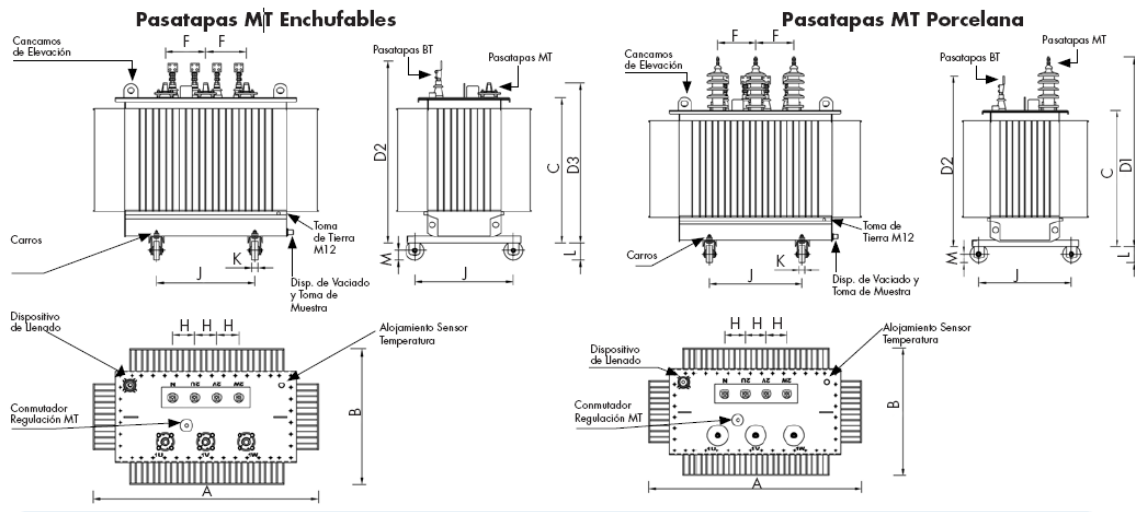
- Ensayo de tensión aplicada en los devanados

También se pueden realizar bajo pedido de la Dirección de Obra los siguientes ensayos tipo:

- Ensayo de Calentamiento.
- Ensayo con impulso tipo rayo.
- Medida del Nivel de Ruido.
- Características del aceite.
- Otras

a) Características Generales del transformador 400 KVA

- Características
 - Producto Transformador en aceite
 - Potencia nominal [kVA] 315 -400
 - Tensión primaria [V] 25.000/20.000
 - Conmutación $\pm 2.5 \pm 5\%$
 - Tensión secundaria en vacío [V] 220/400 - 420
 - Nivel de aislamiento devanado primario [kV] Serie 52 / FI 95 / IR 250
 - Nivel de aislamiento devanado secundario [kV] Serie 1,1 / FI 3 / IR -
 - Frecuencia [Hz] 50
 - Número de fases 2
 - Grupo de conexión Dyn11
 - Temperatura ambiente - Max. °C 40
 - Calentamiento (AT/BT) [K/K] 100 / 100
 - Clases C/A/F E2, C1, F1
 - Clase de aislamiento (AT/BT) F / F
 - Altitud (s.n.m.) [m] <1000
- Instalación Interior
 - Valores garantizados
 - Norma IEC 60076-11
 - Impedancia [%] 10 (IEC 60076-11 Tol.)
 - Pérdidas en vacío [W] (IEC 60076-11 Tol.)
 - Pérdidas en carga (a 75 °C) (IEC 60076-11 Tol.)
 - Pérdidas en carga (a 120 °C) (IEC 60076-11 Tol.)
 - Valores preliminares IP00
- Refrigeración AN
 - Material conductor devanado primario Al
 - Material conductor devanado secundario Al



Características eléctricas		24 kV: D ₀ C _k (AB')										
		250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500(*)	
Potencia asignada [kVA]		250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500(*)	
Tensión asignada (Ur)	Primaria [kV]	20										
	Secundaria en vacío [V]	420										
Grupo de Conexión		Dyn 11										
Pérdidas en Vacío - Po [W]	Lista D ₀	530	750	880	1030	1150	1400	1750	2200	2700	3200	
Pérdidas en Carga - Pk [W]	Lista C _k	3250	4600	5500	6500	8400	10500	13500	17000	21000	26500	
Impedancia de Cortocircuito (%) a 75°C		4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	
Nivel de Potencia Acústica LwA [dB]	Lista D ₀	60	63	64	65	66	68	69	71	73	76	
Caída de tensión a plena carga (%)	cos f = 1	1.37	1.22	1.16	1.11	1.19	1.22	1.25	1.24	1.22	1.23	
	cos f = 0.8	3.33	3.25	3.21	3.17	4.44	4.47	4.49	4.48	4.47	4.47	
Rendimiento (%)	CARGA 100%	cos f = 1	98.51	98.68	98.75	98.82	98.86	98.82	98.79	98.81	98.83	98.83
		cos f = 0.8	98.15	98.36	98.44	98.53	98.58	98.53	98.50	98.52	98.54	98.54
		cos f = 1	98.76	98.90	98.96	99.02	99.06	99.04	99.01	99.03	99.04	99.04
	CARGA 75%	cos f = 1	98.45	98.63	98.70	98.78	98.83	98.80	98.77	98.79	98.81	98.81
	cos f = 0.8	98.45	98.63	98.70	98.78	98.83	98.80	98.77	98.79	98.81	98.81	
Dimensiones [mm]		250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	
Potencia asignada [kVA]		250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	
A (Largo)		1376	1537	1622	1622	1932	1997	2007	1922	1965	2093	
B (Ancho)		930	941	962	962	1161	1200	1200	1224	1277	1487	
C (Alto a tapa)		915	1004	1026	1092	1112	1158	1230	1517	1715	1737	
D1 (Alto a MT con Porcelana MT)		1300	1389	1411	1477	1497	1543	1615	1902	2100	2122	
D3 (Alto a MT Borna enchufable MT)		1004	1093	1115	1181	1201	1247	1319	1606	1804	1826	
D2 (Alto a BT con Palas)		1149	1238	1287	1353	1445	1491	1563	1886	2084	2167	
F (separación MT)		275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	
H (separación entre BT)		150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	
J (Distancia entre ruedas)		670	670	670	670	670	670	820	820	820	1070	
K (ancho rueda)		40	40	40	40	40	40	70	70	70	70	
Ø (diámetro rueda)		125	125	125	125	125	125	200	200	200	200	
L (Rueda)		110	110	110	110	110	110	165	165	165	165	
Volumen Aceite [Litros]		260	330	390	410	510	530	540	1000	1200	1400	
Peso total [Kg]		1010	1330	1600	1750	2250	2430	2750	3850	4750	5350	

4.5.4.- Cálculos eléctricos

4.5.4.1.- Intensidad Primaria

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad \text{Donde:}$$

P potencia del transformador [kVA]

U_p tensión primaria [kV]

I_p intensidad primaria [A]

4.5.4.2.- Intensidad Secundaria

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad \text{donde:}$$

P potencia del transformador [kVA]

Us tensión en el secundario [kV]

Is intensidad en el secundario [A]

4.5.4.3.- Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad \text{donde:}$$

S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]

U_p tensión de servicio [kV]

I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad \text{donde:}$$

P potencia de transformador [kVA]

E_{cc} tensión de cortocircuito del transformador [%]

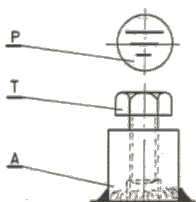
U_s tensión en el secundario [V]

I_{ccs} corriente de cortocircuito [kA]

4.5.4.4.- Puesta a tierra.

Todos los Transformadores proyectados están provistos de dos conjuntos de puesta a tierra, situados uno en cada cara mayor de la cuba y en la parte baja de la misma.

Cada conexión o toma de tierra consta de los siguientes elementos:



- Cuerpo roscado A realizado en A° Inoxidable.
- Tornillo hexagonal de M-10 x 20 en A° Inoxidable.
- Placa indicadora P de idéntico material.

Antes de poner el transformador en servicio, debe realizarse la conexión a tierra del mismo a través de este dispositivo.

Se opta por un sistema de puesta a tierra de protección y de servicio independientes entre sí, e independientes respecto a las tierras de Baja Tensión. De este modo se evita que aparezcan tensiones peligrosas en el sistema de Baja Tensión, provocadas por faltas en la red de alta Tensión. Los dos sistemas de tierra (de protección y de servicio) estarán separados entre sí de una distancia mínima de 16 m, de forma que la tensión de defecto sea inferior a 1000 V.

Tal y como se indica en la Instrucción MIE RAT 13, las líneas de tierra no deberán tener insertados fusibles ni interruptores. Los empalmes y uniones deben realizarse con medios de unión

apropiados, que aseguren su permanencia y no experimenten calentamientos superiores a los del conductor en el paso de la corriente, y estén protegidos contra la corrosión galvánica.

Dado el emplazamiento de la instalación, podemos considerar que la naturaleza del terreno es de gravas, y presencia de arcillas, adoptando por ello una resistividad de 200 $\Omega \cdot m$. Para el apartado de cálculos, se ha tenido en cuenta que la resistividad del hormigón es de 3000 $\Omega \cdot m$.

En la instalación de puesta a tierra se distinguirán dos partes totalmente separadas:

- **Tierra de protección**

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

La conexión a tierra se realizará mediante un circuito independiente que comprende las tierras de los herrajes, envolventes de los conjuntos de armarios metálicos, tuberías y conductos metálicos, carcasas y partes metálicas de los transformadores y mallas equipotenciales, de la zona de celdas y local. El mallazo se unirá a una pletina de hierro de 50x3 mm mediante soldadura eléctrica u oxiacetileno.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

Se efectuará mediante cuatro (4) 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 más grapa de conexión. El diseño preliminar se ha realizado según las configuraciones del método de cálculo UNESA para centros de transformación.

La configuración seleccionada ha sido la número 80-30/5/42:

- Disposición geométrica Rectángulo 8 x 3 m.
- Profundidad 0.5 m.
- Número de picas 4
- Longitud de las picas 2 m.
- Sección del conductor 50 mm².
- **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.

- **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.

4.5.5.- Instalaciones secundarias

4.5.5.1.- Alumbrado

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos (2) puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

A tal efecto se han escogido dos conjuntos de luminarias estancas IP-65 (2 x 36 W), de poliéster con fibra de vidrio. Su encendido se efectuará por medio de un interruptor situado al lado de las puertas de entrada.

Se dispondrá también como mínimo, de dos puntos de luz de emergencia (8 W)de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

4.5.5.2.- Protección contra incendios.

De acuerdo con la instrucción MIE-RAT 14, para determinar las protecciones que deben existir contra el riesgo de incendio, en el Centro de Transformación se tendrá en cuenta:

La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.

La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.

La presencia o ausencia del personal de servicio permanente en la instalación.

La naturaleza o resistencia al fuego de la estructura de soporte del edificio y de su cubierta.

La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

Por lo dicho, se dispondrá como mínimo de un extintor de polvo de 12 Kg de eficacia equivalente 43A 89 B.

También se colocará un sistema de extinción automática de CO₂, si la posibilidad de un incendio en el Centro de Transformación puede suponer un riesgo de incendios para materiales próximos.

4.5.5.3.- Ventilación.

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

4.5.5.4.- Medidas de seguridad

- Seguridad en celdas CGM

Las celdas modulares CGM estarán provistas de enclavamientos de tipo mecánico.

El sistema de funcionamiento del interruptor con tres posiciones, impedirá el cierre simultáneo del mismo y su puesta a tierra, así como su apertura y puesta inmediata a tierra.

Las celdas CGM poseen un grado de protección IP 33, su envolvente metálica tiene un grado de protección contra impactos mecánicos IK-08, y ha sido concebida para minimizar el daño en las personas o resto de elementos en caso de arco interno.

El dispositivo de enclavamiento de la puerta de acceso con el seccionador de puesta a tierra permite garantizar la seguridad total en las intervenciones con los cables y conectores que se tengan que realizar en este compartimiento.

Al desmontar el panel frontal, se impide la maniobra de la aparamenta. Este enclavamiento puede ser anulado, por acción voluntario, con el posible fin de verificar el aislamiento de los cables de salida.

El compartimiento de fusibles, totalmente estanco, será inaccesible mediante bloqueo mecánico en la posición de interruptor cerrado, siendo posible su apertura únicamente cuando éste se sitúe en la posición de puesta a tierra.

Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.

El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.

La apertura del panel de acceso al compartimiento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.

Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras.

Los bornes de conexión de cables y fusibles son fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carece de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la aparamenta están situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protege al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

Las celdas de entrada y salida son de aislamiento integral y corte en SF6, y las conexiones entre sus embarrados son apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos (inundación, etc.)

- Otras consideraciones.

El local se debe destinar únicamente a la finalidad prevista, no pudiéndose utilizar como depósito de materiales ajenos a la instalación ni piezas de recambio. Se deberán respetar las distancias establecidas para pasillos, accesos, etc. Con el fin de permitir la maniobra e inspección de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de los mismos.

El pavimento del pasillo será de material corrugado o antideslizante. No es posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamiento interno de las celdas está conectado con el mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y de las tapas de acceso a los cables.

En el centro se dispone de avisos en forma de cartel de maniobras en Alta Tensión y placa con instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse a los accidentados por contactos con elementos en tensión (cartel de primeros auxilios).

En el interior del Centro de Transformación hay una banqueta aislante de 20 kV, unos guantes de seguridad de goma, y los elementos necesarios para realizar las maniobras.

Todas las puertas que dan acceso al recinto, están provistas de rótulos con indicación de la existencia de instalaciones de alta tensión (triángulo de riesgo eléctrico).

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tienen contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar en tensión debido a defectos o averías.

5.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

5.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL

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.

5.1.1.- 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

5.1.2.- 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 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 arranque suave, con control de consumos, marcha, paro y protección, conexionado a través del bus de campo Profibus al control distribuido de la planta.

5.1.3.- 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

5.1.4.- 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.

5.1.5.- 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 $\cos\phi$ 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.

5.1.6.- Empalmes y conexiones

Los empalmes y conexiones de los conductores se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Asimismo, deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que pueda originar el terreno.

5.1.7.- Sistemas de protección

Los receptores estarán protegidos contra sobretensiones y contra sobrecargas, según disposición del plano de esquema unifilar

5.1.8.- Puesta a tierra

La puesta a tierra de las instalaciones eléctricas contempladas en el presente proyecto se realizará conforme a lo siguiente:

- Todos los edificios dispondrán de una red de tierras adecuadamente dimensionada, siendo el tamaño mínimo de cable de 35 mm² Cu. Y picas de 14 mm de 2.0m
- La puesta a tierra de los CCM se aprovechará la instalación general. A partir del seccionador o borne principal de tierra, partirá el conductor de protección que servirá para la puesta a tierra de los distintos receptores eléctricos.

- Antes de la puesta en servicio de la instalación se comprobará la continuidad del circuito de tierra y los valores de resistencia obtenidos, reforzándose en caso necesario mediante la instalación en adicional picas en número suficiente hasta obtener valores inferiores a 10 Ohmios.
- Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen aspecto permanente y protegido contra la corrosión.

5.2.- CÁLCULO DE POTENCIAS

5.3.- DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

5.3.1.- Cuadros

5.3.1.1.- 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, 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

5.3.1.2.- Cuadros de protección y mando

La aparatenta 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 I_s es la sensibilidad en amperios del interruptor a utilizar.

5.3.2.- Centro Control de Motores (C.C.M.)

Todos los CCM de la EDAR estarán instalados en las salas de cuadros eléctricos de los diferentes edificios de electricidad y proceso de la planta alimentándose desde el Cuadro General de Distribución. Desde estos Cuadros se alimentará a todos los equipos, de los edificios de proceso.

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 variador de frecuencia.
- Interruptores automático fijo de caja moldeada con relé termomagnético (TMD), regulación térmico: $0.7 \dots 1 \times I_{th}$, magnético fijo, neutro protegido al 100%

Los CCM serán 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 autómatas y de salida del mismo.

Todos los centros de control de motores están formados por una serie de paneles construidos en chapa de acero laminada, pintados en color a definir previo desengrasado y tratamiento contra la corrosión.

Los cuadros serán de tipo extraíble y la compartimentación será de forma 4b según UNE-EN 60439-1.

La entrada a cada cuadro está formada, en su panel correspondiente, de un interruptor automático tetrapolar con poder de corte adecuado y relés de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de tipo electrónico.

En cada una de las acometidas a los cuadros y continuación del interruptor general se han colocado tres transformadores de intensidad relación X/5 A y un analizador de redes para supervisión de los principales parámetros eléctricos. A partir del embarrado general se acomete a los distintos motores a través del aparellaje de mando y protección de cada motor montado en un carro de extracción horizontal, y constituido por:

- Interruptor automático tripolar de motor, con relés magnéticos.
- Contactor tripolar o arrancador estático.
- Relés electrónicos regulables en las tres fases, para protección contra sobreintensidades, con rearme automático desde el sistema de control.
- Transformador toroidal y relé diferencial de 300 mA

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 un equipo de control de consumos, marcha, paro y protección, conexionado a través del bus de campo Profibus al control distribuido de la planta.

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.

En aquellos equipos correspondientes a procesos que requieren regulación de velocidad se han previsto la instalación de variadores de frecuencia electrónicos.

Los variadores de frecuencia estarán conectados al sistema de control distribuido de la planta a través de una red Profibus. Desde el control distribuido se podrá visualizar, controlar y programar todos los parámetros del variador. Todos los variadores de frecuencia dispondrán de panel de control en la puerta del cuadro eléctrico, para su visualización, control y programación, los variadores dispondrán de una protección diferencial adecuada a las peculiaridades de estos equipos,

En todos los cuadros se dejará un espacio vacío, en reserva para futuras ampliaciones, equivalente al 30% del espacio total.

5.3.2.1.- Cuadros de batería de condensadores.

En este proyecto está previsto instalar una batería automática de condensadores además de un bote fijo por cada transformador para compensar el factor de potencia de la instalación y llevarlo a valores deseados por encima de 0,98.

Se empleará una batería de condensadores centralizada y autorregulada, conectada a las barras generales del Cuadro General de Baja Tensión CGBT. en baja tensión.

El cálculo de la batería de condensadores se realiza para compensar la energía reactiva consumida por los equipos de proceso y por los servicios generales de la planta.

No se ha considerado para el cálculo de las baterías de condensadores los equipos accionados mediante variador de frecuencia, ya que su factor de potencia es próximo a 1.

Este tipo de batería autorregulada está formado por módulos individuales de condensadores unidos en paralelo, gobernados por un sistema de regulación automática que permite alcanzar el factor de potencia deseado, cualesquiera que sean las fluctuaciones de la carga, evitando la posibilidad de devolver energía a la red en períodos de bajo consumo.

Cada módulo está equipado con sus propios elementos de maniobra y protección, contactor adaptado a las maniobras de corrientes capacitivas, fusibles de alta capacidad de ruptura y resistencia de descarga rápida. El interruptor automático de alimentación general a la batería tendrá una intensidad nominal mínima de 1'5 veces la nominal de la batería.

Se requieren baterías de condensadores superinmunizadas, recomendadas para entornos polucionados, con presencia de muchos variadores.

5.3.2.2.- Cuadro general de servicios generales y alumbrado.

Desde el nuevo cuadro general de baja tensión CGBT del centro de transformación y a través de un conductor apropiado, se acometerá al cuadro general de alumbrado CGA situado en la sala de cuadros de baja tensión del edificio de transformación

En este armario, se alojará un interruptor automático magnetotérmico general, así como los interruptores automáticos magnetotérmicos que alimentarán los cuadros locales de alumbrado. Estos cuadros CLA van equipados con automático diferencial de In adecuada y 300 mA de sensibilidad.

Los cuadros locales de alumbrado se ubicarán en salas eléctricas excepto los ubicados en el edificio principal. Cada uno de los circuitos de salida de los cuadros locales de alumbrado dispondrá de protección diferencial de 30 mA de sensibilidad, según se describe.

5.3.3.- Sistema de emergencia y grupo electrógeno

El diseño propuesto no incorpora grupo electrógeno, pero sí el bypass y cuadro de conexión para accionamiento completo de los elementos.

Para garantizar un funcionamiento mínimo durante los fallos de energía eléctrica se prevé la instalación de un Grupo Electrónico, que alimentará directamente al CGBT y consecuentemente a todos los cuadros eléctricos de la EDAR.

Para ello el CGBT está equipado con un interruptor automático motorizado enclavado con los interruptores automáticos motorizados de la red, procedente de los transformadores de potencia

que alimentan a la EDAR. El CGBT incluirá un sistema de conmutación automática de red, para iniciar la secuencia de puesta en marcha y conexión del Grupo Electrónico a la instalación eléctrica y dar suministro de energía eléctrica en caso de fallo de red, así como su desconexión al retornar la tensión de red normal.

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

5.3.4.- 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 30°C.
- 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 discurren 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 antideflagrantes y antiexplosivas acordes a la clasificación del proyecto 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 mm ² |
| • Alumbrado: | 2,5 mm ² |
| • Control: | 1,5 mm ² |
| • Alumbrado exterior: | 6 mm ² |

- 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

5.3.5.- 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

5.3.6.- Componentes y canalizaciones

5.3.6.1.- 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. En general tendrán 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.

5.3.6.2.- Conducciones

La instalación eléctrica de acometida irá en zanja tipo IB, bajo tubo de PVC. de 160 mm. de diámetro y reserva, a una profundidad mínima de 60 cm. en aceras y de 80 cm. en cruces de calzadas. En la canalización bajo las aceras, el tubo apoyará sobre lecho de arena lavada de río de 10 cm de espesor y sobre él se ubicará cinta de Atención al cable y relleno de tierra compactada al 95 % del Proctor normal.

Para la canalización en cruce de calzada, el tubo irá embutido en macizo de hormigón de HM-20 y 30 cm de espesor, ubicándose igualmente cinta de "Atención al cable" y relleno de tierra

compactada al 95 % del Proctor normal. En el caso de la canalización embebida en pared se empleará un tubo P.E. corrugado de Ø 20, 25 y 32 mm las dimensiones de cable.

En cualquiera de los casos, 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 PVC de 110 mm de diámetro mínimo y 2,3 mm de espesor (según UNE-EN 50086-24), con uniones a presión. Adoptándose como criterio general 2x160 mm PVC
 - ✓ Tendido a un mínimo de 60 cm de profundidad, medido a nivel de suelo terminado. Ancho mínimo de excavación 60 cm.
- 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".

5.3.6.3.- Arquetas

Las arquetas previstas serán normalizadas, previéndose, según necesidad:

- Arqueta prefabricada de hormigón armado para instalación eléctrica normalizada de dimensiones 1 x 1 x 1 m, con paso de 4 tubos de diámetros varios, empotrada en un material granular de 0,2 m de espesor, con tapa de fundición 625 x 535 mm, incluso excavación, y rellenos posteriores con material procedente de excavación o préstamos
- Arqueta de registro de dimensiones interiores 80 x 80 x 100 cm, realizada con fábrica de ladrillo perforado de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento 1:6, sobre solera de hormigón de HM 20/P/20/I de 20 cm de espesor, enfoscado y bruñida interiormente, incluso cerco y tapa de hierro fundido de 80x80 normalizada D-400
- Arqueta de registro de dimensiones interiores 60 x 60 x 100 cm, realizada con fábrica de ladrillo perforado de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento 1:6, sobre solera de hormigón de HM 20/P/20/I de 20 cm de espesor, enfoscado y bruñida interiormente, incluso cerco y tapa de hierro fundido de 70x70 normalizada D-400

5.3.6.4.- Cajas de paso y derivación

- Las cajas presentarán aislamiento eléctrico en toda su superficie. El proyecto 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

5.4.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN Y FORMULACIÓN

5.5.- INSTALACIÓN DE TIERRAS

5.5.1.- Criterios generales

- Será de obligado el cumplimiento de lo especificado en la ITC BT 18.
- Todos los circuitos llevarán un conductor de tierra independiente desde las salidas de los cuadros. Cada conductor de tierra no podrá pertenecer a dos circuitos distintos.
- Para la protección a tierra del edificio se instalará una toma de tierra con puente desmontable.
 - ✓ Se conectarán a la puesta de tierra:
 - La estructura de hormigón conexión a la ferralla de la estructura.
 - Se instalará una toma de tierra en cada uno de los cuadros principales.
 - Los enchufes eléctricos y las masas metálicas.
- 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 14.3 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.
- 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.

5.5.2.- Cálculo de la puesta a tierra

Para el proyecto de la red de tierras se ha considerado el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión aprobado por R.D. 842/2002, Instrucción ITC-BT-18 “instalaciones de puesta a tierra” y, para los cálculos, el apartado 9, “Resistencia de las tomas de Tierra” en el que se dan, en las tablas 3 y 4 respectivamente, los valores medios de la resistividad de tierra para diversos electrodos.

Valores orientativos de la resistividad en función del terreno:

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm x m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm x m
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1. 500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm x m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Las fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo; se dan en la Tabla 5 de la citada ITC-BT-18.

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Placa enterrada	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$

Donde:

ρ : Resistividad del terreno en $\Omega.m$

p: perímetro de la placa en m

L: longitud de la pica o del conductor en m

Aceptando $\rho = 300 \Omega.m$ y aplicando las tablas anteriores tenemos:

- Resistencia de la pica: $R_1 = \rho / (18 \cdot L_1) = 300 \Omega.m / (9 \cdot 2 \text{ m}) = 16.66 \Omega$
- Resistencia del cable:

$$R_2 = 2 * \rho / L_2 = 2 * 300 \Omega.m / 30 = 20,00 \Omega$$

La resistencia equivalente de dos resistencias en paralelo es:

$$R_{eq} = R_1 * R_2 / (R_1 + R_2)$$

La tensión a que estarán sometidas las masas metálicas en caso de defecto será:

$$U = I_s * R_{eq}$$

Donde:

U = tensión en voltios

I_s = intensidad máxima de defecto a tierra o sensibilidad de disparo de la protección diferencial, en amperios.

R_{eq} = resistencia equivalente de la red de tierra, en ohmios.

El detalle del cálculo de la red general de tierras para cada elemento se adjunta en el Apéndice 11.1.5

5.6.- INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

La distribución estimada de luminarias de alumbrado será:

Alumbrado Edificio pretratamiento+Físico químico			
Pretratamiento (300 m2)	Ud	Pot (w)	Total (kW)
Alumbrado exterior	3	150	0,45
Alumbrado interior VSAP/ 30 m2	10	150	1,5
Alumbrado interior (Fluorescente 2x36w) 1/20 m2	30	72	2,16
Alumbrado fluorescentes 2x58w 1Ud/ 20 m2		116	
Alumbrado emergencia 30w 1Ud/ 10 m	7	30	0,21
Sala CCMs (30 m2)	Ud	Pot (w)	Total (kW)
Alumbrado exterior	1	150	0,15
Alumbrado interior (Fluorescente 2x36w) 1/10 m2	3	72	0,216
Alumbrado fluorescentes 2x58w 1Ud/ 20 m2	0	116	0
Alumbrado emergencia 30w 1Ud/ 10 m	3	30	0,09
Sala (30 m2)	Ud	Pot (w)	Total (kW)
Alumbrado exterior	1	150	0,15
Alumbrado interior VSAP	2	150	0,3
Alumbrado interior (Fluorescente 2x36w) 1/20 m2	8	72	0,576
Alumbrado fluorescentes 2x58w 1Ud/ 20 m2	0	116	0
Alumbrado emergencia 30w 1Ud/ 10 m	3	30	0,09
Total pretratamiento			5,892
Físico-Químico (515 m2)	Ud	Pot (w)	Total (kW)
Alumbrado exterior	1	150	0,15
Alumbrado interior VSAP/ 30 m2	10	150	1,5
Alumbrado interior (Fluorescente 2x36w) 1/10 m2+galería	50	72	3,6
Alumbrado fluorescentes 2x58w 1Ud/ 20 m2	0	116	0
Alumbrado emergencia 30w 1Ud/ 10 m	9	30	0,27
Sala (165m2)	Ud	Pot (w)	Total (kW)
Alumbrado exterior	1	150	0,15
Alumbrado interior VSAP/ 30 m2	6	150	0,9
Alumbrado interior (Fluorescente 2x36w) 1/10 m2	16	72	1,152
Alumbrado fluorescentes 2x58w 1Ud/ 20 m2	0	116	0
Alumbrado emergencia 30w 1Ud/ 10 m	5	30	0,15
Total físico químico			7,872
Alumbrado edificio biofiltros			
Sala soplantes y planta baja (170 m2)	Ud	Pot (w)	Total (kW)
Alumbrado exterior	3	150	0,45

Alumbrado interior VSAP/ 30 m2	6	150		0,9
Alumbrado interior (Fluorescente 2x36w) 1/10 m2	16	72		1,152
Alumbrado fluorescentes 2x58w 1Ud/ 20 m2	0	116		
Alumbrado emergencia 30w 1Ud/ 10 m	6	30		0,18
Sala trat. Terciario (90)	Ud	Pot (w)		Total (kW)
Alumbrado exterior	0	150		0
Alumbrado interior VSAP/ 30 m2	3	150		0,45
Alumbrado interior (Fluorescente 2x36w) 1/10 m2	9	72		0,648
Alumbrado fluorescentes 2x58w 1Ud/ 20 m2	0	116		
Alumbrado emergencia 30w 1Ud/ 10 m	5	30		0,15
Sala trat. Terciario (100)	Ud	Pot (w)		Total (kW)
Alumbrado exterior	0	150		0
Alumbrado interior VSAP/ 30 m2	0	150		0
Alumbrado interior (Fluorescente 2x36w) 1/10 m2	10	72		0,72
Alumbrado fluorescentes 2x58w 1Ud/ 20 m2	0	116		
Alumbrado emergencia 30w 1Ud/ 10 m	4	30		0,12
Biofiltros	Ud	Pot (w)		Total (kW)
Alumbrado ext. Torre VSAP	2	400		0,8
Total físico químico				5,57

Alumbrado edificio control				
Sala control	Ud	Pot (w)		Total (kW)
Alumbrado exterior	0	150		0
Alumbrado interior VSAP/ 30 m2	3	150		0,45
Alumbrado interior (Fluorescente 2x36w) 1/10 m2	8	72		0,576
Alumbrado fluorescentes 2x58w 1Ud/ 20 m2	0	116		
Alumbrado emergencia 30w 1Ud/ 10 m	6	30		0,18
Total control				1,206
Salas y laboratorio	Ud	Pot (w)		Total (kW)
Alumbrado exterior	0	150		0
Alumbrado interior VSAP/ 30 m2	2	150		0,3
Alumbrado interior (Fluorescente 2x36w) 1/10 m2	20	72		1,44
Alumbrado fluorescentes 2x58w 1Ud/ 20 m2	0	116		
Alumbrado emergencia 30w 1Ud/ 10 m	9	30		0,27
Total control				4,422

Para el caso de la vía de servicio se ha considerado luminarias con báculo de 8.0m y lámpara 150 VSAP cada 20.0m, y proyectores de 2x400w a ubicar en los biofiltros, depósito de alivios y espesador.

5.6.1.- 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.
- En la siguiente tabla se resumen los distintos niveles de iluminación considerados en cada tanque de tormenta, según la norma UNE-EN 12464-1:
- El alumbrado del bombeo se calculará y proyectará para la siguiente iluminación mínima:

LOCAL	NIVEL DE ILUMINACION (Lux)
Sala de edificios de pretratamiento y biofiltros	150
Interior de edificaciones o áreas de trabajo oficinas	300
Zonas de paso	20
Vestuarios, aseos, trasteros, ..	100
Viales	20
Áreas de trabajo exteriores	50

- 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.

5.6.2.- Alumbrado exterior

5.6.2.1.- Criterios de diseño

- 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
- 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.
- 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 rendimiento de la luminaria será \geq del 60%, equipada con lámpara clara. Tendrá fotometría regulable fija y la carcasa podrá ser de aleación de aluminio, poliéster u otros materiales. El sistema óptico será abierto con equipo auxiliar incorporado. Llevará filtro y el grado de estanqueidad del sistema óptico IP-67, según la norma UNE 20324.
- 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.
- Éste estará constituido por luminarias estancas adosadas en las fachadas de los edificios de las Estaciones de bombeo y en los depósitos:
 - Iluminancia media inicial 20 lux
 - Uniformidad media 0.50
 - Uniformidad extrema 0.25

5.6.3.- Cálculo de interdistancia

5.6.3.1.- Aplicación

El cálculo se ha realizado para lámparas de descarga de vapor de sodio a baja presión, instaladas en luminarias tipo II según CTE y montadas sobre báculos cuyos parámetros corresponden a los indicados en la tabla 2 de dichas normas.

Para el cálculo se ha tenido en cuenta las recomendaciones “Comisión Internacional de Iluminación” CIE que figura en su documento N° 12 (1975) 2ª edición.

El cálculo de esta norma se ha realizado para vías tipificadas según su ancho.

Cuando las vías tengan incorporadas banda o bandas de aparcamiento, se considera ancho de entrada a las tablas la suma del ancho de la vía más la banda o bandas de aparcamiento.

El cálculo se ha realizado para báculos separados 1 m del bordillo de la calzada con alrededores oscuros y para un pavimento del tipo bituminoso que es uno de los más desfavorables dentro de los usuales, según la clasificación de las recomendaciones CIE.

Los valores de iluminación que figuran en las tablas son valores iniciales, no obstante, los límites de variación considerados, están afectados de 0,7 por ensuciamiento de la luminaria, depreciación de la lámpara y montaje del punto de luz.

La clase de alumbrado se ha fijado como E de las consideradas en la clasificación de la recomendación CIE, respondiendo E a un tráfico muy moderado.

A partir de las dimensiones del vial y plataforma, de la disposición de los báculos y del tipo de luminarias y lámparas proyectadas, se calcula en primer lugar la utilancia o factor de utilización del punto de luz.

El factor de utilización se obtiene de las curvas de coeficiente de utilización en función de los parámetros α y β que se definen por:

$$\alpha = B_1 / H \quad (\text{lado calzada})$$

$$\beta = d / H \quad (\text{lado acera})$$

Donde:

$$B_1 = B - \alpha$$

$$\beta = \text{Anchura de la calzada en m}$$

$$d = \text{Saliente del báculo sobre la calzada en m}$$

En las curvas citadas se obtienen k_1 y k_2 , en función de α y β respectivamente, siendo la utilancia:

$$U = k_1 + k_2$$

La interdistancia se obtiene de la fórmula:

$$E = F \times Fk \times U / L \times B$$

donde:

E = Nivel de iluminación medio, en lux.

kF = Flujo luminoso útil de la lámpara, en lúmenes.

Fk = Factor de depreciación

U = Factor de utilización

B = Anchura de la calzada, en m

L = Interdistancia entre luminarias, en m

Despejando obtenemos la expresión de la interdistancia:

$$L = F \times Fk \times U / E \times B$$

CÁLCULO DE alumbrado de camino a coronación y plataformas:

Calzada:	EDAR	
Longitud:	80	m
Ancho a iluminar (lado calzada):	5	m
Ancho a iluminar (lado acera):	1	m
Factor de Mantenimiento:	0,7	
Categoría Calzada-Entorno:	C2	
Categoría Calzada-Iluminación:	R1C	
Categoría de Luminancia e Iluminancia:	Categoría 2	
Luminancia Media en Servicio:	2,0	cd/m ²
Iluminación Media en Servicio:	20	lux
Coef. Mínimo Uniformidad Global:	0,4	
Coef. Mínimo Uniformidad Longitudinal:	0,5	
Coef. Deslumbramiento:	4	

Incremento Umbral de Deslumbramiento:	20 %
Luminaria:	
Tipo Luminaria:	Oscilante
Tipo Lámpara:	V.S.A.P.
Potencia Lámpara:	150 w
Flujo Lámpara:	15000 Lm
Altura Báculo Recomendada:	8-10 m
Altura Báculo Adoptada:	8 m
Utilancia Lado Calzada (0,63h):	0,21
Utilancia Lado Acera (0,13h):	0,03
Factor de Utilización:	0,24
Ubicación:	
Disposición Recomendada:	Unilateral
Interdistancia Máxima:	21,00 m
Interdistancia Adoptada:	20,00 m

5.6.4.- Alumbrado interior

El alumbrado interior de los edificios se resuelve mediante:

- 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 mural 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.

5.6.4.1.- Características generales

- 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 $\cos \phi$ próximo a 1.
- La iluminación interior en el local de desodorización y cuadros se realizará con luminarias estancas IP65, con lámparas fluorescentes de 2x58W.
- La iluminación interior en la sala de bombas y en el tanque se realizará con luminarias antideflagrantes Exd IIB T4 con lámparas fluorescentes de 2x58W.
- Se dispondrán en el interior de los pozos, proyectores fluorescentes antideflagrantes Exde IIB T1/T5 de 150W VSAP.
- 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

5.6.4.2.- Cálculo de iluminación

El estudio luminotécnico de los distintos locales que componen el edificio, lo realizaremos por el método de flujo. Para ello necesitamos los siguientes datos:

- Dimensiones del local a iluminar:
 - Longitud (a) en metros.
 - Anchura (b) en metros.
 - Altura útil (h) en metros, siendo esta altura la distancia entre las luminarias y el plano de trabajo.
- Nivel de iluminación medio: Recomendado para el local (Em) en lux. Este nivel lo elegiremos en función de la actividad a desarrollar en el local a iluminar.
 - Factores de reflexión: en techo, paredes y suelo.
 - Tipo de fuente luminosa que se pretende utilizar.
 - Flujo luminoso de cada una de las lámparas.
 - Grado de depreciación de la instalación: que nos determina el coeficiente de mantenimiento. Dicho coeficiente es debido al envejecimiento de las luminarias y a la suciedad que en ellas se acumula, en este último aspecto influirá por tanto la actividad que se desarrolle en el interior del local.

	Fluorescente 2x32 w a Altura 8,5m c/10 m2 zona de trabajo	Fluorescente 2x32 w a Altura 5 m c/10 m2 zona de trabajo	Fluorescente 2x32 w a Altura 3,5m c/6 m2 zona de trabajo	Fluorescente 2x32 w a Altura 5m c/20 m2 zona de trabajo	Fluorescente 2x32 w a Altura 3,5 m c/20 m2 zona de trabajo	Lámpara 150w a Altura 8,5m c/30 m2 zona de trabajo
IMPORTANT						
Índice del local= (a*b)/(h*(a+b))	0,19	0,32	0,36	0,26	0,45	0,79
a=ancho (m) aprox.	3,16	3,16	2,50	4,50	4,50	5,50
b=largo (m) aprox.	3,16	3,16	2,50	4,50	4,50	5,50
h=altura útil media	8,50	5,00	3,50	8,50	5,00	3,50
Coef. Reflexión (oscuro=0,1) (claro=0,3-0,5)	0,10	0,10	0,50	0,10	0,10	0,10
Fu=Factor de utilización s/ tablas (0,5-0,85)	0,70	0,70	0,85	0,70	0,70	0,70
Fm= Factor de mantenimiento (0,6= sucio; 0,8 = limpio)	0,70	0,70	0,80	0,70	0,70	0,70
E es la iluminancia media deseada (lum)	150,00	150,00	300,00	150,00	150,00	150,00
S es la superficie del plano de trabajo (m2)	9,99	9,99	6,25	20,25	20,25	30,25
Fit=Flujo luminoso total= (E*S)/Fu*Fm)	3.056,82	3.056,82	2.757,35	6.198,98	6.198,98	9.260,20
Topo de lámpara	Fluorescente	Fluorescente	Fluorescente	Fluorescente	Fluorescente	Fluorescente

	2x36	2x36	2x36	2x36	2x36	2x36
Flujo luminoso de la lámpara 150w VSAP (lum) = 15000lum; Fluorescente 2x58w: flujo=5200 lum	3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	15.000,00
Nº lámparas	0,87	0,87	0,79	1,77	1,77	0,62
Ratio m2/lámparas	11,43	11,43	7,93	11,43	11,43	49,00
Separación s/ cálculo	3,38	3,38	2,82	3,38	3,38	7,00
Nº lámparas	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Flujo luminoso total esperado	3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	15.000,00
Luminancia media esperada (lum)	171,75	171,75	380,80	84,69	84,69	242,98

5.6.5.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA

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.

5.6.6.- Puesta a tierra del alumbrado

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 sobrecargas (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.

5.6.6.1.- 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.

6.- APÉNDICES

6.1.- APÉNDICE E-1: LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN: ACOMETIDA

VIESGO
DISTRIBUCIÓN

Viesgo Distribución

C/ Isabel Torres 25
PCTCAN
39011 Santander
Tfn. 942 246 000



Estudio económico

100000041223 NM02

Referencia de solicitud

Santander 10 Septiembre 2015
Día Mes Año

En respuesta a su solicitud de **NUEVO SUMINISTRO**, le remitimos **Presupuesto Económico** elaborado de acuerdo con la legislación vigente y con la información que nos ha facilitado, en el que se recoge las condiciones económicas que han de cumplirse para atender dicha solicitud.

INGIOPSA
VICENTE JIMENO 20
28035 MADRID

100000041223

Referencia de solicitud

INGIOPSA INGENIERIA,S.L.

Solicitante

SAN ANTONIO, B.,EDAR FOLGU,SAN ANTONIO(TAPIA DE CASARIEGO,33747

Dirección de suministro

20 KV 320,000 kW
Tensión Potencia

**1.-
Datos de la
solicitud**

E28447597
DNI/NIF

Para atender su petición, conforme a lo recogido en el Pliego de Condiciones Técnicas remitido en envío separado, se requiere la realización de dos tipos de trabajos:

- **Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio.** La ejecución ha de ser realizada por Viesgo Distribución Eléctrica, S.L. para asegurar la fiabilidad y calidad de suministro.
- **Trabajos de nueva extensión de red desde la red de distribución hasta el primer elemento propiedad del solicitante.** Estas infraestructuras deberán ser costeadas por Usted y realizadas a través de un instalador autorizado de su elección. En caso de que no sea de su interés realizar por su cuenta las instalaciones descritas, existe la opción de solicitar, bajo petición expresa, su ejecución por parte de Viesgo Distribución Eléctrica, S.L.

Para su desarrollo, tiene dos opciones:

- **Opción 1.** Viesgo ejecuta los Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio y los trabajos de supervisión de los Trabajos de Nueva Extensión de Red desde la red de distribución existente hasta el primer elemento propiedad del solicitante que usted realizará con un instalador autorizado. El importe de dichos trabajos asciende a 7.396,22 € (I.V.A. incluido).
- **Opción 2.** Viesgo ejecuta los Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio y los Trabajos de Nueva Extensión de Red desde la Red de Distribución Existente hasta el Primer Elemento Propiedad del Solicitante. En cuyo caso deberá solicitarnos el presupuesto asociado de forma expresa, siguiendo el modelo adjunto a este escrito.

Con independencia de lo anterior, le recordamos que **las instalaciones de su propiedad y para uso individual** (instalación particular), deben cumplir los requisitos establecidos en la normativa vigente y, en su caso, ser realizadas y costeadas por su cuenta a través de un instalador autorizado. En ningún caso puede corresponder a Viesgo Distribución Eléctrica, S.L. la responsabilidad de su ejecución.

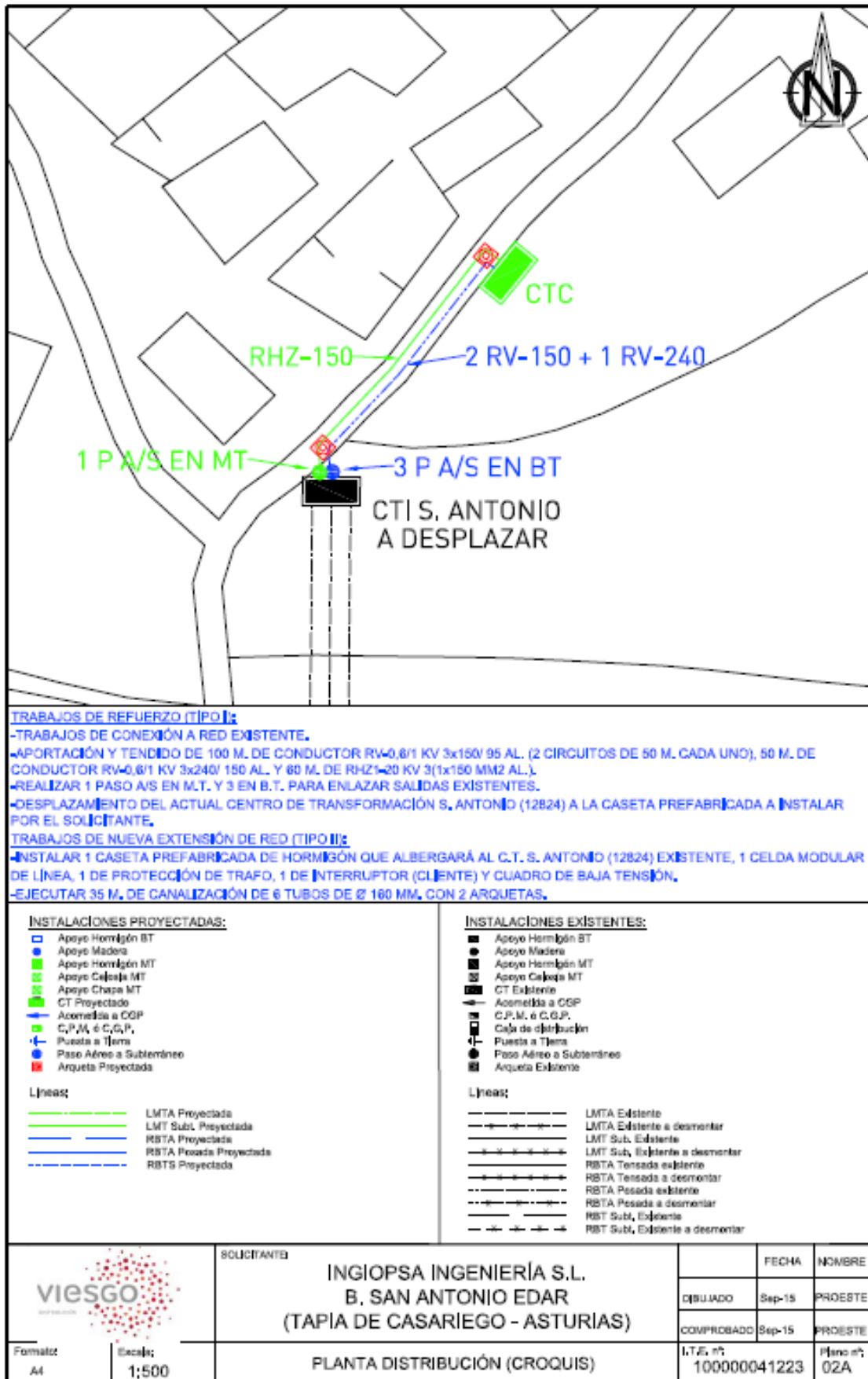
**2.-
Trabajos a
realizar**

Para continuar con el proceso de conexión a nuestra red, es imprescindible que acepten los términos y condiciones contenidas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Presupuesto Económico. Para ello deben devolver firmada la **hoja de aceptación** de condiciones adjunta.

La **forma de pago** será mediante transferencia efectuada a la cuenta ES47 0182 4647 97 0201515832, señalando en el justificante la referencia de la solicitud 100000041223.

La aceptación firmada y el justificante bancario debe ser enviado a la dirección de correo electrónico acceso.consumidores@viesgo.com o al fax nº 942 328 016.

**3.-
Aceptación y
forma de pago**



VIESGO
DISTRIBUCIÓN

Presupuesto económico detallado

100000041223

Referencia de solicitud

1.- Presupuesto	
Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio	
Trabajos de refuerzo, adaptación, adecuación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio	5.503,56
Concepto	Importes/eur
Materiales necesarios para el entronque y la conexión (a pagar por el solicitante)	202,92
Concepto	Importes/eur
Trabajos de entronque y conexión sin coste para el solicitante (Real Decreto 1048/2013)	0,00
Concepto	Importes/eur
Nueva extensión de red desde la red de distribución existente hasta el primer elemento propiedad del solicitante	
Derechos/costes de supervisión	406,10
Concepto	Importes/eur
	IVA (21%) 1.283,64
	Importes/eur
	7.396,22
	Total Importes/eur

En caso de aceptación y pago, conforme a los datos facilitados, la factura será emitida a:

INGIOPSA INGENIERIA,S.L.

Nombre o Razón social:

VICENTE JIMENO,20,MADRID


Domicilio Social:


E28447597


CIF/NIF:

Si desea modificar o certificar alguno de los datos por Ud. facilitados, póngase en contacto con nosotros a través del teléfono

2.-
Datos del cliente
y de la factura

 EQUIPOS DE MEDIDA	INGIOPSA 10000041223 320 KW 20 KV	1ª Edición 14 de Septiembre de 2015
		Página 1 de 12
ÍNDICE		
1 OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN-----	2	2
2 CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO DE MEDIDA -----	2	2
2.1 CONTADOR-----	2	2
2.2 REGISTRADOR-----	3	3
2.3 BLOQUES DE PRUEBAS-----	4	4
2.4 MÓDEM PARA RTC-----	5	5
2.5 MÓDEM GSM-----	5	5
2.6 ARMARIO DE MEDIDA-----	5	5
2.7 TRANSFORMADORES DE TENSIÓN-----	6	6
2.8 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD-----	7	7
2.9 PRECINTADO Y PLACA DE CARACTERÍSTICAS DE LOS TIs Y TTs-----	8	8
2.10 CABLEADOS-----	8	8
3 ESQUEMAS-----	10	10

 EQUIPOS DE MEDIDA	INGIOPSA 10000041223 320 KW 20 KV	1ª Edición 14 de Septiembre de 2015 Página 2 de 12
<p>1 OBJETO Y AMBITO DE APLICACIÓN</p> <p>El objeto de esta especificación es establecer las características técnicas y específicas del equipo de medida y elementos asociados, en las fronteras definidas por el RPM en clientes de M.T. y generadores en régimen especial. Este documento aplica al equipo de medida a instalar en</p> <p>INGIOPSA</p> <p>Los datos para la elaboración de este informe son: Tensión de suministro 20 KV. Potencia a contratar: 320 KW. Este informe se elabora a petición de Nuevos Suministros</p> <p>Si alguna de las condiciones anteriormente expuestas varían, este informe no tendría validez.</p> <p>2 CONSTITUCIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA</p> <p>El equipo de medida tipo 3 principal, estará confeccionado con los siguientes elementos.</p> <p>2.1 CONTADOR</p> <p>Un contador electrónico combinado para la medida de energía activa en doble sentido (A+, A-) en clase de precisión 1 y medida de la energía reactiva en los cuatro cuadrantes (Ri+, Ri-, Rc+, Rc-) en clase de precisión 2, para redes trifásicas de 4 hilos, con display multifunción, con contacto de sentido de la energía, parametrizables y configurables por software, con protocolo STOM. Conexión a transformadores de medida de relación: 10/5 A., y 22.000:√3/110:√3 V.</p>		

 EQUIPOS DE MEDIDA	INGIOPSA 10000041223 320 KW 20 KV	1ª Edición 14 de Septiembre de 2015
		Página 3 de 12

2.2 REGISTRADOR

Un registrador/tarificador de medidas según el Reglamento de Puntos de Medida e ITCs, con capacidad para almacenar la información de un contador , mediante protocolo STOM, que permita registrar hasta 8 magnitudes por cada punto de medida, 2 para la medida de la energía activa (importada y exportada), 4 para la medida de la energía reactiva en los (cuatro cuadrantes), y 2 libres. El registrador deberá disponer de 2 curvas de carga incrementales en periodos parametrizables de 5 a 60 minutos y con una profundidad de registro en cada una de las curvas de al menos 4000 registros. Procesamiento local de tarifas, tres contratos; el primero (contrato 1), tarifa de Acceso de Terceros a la Red (ATR), el segundo (contrato 2), compra de energía en cualquiera de las modalidades de discriminación horaria y el tercero (contrato 3) venta de energía de generadores en régimen especial.

Comunicación con el Concentrador Primario o Secundario mediante protocolo IEC 870-5-102 definido por REE.

Ejecución en montaje saliente sobre armario o sobre la caja de bornas del contador.

Alimentación monofásica de 110 Vac.


Dispondrán de al menos dos puertos de comunicaciones que serán:


Puerto serie óptico, para la comunicación local, según norma UNE-EN-61107.


Puerto serie eléctrico con interfaz RS232 ó RS485.


El registrador incorporará la función de firma electrónica.


Nota: El registrador podrá estar incorporado en el contador.


 EQUIPOS DE MEDIDA	INGIOPSA 10000041223 320 KW 20 KV	1ª Edición 14 de Septiembre de 2015 Página 4 de 12
<p>2.3 BLOQUE DE PRUEBAS</p> <p>Un bloque de pruebas formado por diez elementos ó bornas (6 Intensidades + 4 tensiones)</p> <p>Cumplirá con las siguientes funciones:</p> <ul style="list-style-type: none">- Realizar tomas adecuadas para los aparatos de comprobación con el fin de verificar los parámetros de tensión e intensidad.- Cortocircuitar por separado las intensidades y abrir los circuitos de tensión e intensidad, para poder intervenir sin peligro (conectar y desconectar), el contador y demás elementos del equipo de medida.- Impedir que se puedan cortocircuitar las intensidades del lado contador. Para ello debe incorporar separadores que sólo dejen poner los puentes del lado de transformadores. Todos los bloques de pruebas deben de disponer de 3 puentes originales del fabricante para llevar a cabo correctamente dicha operación. <p>Deberán disponer de una tapa precintable que proteja al conjunto, de forma que impida el acceso y manipulación a todos los puntos de conexión de la medida. Su diseño deberá proteger la parte frontal de los elementos y sus cuatro lados . La separación que debe existir entre los elementos de la regleta y la cubierta de la tapa por los lados de conexión de los conductores, será de 2,5 cm. La cubierta por los cuatro costados estará separada 0,5 cm de la base de fijación del conjunto de la regleta, de forma que permita fácilmente el peinado de todos los conductores y pasar por debajo de dicha cubierta.</p> <p>Las bornas de la regleta serán seccionables, de paso 10 mm² y fijadas de tal manera que se impida el giro o desplazamiento durante la intervención sobre la misma.</p> <p>La tensión de aislamiento será ≥ 2 KV.</p>		

 EQUIPOS DE MEDIDA	INGIOPSA 10000041223 320 KW 20 KV	1ª Edición 14 de Septiembre de 2015
		Página 5 de 12
<p>2.4 MÓDEM PARA RTC</p> <p>Un módem para red telefónica conmutada punto a punto o línea dedicada. Alimentación: 110÷220 Vca a 50 Hz. Toma de tierra. Seguridad: Aislamiento galvánico en línea RTC, fuente y salida, supresores de transitorios (varistores y descargadores de gas). Programado a 9600 y 10 bits Puerto serie RS232 ó RS 485</p> <p>2.5 MÓDEM GSM</p> <p>Un módem para redes GSM de las siguientes características: Tensión de entrada 110÷220 V. ±20% a 50 Hz protegida por fusible. Conector de antena. Puerto serie RS232 de datos ó RS 485 Indicadores luminosos de funcionamiento. Programado a 9600 y 10 bits</p> <p><u>Nota1:</u> El propietario del equipo deberá de elegir una de las dos opciones de módem, aunque se recomienda que en zonas con frecuentes descargas atmosféricas se instale módem GSM.</p> <p><u>Nota2:</u> En el caso de utilizar modem GSM el propietario deberá asegurarse de que dicho equipo disponga de cobertura en el emplazamiento del armario de medida.</p>		

 <p>EQUIPOS DE MEDIDA</p>	<p>INGIOPSA 10000041223 320 KW 20 KV</p>	<p>1ª Edición 14 de Septiembre de 2015</p> <hr/> <p>Página 6 de 12</p>								
<p>2.6 ARMARIO DE MEDIDA</p> <p>Armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 750x500x300 mm para poder alojar en su interior los elementos de medida (contadores, registradores, regletas, módem, etc.) con placa de montaje de poliéster de 5 mm de espesor y que incluya</p> <ul style="list-style-type: none"> - Una toma de corriente de 220 Vac con protección mediante interruptor automático magnetotérmico de 2 x 10 A. montado sobre carril DIN - Al armario será obligatorio darle tierra mediante borna montada en carril DIN <p>NOTA: En Centros de transformación subterráneos el armario se ubicará en el exterior, debidamente protegido y en un lugar accesible desde la vía pública.</p> <p>2.7 TRANSFORMADORES DE TENSIÓN</p> <p>Se instalará un juego de tres transformadores de tensión inductivos <u>en la posición de línea</u>, con un secundario exclusivo para la medida de $110:\sqrt{3}$ V., de clase 0,5 y 25 VA, otro para protección de fenómenos de ferresonancia de $110/3$ V., de clase 3P y 50 VA, que deberá ser conectado en triángulo abierto a una resistencia de 50Ω 2 A.</p> <p>Además podrá llevar otros secundarios dedicados a otros fines.</p> <p>Los transformadores deberán fabricarse para trabajar a baja inducción y dispondrán de válvula antiexplosión.</p> <p>Características comunes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tensión secundaria: $110:\sqrt{3}$ V. <p>Características dependientes de la tensión nominal de la red:</p> <p>Los valores de: Tensión más elevada para el material (Um); Tensión soportada a frecuencia industrial (Uf); Tensión soportada a impulso tipo rayo (Ui) y Tensión primaria del transformador (Up), serán las que se indican a continuación:</p> <table border="0"> <tr> <td>Um (Kv.)</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Uf (Kv.)</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Ui (Kv.)</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td>Up (V)</td> <td>$22.000:\sqrt{3}/110:\sqrt{3}$</td> </tr> </table>			Um (Kv.)	24	Uf (Kv.)	50	Ui (Kv.)	125	Up (V)	$22.000:\sqrt{3}/110:\sqrt{3}$
Um (Kv.)	24									
Uf (Kv.)	50									
Ui (Kv.)	125									
Up (V)	$22.000:\sqrt{3}/110:\sqrt{3}$									

 EQUIPOS DE MEDIDA	INGIOPSA 10000041223 320 KW 20 KV	1ª Edición 14 de Septiembre de 2016 Página 7 de 12										
<p>Los transformadores deberán disponer de la verificación en origen.</p> <p>2.8 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD</p> <p>Se instalará un juego de tres transformadores de intensidad, con un secundario exclusivo para medida y podrá llevar otros secundarios dedicados a otros fines. La clase de precisión del secundario utilizado en la medida será 0,5s</p> <p>Características comunes:</p> <ul style="list-style-type: none">- Intensidad secundaria 5 A.- Potencia 10 VA.- Factor de seguridad ≤ 5- Gama extendida 150% <p>Características dependientes de la tensión nominal de la red:</p> <p>Los valores de: Tensión más elevada para el material (U_m); Tensión soportada a frecuencia industrial (U_f); Tensión soportada a impulso tipo rayo (U_i); Intensidad térmica de cortocircuito (I_{ter}) y la Intensidad dinámica de cortocircuito (I_{din}) serán las indicadas a continuación:</p> <table data-bbox="459 1227 655 1420"><tr><td>U_m (Kv.)</td><td>24</td></tr><tr><td>U_f (Kv.)</td><td>50</td></tr><tr><td>U_i (Kv.)</td><td>125</td></tr><tr><td>I_{ter} (KA.)</td><td>5</td></tr><tr><td>I_{din} (KA.)</td><td>12,5</td></tr></table> <p><i>La intensidad primaria de los transformadores de medida será tal, que la potencia demandada/generada esté comprendida entre el 45% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión del transformador.</i></p> <p>Los transformadores de intensidad serán de doble relación primaria. Para el caso que nos ocupa serán de 10-20/5, conectados en la relación de 10/5 A.</p> <p>Los transformadores deberán disponer de la verificación en origen.</p>			U_m (Kv.)	24	U_f (Kv.)	50	U_i (Kv.)	125	I_{ter} (KA.)	5	I_{din} (KA.)	12,5
U_m (Kv.)	24											
U_f (Kv.)	50											
U_i (Kv.)	125											
I_{ter} (KA.)	5											
I_{din} (KA.)	12,5											

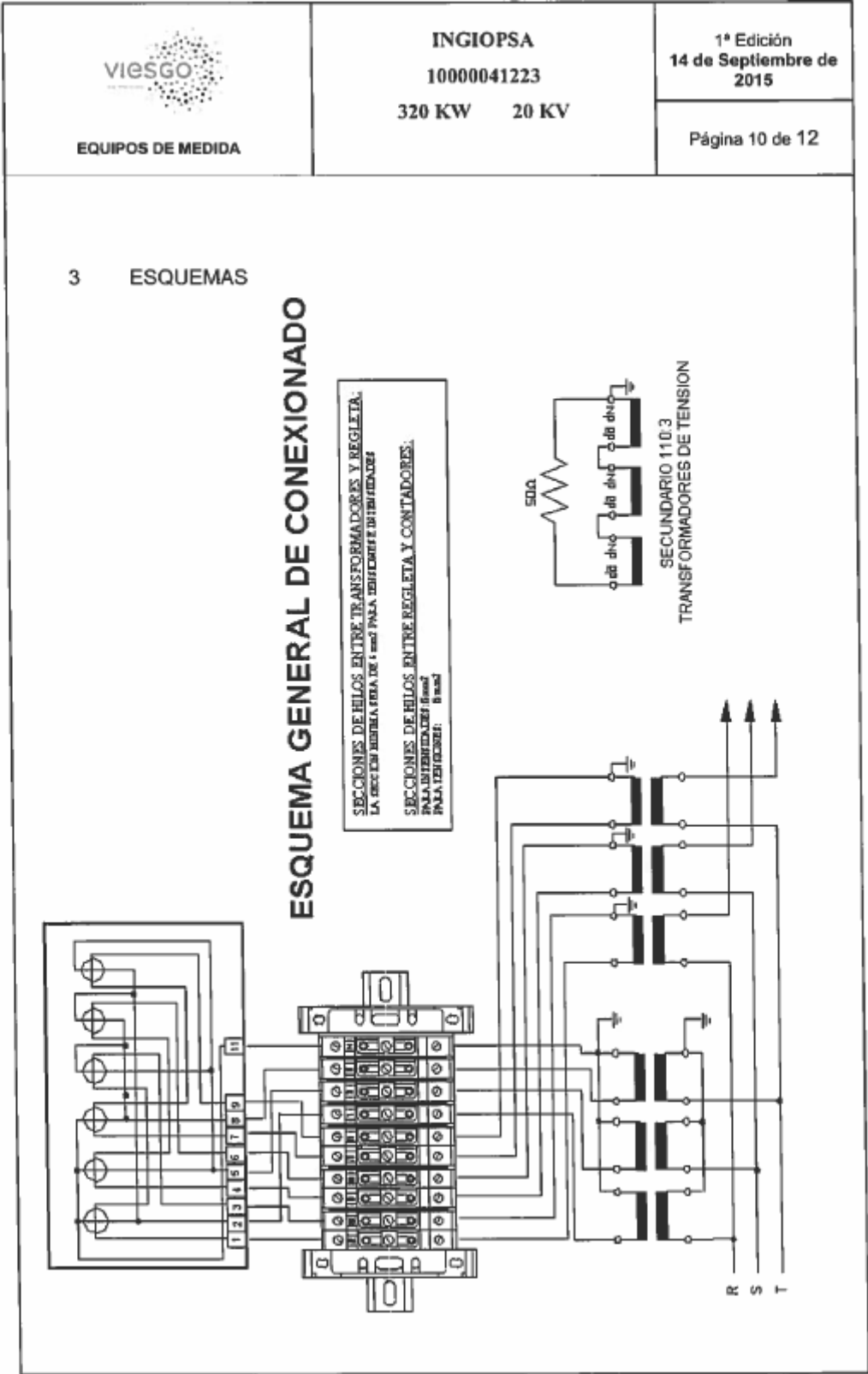
 EQUIPOS DE MEDIDA	INGIOPSA 10000041223 320 KW 20 KV	1ª Edición 14 de Septiembre de 2015
		Página 8 de 12
<p>2.9 PRECINTADO Y PLACA DE CARACTERÍSTICAS DE LOS TIs Y TTs</p> <p>El compartimento que contenga tanto los TIs como los TTs, deberá poderse cerrar y precintar.</p> <p>La placa de características de los TIs y TTs estarán incorporadas en el cuerpo del transformador y nunca en elementos separables como puede ser la base.</p> <p>2.10 CABLEADOS</p> <p>Los circuitos de tensión e intensidad se realizarán mediante cables apantallados, colocando la pantalla a tierra en uno de sus extremos, de tensión de aislamiento 750 V. La cubierta será de material termoestable termoplástico, no propagador de la llama ni de incendio, de baja emisión de humos y libre de halógenos.</p> <p>Los conductores de otras funciones (correspondientes a otros secundarios) irán en otras canalizaciones o mangueras independientes de las de medida.</p> <p>El conexionado se realizará con terminales preaislados apropiados a los bornes de los transformadores de medida (de anilla), bloque de pruebas (de punta hueca corta) y contadores (de punta hueca larga, de manera que abarque los dos tornillos de la caja de bornes).</p> <p>El cableado de interconexión entre los transformadores de tensión y el contador tendrán la sección suficiente para garantizar una caída de tensión inferior al 1 por mil y en ningún caso inferior a 6 mm².</p>		

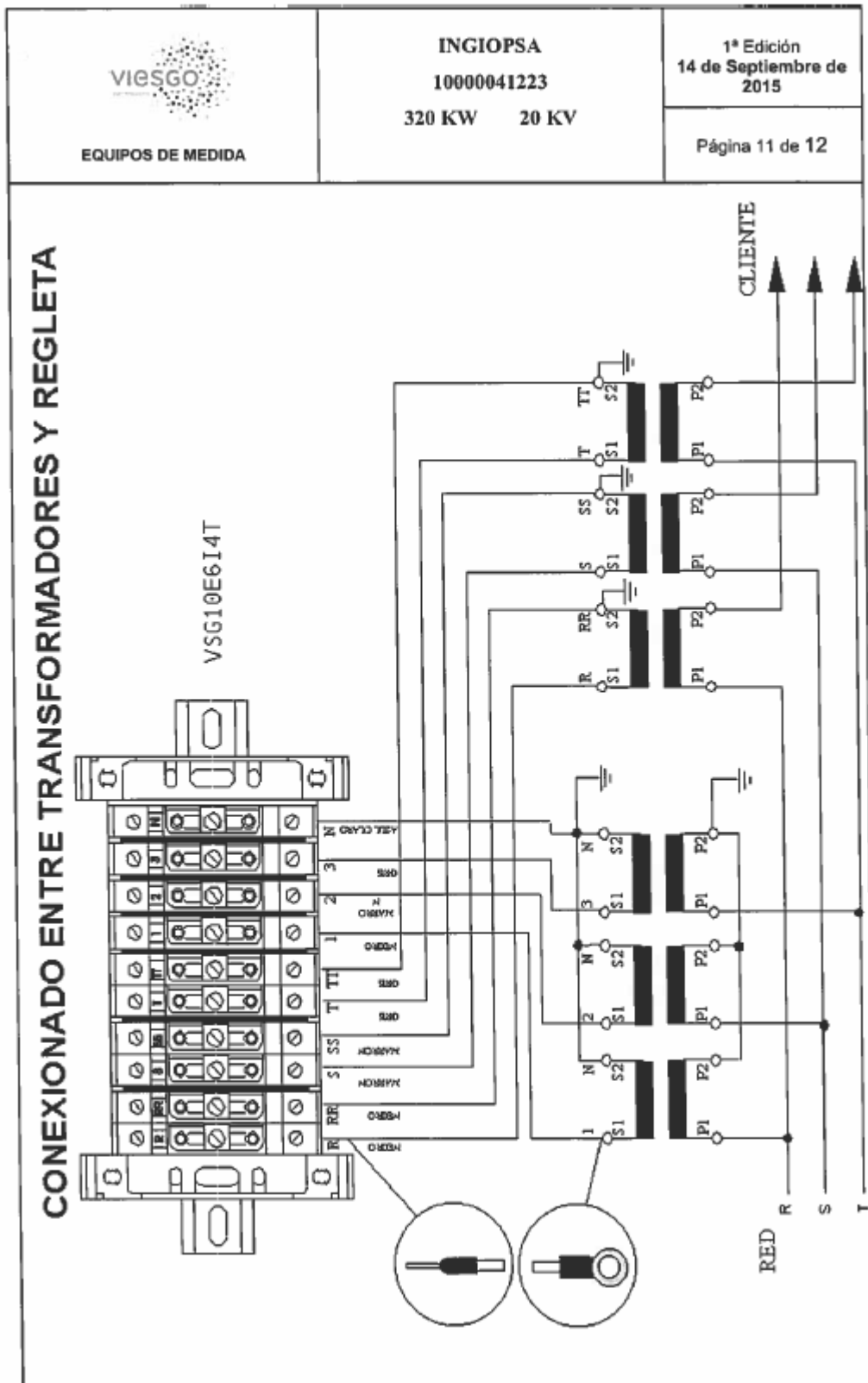
 EQUIPOS DE MEDIDA	INGIOPSA 10000041223 320 KW 20 KV			1ª Edición 14 de Septiembre de 2015
				Página 9 de 12

	Identificación Transformador	Identificación Regleta	Identificación Contador	Color
Fase R	1	1	1	Negro
Fase S	2	2	2	Marrón
Fase T	3	3	3	Gris
Neutro	N	N	N	Azul claro
Tierra				Amarillo/verd

El cableado de interconexión entre los transformadores de intensidad y el contador será tal, que la carga máxima del cable será inferior a 4 VA., y su sección nunca será inferior a 6 mm².

	Identificación Transformador	Identificación Regleta	Identificación Contador	Color
Fase R (S1)	R	R	R	Negro
Fase R (S2)	RR	RR	RR	Negro
Fase S (S1)	S	S	S	Marrón
Fase S (S2)	SS	SS	SS	Marrón
Fase T (S1)	T	T	T	Gris
Fase T (S2)	TT	TT	TT	Gris





6.2.- APÉNDICE E-2: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

CÁLCULOS DE LA SECCIÓN DE LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}j / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}j) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}j / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}j) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos j = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$

$$r = r_{20}[1+a(T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}}-T_0)(I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

r = Resistividad del conductor a la temperatura T.

r₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

$$\text{Cu} = 0.018$$

$$\text{Al} = 0.029$$

a = Coeficiente de temperatura:

$$\text{Cu} = 0.00392$$

$$\text{Al} = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b: intensidad utilizada en el circuito.

Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\theta = P/\sqrt{P^2 + Q^2}.$$

$$\operatorname{tg}\theta = Q/P.$$

$$Q_c = P_x(\operatorname{tg}\theta_1 - \operatorname{tg}\theta_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times w; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times w; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

θ_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

θ_2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

w = $2 \times \operatorname{Pixf}$; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); $c \times 1000000$ (μF).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccI} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,

I_{pccI}: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

C_t: Coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

Z_t: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

C_t: Coeficiente de tensión.

U_F: Tensión monofásica en V.

Z_t: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen más la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

R_t: R₁ + R₂ + + R_n (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t: X₁ + X₂ + + X_n (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = L \cdot 1000 \cdot CR / K \cdot S \cdot n \quad (\text{mohm})$$

$$X = X_u \cdot L / n \quad (\text{mohm})$$

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.

L: Longitud de la línea en m.

CR: Coeficiente de resistividad.

K: Conductividad del metal.

S: Sección de la línea en mm².

X_u: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: n° de conductores por fase.

$$* t_{mcc} = C_c \cdot S^2 / I_{pcc}^2$$

Siendo,

t_{mcc}: Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc}.

C_c= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S: Sección de la línea en mm².

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. \text{ fusible} / I_{pccF}^2$$

Siendo,

t_{ficc}: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* L_{max} = 0,8 \cdot U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo,

L_{max}: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

U_F: Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm²)

X_u: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: n° de conductores por fase

C_t= 0,8: Es el coeficiente de tensión.

CR = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.

I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curvas válidas.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 I _n
CURVA C	IMAG = 10 I _n
CURVA D Y MA	IMAG = 20 I _n

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,

s_{max}: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

I_{pcc}: Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: n° de pletinas por fase

Wy: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)
sadm: Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}tcc)$$

Siendo,

I_{pcc}: Intensidad permanente de c.c. (kA)

I_{cccs}: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

tcc: Tiempo de duración del cortocircuito (s)

K_c: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot r / P$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = r / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot r / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2r + L_p/r + P/0,8r)$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c: Longitud total del conductor (m)

L_p: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

3.10.- Líneas de potencia del Cuadro General de Distribución

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

CCM1	96430 W
CCM2	74250 W
CCM3	359150 W
CCM4	85200 W
C.S.G.	115000 W
TOTAL....	730030 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 730030

- Potencia Máxima Admisible (W): 773164.81

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 730030 W.

- Potencia de cálculo:

730030 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=730030/1,732 \times 400 \times 0.8=1317.17$ A.

Se eligen conductores Unipolares 4(4x185+TTx95)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1472 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 400x100 mm. Sección útil: 34345 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 80.04

$e(\text{parcial})=10 \times 730030 / 44.97 \times 400 \times 4 \times 185=0.55$ V.=0.14 %

$e(\text{total})=0.21\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 1600 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1395 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CCM1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 105 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 96430 W.

- Potencia de cálculo: 96430 W.

$I=96430/1,732 \times 400 \times 0.8=173.99$ A.

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 185 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 84.22

$e(\text{parcial})=105 \times 96430 / 44.38 \times 400 \times 70 = 8.15 \text{ V.} = 2.04 \%$

$e(\text{total})=2.24\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 179 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CCM2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 105 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Potencia a instalar: 74250 W.

- Potencia de cálculo: 74250 W.

$I=74250/1,732 \times 400 \times 0.8 = 133.97 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 145 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 82.68

$e(\text{parcial})=105 \times 74250 / 44.6 \times 400 \times 50 = 8.74 \text{ V.} = 2.19 \%$

$e(\text{total})=2.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 139 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CCM3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 105 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Potencia a instalar: 359150 W.

- Potencia de cálculo: 359150 W.

$I=359150/1,732 \times 400 \times 0.8 = 648 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2(4x185+TTx95)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 682 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 230x60 mm. Sección útil: 9930 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 85.14

$e(\text{parcial})=105 \times 359150 / 44.26 \times 400 \times 2 \times 185 = 5.76 \text{ V.} = 1.44 \%$

$e(\text{total})=1.65\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 800 A. Térmico reg. Int.Reg.: 665 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CCM4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 105 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 85200 W.
- Potencia de cálculo: 85200 W.

$$I=85200/1,732 \times 400 \times 0.8=153.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 185 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.52

$$e(\text{parcial})=105 \times 85200 / 45.77 \times 400 \times 70=6.98 \text{ V.}=1.75 \%$$

$$e(\text{total})=1.95\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 160 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: C.S.G.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canál.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 105 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 115000 W.
- Potencia de cálculo: 115000 W.

$$I=115000/1,732 \times 400 \times 0.8=207.49 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 224 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x40 mm. Sección útil: 2780 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 82.9

$$e(\text{parcial})=105 \times 115000 / 44.57 \times 400 \times 95=7.13 \text{ V.}=1.78 \%$$

$$e(\text{total})=1.99\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 216 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Batería de Condensadores

En el cálculo de la potencia reactiva a compensar, para que la instalación en estudio presente el factor de potencia deseado, se parte de los siguientes datos:

Suministro: Trifásico.
Tensión Compuesta: 400 V.
Potencia activa: 730030 W.
CosØ actual: 0.8.
CosØ a conseguir: 1.
Conexión de condensadores: en Triángulo.

Los resultados obtenidos son:

Potencia Reactiva a compensar (kVAr): 547.52
Gama de Regulación: (1:2:4)
Potencia de Escalón (kVAr): 78.22
Capacidad Condensadores (µF): 518.69

La secuencia que debe realizar el regulador de reactiva para dar señal a las diferentes salidas es:

Gama de regulación; 1:2:4 (tres salidas).

1. Primera salida.
 2. Segunda salida.
 3. Primera y segunda salida.
 4. Tercera salida.
 5. Tercera y primera salida.
 6. Tercera y segunda salida.
 7. Tercera, primera y segunda salida.
- Obteniéndose así los siete escalones de igual potencia.

Se recomienda utilizar escalones múltiplos de 5 kVAr.

Cálculo de la Línea: Batería Condensadores

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip. o Mult. Bandeja no Perfor
- Longitud: 10 m; X_u (mW/m): 0;
- Potencia reactiva: 547522.44 VAr.

$$I = C_{Re} \times Q_c / (1.732 \times U) = 1.5 \times 547522.46 / (1.732 \times 400) = 1185.46 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3(3x240+TTx120)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1305 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm. Sección útil: 14930 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 81.26

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 547522.46 / (44.8 \times 400 \times 3 \times 240) = 0.42 \text{ V.} = 0.11 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.31\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 1250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1245 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 800
- Ancho (mm): 80
- Espesor (mm): 10
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³,cm⁴) : 10.66, 42.6, 1.333, 0.666
- I. admisible del embarrado (A): 1400

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 11.65^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 1.333 \cdot 1) = 106.062 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 1317.17 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 1400 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 11.65 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 800 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 185.54 \text{ kA}$$

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
LINEA GENERAL ALIMENT.	730030	5	4(4x185+TTx95)Cu	1317.17	1364	0.07	0.07	4(180)
DERIVACION IND.	730030	10	4(4x185+TTx95)Cu	1317.17	1472	0.14	0.21	400x100
CCM1	96430	105	4x70+TTx35Cu	173.99	185	2.04	2.24	63
CCM2	74250	105	4x50+TTx25Cu	133.97	145	2.19	2.39	63
CCM3	359150	105	2(4x185+TTx95)Cu	648	682	1.44	1.65	230x60
CCM4	85200	105	4x70+TTx35Cu	153.72	185	1.75	1.95	63
C.S.G.	115000	105	4x95+TTx50Cu	207.49	224	1.78	1.99	110x40
Bateria Condensadores	730030	10	3(3x240+TTx120)Cu	1185.46	1305	0.11	0.31	300x60

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{fcc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
LINEA GENERAL ALIMENT.	5	4(4x185+TTx95)Cu	12	15	5924.51	319.03			
DERIVACION IND.	10	4(4x185+TTx95)Cu	11.9	15	5825.05	330.02			1600

CCM1	105	4x70+TTx35Cu	11.7	15	1955.32	26.21	250;B
CCM2	105	4x50+TTx25Cu	11.7	15	1538.02	21.61	160;B
CCM3	105	2(4x185+TTx95)Cu	11.7	15	4277.46	153	800;B
CCM4	105	4x70+TTx35Cu	11.7	15	1955.32	26.21	160;B,C
C.S.G.	105	4x95+TTx50Cu	11.7	15	2378.18	32.63	250;B
Bateria Condensadores	10	3(3x240+TTx120)Cu	11.7	15	5725.93	323.33	1250

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo 35 mm² 30 m.

M. conductor de Acero galvanizado 95 mm²

Picas verticales de Cobre 14 mm

de Acero recubierto Cu 14 mm 1 picas de 2m.

de Acero galvanizado 25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17.65 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

LÍNEAS DE POTENCIA DEL CCM PRETRATAMIENTO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha(T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}}-T_0)(I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45

I_n como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I_n).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\varnothing = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\varnothing = Q/P.$$

$$Q_c = P_x(\operatorname{tg}\varnothing_1 - \operatorname{tg}\varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

\varnothing_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

\varnothing_2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$$\omega = 2 \times \pi \times f; f = 50 \text{ Hz.}$$

C = Capacidad condensadores (F); $c \times 1000000$ (μF).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccI} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,

I_{pccI} : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

Ct: Coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

Zt: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = Ct U_F / 2 Zt$$

Siendo,

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

Ct: Coeficiente de tensión.

U_F: Tensión monofásica en V.

Zt: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Zt = (Rt^2 + Xt^2)^{1/2}$$

Siendo,

Rt: R₁ + R₂ + + R_n (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt: X₁ + X₂ + + X_n (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n \quad (\text{mohm})$$

$$X = X_u \cdot L / n \quad (\text{mohm})$$

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.

L: Longitud de la línea en m.

C_R: Coeficiente de resistividad.

K: Conductividad del metal.

S: Sección de la línea en mm².

X_u: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: n° de conductores por fase.

$$* t_{mcicc} = Cc \cdot S^2 / I_{pccF}^2$$

Siendo,

t_{mcicc}: Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc}.

Cc= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S: Sección de la línea en mm².

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. \text{ fusible} / I_{pccF}^2$$

Siendo,

t_{ficc}: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* L_{max} = 0,8 U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo,

L_{max}: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

U_F: Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm²)

X_u: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: n° de conductores por fase

C_t= 0,8: Es el coeficiente de tensión.

C_R = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.

I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curvas válidas.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D Y MA	IMAG = 20 In

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,

σ_{\max} : Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: nº de pletinas por fase

W_y : Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)

σ_{adm} : Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}})$$

Siendo,

I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)

I_{cccs} : Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

t_{cc} : Tiempo de duración del cortocircuito (s)

K_c : Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c: Longitud total del conductor (m)

L_p: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Agitador cám. rece	3000 W
Válv. Reguladora	250 W
Reja vac. camiones	300 W
Bomb. vac. fosa 1	2200 W
Bomb. vac. fosa 2	2200 W
Compuerta desb. 1	500 W
Compuerta desb. 2	500 W
Compuerta desb. 3	500 W
Compuerta desb. 4	500 W
Compuerta desb. 5	500 W
Compuerta desb. 6	500 W
Compuerta desb. 7	500 W
Compuerta desb. 8	500 W
Compuerta desb. 9	500 W
Compuerta desb. 10	500 W
Rejas desbaste 1	1000 W
Rejas desbaste 2	1000 W
Rejas desbaste 3	1000 W
Rejas desbaste 4	1000 W
Tornilo compact.	4000 W
Comp. aisl. des. 1	500 W
Comp. aisl. des. 2	500 W
Comp. aisl. des. 3	500 W
Puente desar. 1	250 W
Puente desar. 2	250 W
Puente desar. 3	250 W
Rasqueta flot. 1	250 W
Rasqueta flot. 2	250 W
Rasqueta flot. 3	250 W
Bomba arenas 1	1000 W
Bomba arenas 2	1000 W
Bomba arenas 3	1000 W
Comp. flotante 1	250 W
Comp. flotante 2	250 W
Concent. arenas	330 W
Concent. grasas	500 W
Soplantes desar. 1	4000 W
Soplantes desar. 2	4000 W
Soplantes desar. 3	4000 W
Soplantes desar. 4	4000 W
Desodorización	15000 W

Compuerta F-Q	500 W
Comp. tanque alivi	500 W
Comp. By-pass	500 W
Desodorizac. edif.	15000 W
Puente grúa pret.	4000 W
Instrumentación	500 W
Electroválvula 1	50 W
Electroválvula 2	50 W
Electroválvula 3	50 W
Toma Cetac	5000 W
Toma Schuko 1	1500 W
Toma Schuko 2	1500 W
Alimentación SAI	8000 W
TOTAL....	96430 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 96430
- Potencia Máxima Admisible (W): 102534.4

Cálculo de la ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 96430 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $15000 \times 1.25 + 83555 = 102305$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 102305 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 184.59 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x150/95mm²Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al

I.ad. a 25°C (Fc=1) 230 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 180 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.87

$$e(\text{parcial}) = 6 \times 102305 / 29 \times 400 \times 150 = 0.35 \text{ V.} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.09\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$$

Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 96430 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $15000 \times 1.25 + 83555 = 102305$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 102305 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 184.59 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 224 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 140 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 73.95

$e(\text{parcial})=10 \times 102305 / 45.86 \times 400 \times 95 = 0.59 \text{ V.} = 0.15 \%$
 $e(\text{total})=0.15\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 200 A.

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 96430 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $15000 \times 1.25 + 83555 = 102305 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 102305 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 184.59 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 185 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x60 mm. Sección útil: 4780 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 89.78

$e(\text{parcial})=10 \times 102305 / 43.62 \times 400 \times 70 = 0.84 \text{ V.} = 0.21 \%$
 $e(\text{total})=0.36\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 185 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Agitador cám. rece

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 100 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $3000 \times 1.25 = 3750 \text{ W.}$

$I = 3750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 6.77 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.39

$e(\text{parcial})=100 \times 3750 / 50.89 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 7.37 \text{ V.} = 1.84 \%$
 $e(\text{total})=2.2\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tripolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. Reguladora

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 100 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 100 \times 312.5 / (51.51 \times 400 \times 2.5) = 0.61 \text{ V.} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 0.63 A. Relé térmico, Reg: 0.5÷0.63 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Rēja vac. camiones

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 100 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $300 \times 1.25 = 375$ W.

$$I = 375 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 0.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial}) = 100 \times 375 / (51.51 \times 400 \times 2.5) = 0.73 \text{ V.} = 0.18 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Bomb. vac. fosa 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 95 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2200 \times 1.25 = 2750$ W.

$$I = 2750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.82

$e(\text{parcial}) = 95 \times 2750 / 51.18 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 5.1 \text{ V.} = 1.28 \%$

$e(\text{total}) = 1.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Bomb. vac. fosa 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 95 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2200 \times 1.25 = 2750$ W.

$$I = 2750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.82

$e(\text{parcial}) = 95 \times 2750 / 51.18 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 5.1 \text{ V.} = 1.28 \%$

$e(\text{total}) = 1.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Compuerta desb. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 90 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625$ W.

$$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.09

$$e(\text{parcial}) = 90 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.09 \text{ V.} = 0.27 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Compuerta desb. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 90 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625$ W.

$$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.09

$$e(\text{parcial}) = 90 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.09 \text{ V.} = 0.27 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Compuerta desb. 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 90 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W}$.

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.09

$e(\text{parcial}) = 90 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.09 \text{ V} = 0.27 \%$

$e(\text{total}) = 0.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Compuerta desb. 4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 90 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$500 \times 1.25 = 625 \text{ W}$.

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.09

$e(\text{parcial}) = 90 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.09 \text{ V} = 0.27 \%$

$e(\text{total}) = 0.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Compuerta desb. 5

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 90 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$500 \times 1.25 = 625 \text{ W}$.

$$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$$e(\text{parcial})=90 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.09 \text{ V.} = 0.27 \%$$

$$e(\text{total})=0.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Compuerta desb. 6

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 90 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$$

$$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$$e(\text{parcial})=90 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.09 \text{ V.} = 0.27 \%$$

$$e(\text{total})=0.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Compuerta desb. 7

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 90 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$$

$$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

e(parcial)=90x625/51.5x400x2.5x1=1.09 V.=0.27 %

e(total)=0.63% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Compuerta desb. 8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 90 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
500x1.25=625 W.

I=625/1,732x400x0.8x1=1.13 A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

e(parcial)=90x625/51.5x400x2.5x1=1.09 V.=0.27 %

e(total)=0.63% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Compuerta desb. 9

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 90 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
500x1.25=625 W.

I=625/1,732x400x0.8x1=1.13 A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.09
 $e(\text{parcial})=90 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.09 \text{ V.} = 0.27 \%$
 $e(\text{total})=0.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Compuerta desb. 10

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 90 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
500x1.25=625 W.

$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.09
 $e(\text{parcial})=90 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.09 \text{ V.} = 0.27 \%$
 $e(\text{total})=0.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Rejas desbaste 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 95 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
1000x1.25=1250 W.

$I=1250/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 2.26 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$e(\text{parcial})=95 \times 1250 / 51.45 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 2.31 \text{ V.} = 0.58 \%$

$e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Rejas desbaste 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 95 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1000 \times 1.25 = 1250 \text{ W.}$$

$$I = 1250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 2.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$e(\text{parcial})=95 \times 1250 / 51.45 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 2.31 \text{ V.} = 0.58 \%$

$e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Rejas desbaste 3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 95 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1000 \times 1.25 = 1250 \text{ W.}$$

$$I = 1250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 2.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$e(\text{parcial})=95 \times 1250 / 51.45 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 2.31 \text{ V.} = 0.58 \%$

$e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Rejas desbaste 4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 95 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1000 \times 1.25 = 1250 \text{ W.}$$

$I = 1250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 2.26 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$e(\text{parcial})=95 \times 1250 / 51.45 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 2.31 \text{ V.} = 0.58 \%$

$e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Tornilo compact.

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 95 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$$

$I = 5000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.02

$e(\text{parcial})=95 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 9.42 \text{ V.} = 2.36 \%$
 $e(\text{total})=2.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. aisl. des. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=110 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.33 \text{ V.} = 0.33 \%$

$e(\text{total})=0.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. aisl. des. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=110 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.33 \text{ V.} = 0.33 \%$

$e(\text{total})=0.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. aisl. des. 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625$ W.

$$I = 625 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$$e(\text{parcial}) = 110 \times 625 / (51.5 \times 400 \times 2.5) = 1.33 \text{ V.} = 0.33 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Puente desar. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 110 \times 312.5 / (51.5 \times 400 \times 2.5) = 0.67 \text{ V.} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.52\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Puente desar. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 110 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.67 \text{ V.} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.52\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Puente desar. 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 110 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.67 \text{ V.} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.52\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Rasqueta flot. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 110 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.67 \text{ V.} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.52\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Rasqueta flot. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 110 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.67 \text{ V.} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.52\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Rasqueta flot. 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 110 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.67 \text{ V.} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.52\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Bomba arenas 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1000 \times 1.25 = 1250$ W.

$$I = 1250 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 2.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$$e(\text{parcial}) = 115 \times 1250 / 51.45 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 2.79 \text{ V.} = 0.7 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.05\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Bomba arenas 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1000 \times 1.25 = 1250$ W.

$$I = 1250 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 2.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$$e(\text{parcial}) = 115 \times 1250 / (51.45 \times 400 \times 2.5) = 2.79 \text{ V.} = 0.7 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.05\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Bomba arenas 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1000 \times 1.25 = 1250$ W.

$$I = 1250 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 2.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$$e(\text{parcial}) = 115 \times 1250 / (51.45 \times 400 \times 2.5) = 2.79 \text{ V.} = 0.7 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.05\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. flotante 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 120 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.73 \text{ V.} = 0.18 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. flotante 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 120 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.73 \text{ V.} = 0.18 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Concent. arenas

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 90 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $330 \times 1.25 = 412.5$ W.

$$I = 412.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = 90 \times 412.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.72 \text{ V.} = 0.18 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Concent. grasas

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 100 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625$ W.

$$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$$e(\text{parcial}) = 100 \times 625 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.21 \text{ V.} = 0.3 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.66\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Soplantes desar. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 100 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W}$.

$I = 5000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 46.02

$e(\text{parcial}) = 100 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 9.92 \text{ V} = 2.48 \%$

$e(\text{total}) = 2.84\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Soplantes desar. 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 100 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$; $R: 1$

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W}$.

$I = 5000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 46.02

$e(\text{parcial}) = 100 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 9.92 \text{ V} = 2.48 \%$

$e(\text{total}) = 2.84\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Soplantes desar. 3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 100 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$; $R: 1$

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W}$.

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=9.02$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 46.02

$e(\text{parcial})=100 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 \times 1=9.92$ V.=2.48 %

$e(\text{total})=2.84\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Soplañtes desar. 4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 100 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$4000 \times 1.25=5000$ W.

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=9.02$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 46.02

$e(\text{parcial})=100 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 \times 1=9.92$ V.=2.48 %

$e(\text{total})=2.84\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Desodorización

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 15000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$15000 \times 1.25=18750$ W.

$I=18750/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=33.83$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.56

$e(\text{parcial})=130 \times 18750 / 46.52 \times 400 \times 6 \times 1 = 21.83 \text{ V.} = 5.46 \%$

$e(\text{total})=5.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 40 A.

Cálculo de la Línea: Compuerta F-Q

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$$

$$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=140 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.7 \text{ V.} = 0.42 \%$

$e(\text{total})=0.78\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: 1.28÷1.6 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Comp. tanque alivi

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$$

$$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=140 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.7 \text{ V.} = 0.42 \%$

$e(\text{total})=0.78\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. By-pass

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=130 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.58 \text{ V.} = 0.39 \%$

$e(\text{total})=0.75\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Desodorizac. edif.

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 15000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$15000 \times 1.25 = 18750 \text{ W.}$

$I = 18750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 33.83 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.56

$e(\text{parcial})=130 \times 18750 / 46.52 \times 400 \times 6 \times 1 = 21.83 \text{ V.} = 5.46 \%$

$e(\text{total})=5.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 40 A.

Cálculo de la Línea: Punte grúa pret.

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 150 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$

$I = 5000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.02

$e(\text{parcial})=150 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 14.88 \text{ V.} = 3.72 \%$

$e(\text{total})=4.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia aparente: 0.5 kVA.

- Índice carga c: 0.9.

$I = C_t \times S_t \times 1000 / U = 1.25 \times 0.5 \times 1000 / 230 = 2.72 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.84

$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 500 / 51.36 \times 230 \times 1.5 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=0.38\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO

Instrumentación

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Instrumentación 1	30 W
Instrumentación 2	30 W
Instrumentación 3	30 W
Instrumentación 4	30 W
Instrumentación 5	30 W
Instrumentación 6	30 W
Instrumentación 7	30 W
Instrumentación 8	30 W
Instrumentación 9	30 W
Instrumentación 10	30 W
Instrumentación R1	30 W
Instrumentación R2	30 W
TOTAL....	360 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 360

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 360 W.
- Potencia de cálculo:
360 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=360/230 \times 0.8=1.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 360 / 51.47 \times 230 \times 2.5=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 75 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.15 \text{ V.}=0.07 \%$$

$$e(\text{total})=0.07\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 75 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.15 \text{ V.}=0.07 \%$$

$$e(\text{total})=0.07\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 75 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.15 \text{ V.} = 0.07 \%$
 $e(\text{total})=0.07\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 75 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.15 \text{ V.} = 0.07 \%$

$e(\text{total})=0.07\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 75 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.15 \text{ V.} = 0.07 \%$

$e(\text{total})=0.07\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 75 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.

- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.15 \text{ V.}=0.07 \%$$

$$e(\text{total})=0.07\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 7

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 75 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 30 W.

- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.15 \text{ V.}=0.07 \%$$

$$e(\text{total})=0.07\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 8

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 75 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 30 W.

- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.15 \text{ V.}=0.07 \%$$

$e(\text{total})=0.07\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 9

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 75 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$I=30/230 \times 0.8=0.16$ A.

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.15$ V.=0.07 %

$e(\text{total})=0.07\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 10

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 75 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$I=30/230 \times 0.8=0.16$ A.

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.15$ V.=0.07 %

$e(\text{total})=0.07\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación R1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 75 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.15 \text{ V.}=0.07 \%$$

$$e(\text{total})=0.07\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación R2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 75 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 30 W.

- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.15 \text{ V.}=0.07 \%$$

$$e(\text{total})=0.07\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 140 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 50 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$50 \times 1.25=62.5 \text{ W.}$$

$$I=62.5/230 \times 0.8 \times 1=0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1=0.59 \text{ V.}=0.26 \%$$

$e(\text{total})=0.61\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5 \text{ W}$.

$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A}$.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.01

$e(\text{parcial}) = 2 \times 140 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.59 \text{ V} = 0.26 \%$
 $e(\text{total}) = 0.61\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5 \text{ W}$.

$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A}$.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.01

$e(\text{parcial}) = 2 \times 140 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.59 \text{ V} = 0.26 \%$
 $e(\text{total}) = 0.61\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Toma Cetac

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.02

$$e(\text{parcial})=140 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5=13.89 \text{ V.}=3.47 \%$$

$$e(\text{total})=3.83\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Toma Schuko 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I=1500/230 \times 0.8=8.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.3

$$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 1500 / 51.09 \times 230 \times 4=8.94 \text{ V.}=3.89 \%$$

$$e(\text{total})=4.24\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Toma Schuko 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I=1500/230 \times 0.8=8.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.3

$$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 1500 / 51.09 \times 230 \times 4 = 8.94 \text{ V.} = 3.89 \%$$

$$e(\text{total})=4.24\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alimentación SAI

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 5 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia aparente: 10 kVA.
- Índice carga c: 0.062.

$$I= Cs \times Ss \times 1000 / (1.732 \times U) = 1.25 \times 10 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.08

$$e(\text{parcial})=5 \times 10000 / 47.37 \times 400 \times 2.5 = 1.06 \text{ V.} = 0.26 \%$$

$$e(\text{total})=0.62\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

SISTEMA ALIMENTACION ININTERRUMPIDA **Alimentación SAI**

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

PLC	500 W
TOTAL....	500 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 500

Cálculo de la Línea: PLC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 0.8=2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.44

$$e(\text{parcial})=2 \times 3 \times 500 / 51.43 \times 230 \times 2.5=0.1 \text{ V.}=0.04 \%$$

$$e(\text{total})=0.66\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Unipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 100
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 0.333, 0.333, 0.083, 0.0208
- I. admisible del embarrado (A): 290

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 9.04^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.083 \cdot 1) = 1024.514 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 184.59 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 290 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 9.04 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 100 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 23.19 \text{ kA}$$

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ACOMETIDA	102305	6	3x150/95Al	184.59	230	0.09	0.09	180
LINEA GENERAL ALIMENT.	102305	10	4x95+TTx50Cu	184.59	224	0.15	0.15	140
DERIVACION IND.	102305	10	4x70+TTx35Cu	184.59	185	0.21	0.36	110x60
Agitador cám. rece	3750	100	4x2.5+TTx2.5Cu	6.77	26	1.84	2.2	75x60
Válv. Reguladora	312.5	100	3x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.15	0.51	75x60
Reja vac. camiones	375	100	4x2.5+TTx2.5Cu	0.68	26	0.18	0.54	75x60
Bomb. vac. fosa 1	2750	95	4x2.5+TTx2.5Cu	4.96	26	1.28	1.63	75x60
Bomb. vac. fosa 2	2750	95	4x2.5+TTx2.5Cu	4.96	26	1.28	1.63	75x60
Compuerta desb. 1	625	90	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.27	0.63	75x60
Compuerta desb. 2	625	90	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.27	0.63	75x60
Compuerta desb. 3	625	90	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.27	0.63	75x60
Compuerta desb. 4	625	90	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.27	0.63	75x60
Compuerta desb. 5	625	90	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.27	0.63	75x60
Compuerta desb. 6	625	90	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.27	0.63	75x60
Compuerta desb. 7	625	90	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.27	0.63	75x60
Compuerta desb. 8	625	90	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.27	0.63	75x60
Compuerta desb. 9	625	90	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.27	0.63	75x60
Compuerta desb. 10	625	90	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.27	0.63	75x60
Rejas desbaste 1	1250	95	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	26	0.58	0.93	75x60
Rejas desbaste 2	1250	95	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	26	0.58	0.93	75x60
Rejas desbaste 3	1250	95	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	26	0.58	0.93	75x60
Rejas desbaste 4	1250	95	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	26	0.58	0.93	75x60
Tornilo compact.	5000	95	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	2.36	2.71	75x60
Comp. aisl. des. 1	625	110	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.33	0.69	75x60
Comp. aisl. des. 2	625	110	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.33	0.69	75x60
Comp. aisl. des. 3	625	110	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.33	0.69	75x60
Puente desar. 1	312.5	110	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.52	75x60
Puente desar. 2	312.5	110	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.52	75x60
Puente desar. 3	312.5	110	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.52	75x60
Rasqueta flot. 1	312.5	110	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.52	75x60
Rasqueta flot. 2	312.5	110	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.52	75x60
Rasqueta flot. 3	312.5	110	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.52	75x60
Bomba arenas 1	1250	115	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	26	0.7	1.05	75x60
Bomba arenas 2	1250	115	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	26	0.7	1.05	75x60
Bomba arenas 3	1250	115	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	26	0.7	1.05	75x60
Comp. flotante 1	312.5	120	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.18	0.54	75x60
Comp. flotante 2	312.5	120	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.18	0.54	75x60
Concent. arenas	412.5	90	4x2.5+TTx2.5Cu	0.74	26	0.18	0.54	75x60
Concent. grasas	625	100	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.3	0.66	75x60
Soplantes desar. 1	5000	100	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	2.48	2.84	75x60
Soplantes desar. 2	5000	100	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	2.48	2.84	75x60
Soplantes desar. 3	5000	100	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	2.48	2.84	75x60
Soplantes desar. 4	5000	100	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	2.48	2.84	75x60
Desodorización	18750	130	4x6+TTx6Cu	33.83	44	5.46	5.81	75x60
Compuerta F-Q	625	140	3x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.42	0.78	75x60
Comp. tanque alivi	625	140	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.42	0.78	75x60
Comp. By-pass	625	130	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.39	0.75	75x60
Desodorizac. edif.	18750	130	4x6+TTx6Cu	33.83	44	5.46	5.81	75x60
Puente grúa pret.	5000	150	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	3.72	4.08	75x60
Instrumentación	625	1	2x1.5Cu	2.72	21	0.02	0.38	
	360	0.3	2x2.5Cu	1.96	29	0	0	75x60
Instrumentación 1	30	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.07	0.07	75x60
Instrumentación 2	30	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.07	0.07	75x60
Instrumentación 3	30	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.07	0.07	75x60
Instrumentación 4	30	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.07	0.07	75x60
Instrumentación 5	30	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.07	0.07	75x60
Instrumentación 6	30	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.07	0.07	75x60
Instrumentación 7	30	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.07	0.07	75x60

Anteproyecto de saneamiento y
EDAR de Tapia de Casariego
Fase 1 (Asturias)

Instrumentación 8	30	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.07	0.07	75x60
Instrumentación 9	30	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.07	0.07	75x60
Instrumentación 10	30	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.07	0.07	75x60
Instrumentación R1	30	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.07	0.07	75x60
Instrumentación R2	30	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.07	0.07	75x60
Electroválvula 1	62.5	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.26	0.61	75x60
Electroválvula 2	62.5	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.26	0.61	75x60
Electroválvula 3	62.5	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.26	0.61	75x60
Toma Cetac	5000	140	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	3.47	3.83	75x60
Toma Schuko 1	1500	140	2x4+TTx4Cu	8.15	38	3.89	4.24	75x60
Toma Schuko 2	1500	140	2x4+TTx4Cu	8.15	38	3.89	4.24	75x60
Alimentación SAI	10000	5	4x2.5+TTx2.5Cu	18.04	26	0.26	0.62	75x60
PLC	500	3	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	29	0.04	0.66	75x60

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
LINEA GENERAL ALIMENT.	10	4x95+TTx50Cu	12	50	5263.37	6.66	0.305	250.99	200
DERIVACION IND.	10	4x70+TTx35Cu	10.57	15	4517.56	4.91			250;B,C
Agitador cám. rece	100	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	104.96	11.6			16;B
Válv. Reguladora	100	3x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	104.96	11.6			0.63;B,C,D
Reja vac. camiones	100	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	104.96	11.6			16;B
Bomb. vac. fosa 1	95	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	110.35	10.49			16;B
Bomb. vac. fosa 2	95	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	110.35	10.49			16;B
Compuerta desb. 1	90	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	116.33	9.44			16;B
Compuerta desb. 2	90	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	116.33	9.44			16;B
Compuerta desb. 3	90	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	116.33	9.44			16;B
Compuerta desb. 4	90	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	116.33	9.44			16;B
Compuerta desb. 5	90	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	116.33	9.44			16;B
Compuerta desb. 6	90	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	116.33	9.44			16;B
Compuerta desb. 7	90	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	116.33	9.44			16;B
Compuerta desb. 8	90	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	116.33	9.44			16;B
Compuerta desb. 9	90	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	116.33	9.44			16;B
Compuerta desb. 10	90	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	116.33	9.44			16;B
Rejas desbaste 1	95	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	110.35	10.49			16;B
Rejas desbaste 2	95	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	110.35	10.49			16;B
Rejas desbaste 3	95	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	110.35	10.49			16;B
Rejas desbaste 4	95	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	110.35	10.49			16;B
Tornilo compact.	95	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	110.35	10.49			16;B
Comp. aisl. des. 1	110	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	95.61	13.98			16;B
Comp. aisl. des. 2	110	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	95.61	13.98			16;B
Comp. aisl. des. 3	110	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	95.61	13.98			16;B
Puente desar. 1	110	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	95.61	13.98			16;B
Puente desar. 2	110	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	95.61	13.98			16;B
Puente desar. 3	110	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	95.61	13.98			16;B
Rasqueta flot. 1	110	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	95.61	13.98			16;B
Rasqueta flot. 2	110	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	95.61	13.98			16;B
Rasqueta flot. 3	110	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	95.61	13.98			16;B
Bomba arenas 1	115	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	91.53	15.25			16;B
Bomba arenas 2	115	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	91.53	15.25			16;B
Bomba arenas 3	115	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	91.53	15.25			16;B
Comp. flotante 1	120	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	87.79	16.58			16;B
Comp. flotante 2	120	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	87.79	16.58			16;B
Concent. arenas	90	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	116.33	9.44			16;B
Concent. grasas	100	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	104.96	11.6			16;B
Soplantes desar. 1	100	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	104.96	11.6			16;B
Soplantes desar. 2	100	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	104.96	11.6			16;B
Soplantes desar. 3	100	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	104.96	11.6			16;B
Soplantes desar. 4	100	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	104.96	11.6			16;B
Desodorización	130	4x6+TTx6Cu	9.07	10	190.2	20.35			40
Compuerta F-Q	140	3x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	75.45	22.45			1.6;B,C,D
Comp. tanque alivi	140	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	75.45	22.45			16
Comp. By-pass	130	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	81.15	19.41			16;B
Desodorizac. edif.	130	4x6+TTx6Cu	9.07	10	190.2	20.35			40
Puente grúa pret.	150	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	70.49	25.72			16
Instrumentación	1	2x1.5Cu	9.07	10	2687.14	0.01			10;B,C,D
	0.3	2x2.5Cu	0.02	4.5	9.18	1516.29			16
Instrumentación 1	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.63	1717.08	544.117	95.41	16
Instrumentación 2	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.63	1717.08	544.117	95.41	16
Instrumentación 3	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.63	1717.08	544.117	95.41	16
Instrumentación 4	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.63	1717.08	544.117	95.41	16
Instrumentación 5	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.63	1717.08	544.117	95.41	16

Anteproyecto de saneamiento y
EDAR de Tapia de Casariego
Fase 1 (Asturias)

Instrumentación 6	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.63	1717.08	544.117	95.41	16
Instrumentación 7	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.63	1717.08	544.117	95.41	16
Instrumentación 8	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.63	1717.08	544.117	95.41	16
Instrumentación 9	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.63	1717.08	544.117	95.41	16
Instrumentación 10	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.63	1717.08	544.117	95.41	16
Instrumentación R1	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.63	1717.08	544.117	95.41	16
Instrumentación R2	75	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.63	1717.08	544.117	95.41	16
Electroválvula 1	140	2x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	75.45	22.45			16
Electroválvula 2	140	2x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	75.45	22.45			16
Electroválvula 3	140	2x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	75.45	22.45			16
Toma Cetac	140	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	75.45	22.45			16
Toma Schuko 1	140	2x4+TTx4Cu	9.07	10	119.57	22.88			16;B
Toma Schuko 2	140	2x4+TTx4Cu	9.07	10	119.57	22.88			16;B
Alimentación SAI	5	4x2.5+TTx2.5Cu	9.07	10	1471	0.06			20;B,C,D
PLC	3	2x2.5+TTx2.5Cu	2.95	4.5	1043.51	0.12			16;B,C,D

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ²	30 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²	
Picas verticales de Cobre	14 mm	
de Acero recubierto Cu	14 mm	1 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm	

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17.65 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

LÍNEAS DE POTENCIA DEL CCM TRATAMIENTO PRIMARIO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en m Ω /m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}}-T_0) (I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^\circ\text{C}$$

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$\text{XLPE, EPR} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{PVC} = 70^\circ\text{C}$$

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b: intensidad utilizada en el circuito.

I_z: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I₂: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I₂ se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45

I_n como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I_n).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\theta = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\theta = Q/P.$$

$$Q_c = P_x(\operatorname{tg}\theta_1 - \operatorname{tg}\theta_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

θ₁ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

θ₂ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

ω = 2πf; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); cx1000000(μF).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccI} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,

I_{pccI}: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

C_t: Coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

Z_t: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

C_t: Coeficiente de tensión.

U_F: Tensión monofásica en V.

Z_t: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

R_t: R₁ + R₂ + + R_n (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t: X₁ + X₂ + + X_n (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n \quad (\text{mohm})$$

$$X = X_u \cdot L / n \quad (\text{mohm})$$

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.
L: Longitud de la línea en m.
 C_R : Coeficiente de resistividad.
K: Conductividad del metal.
S: Sección de la línea en mm².
Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.
n: nº de conductores por fase.

$$* t_{mcc} = C_c \cdot S^2 / I_{pcc} F^2$$

Siendo,
t_{mcc}: Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc}.
C_c= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.
S: Sección de la línea en mm².
I_{pcc}F: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. fusible / I_{pcc} F^2$$

Siendo,
t_{ficc}: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.
I_{pcc}F: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* L_{max} = 0,8 U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (Xu / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo,
L_{max}: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)
U_F: Tensión de fase (V)
K: Conductividad
S: Sección del conductor (mm²)
Xu: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.
n: nº de conductores por fase
C_t= 0,8: Es el coeficiente de tensión.
C_R = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.
I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curvas válidas.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 I _n
CURVA C	IMAG = 10 I _n
CURVA D Y MA	IMAG = 20 I _n

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,
σ_{max}: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)
I_{pcc}: Intensidad permanente de c.c. (kA)
L: Separación entre apoyos (cm)
d: Separación entre pletinas (cm)
n: nº de pletinas por fase
W_y: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)
σ_{adm}: Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}})$$

Siendo,

I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)

I_{cccs} : Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

t_{cc} : Tiempo de duración del cortocircuito (s)

K_c : Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c : Longitud total del conductor (m)

L_p : Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Comp. entr. F-Q 1	500 W
Comp. entr. F-Q 2	500 W
Comp. entr. F-Q 3	500 W
Comp. entr. F-Q 4	500 W
Agitador mezcla 1	2000 W

Agitador mezcla 2	2000 W
Agitador mezcla 3	2000 W
Agitador mezcla 4	2000 W
Agitador flocul. 1	1500 W
Agitador flocul. 2	1500 W
Agitador flocul. 3	1500 W
Agitador flocul. 4	1500 W
Dosif. Clor.Férr 1	200 W
Dosif. Clor.Férr 2	200 W
Dosif. Clor.Férr 3	200 W
Dosif. Clor.Férr 4	200 W
Dosif. Clor.Férr 5	200 W
Prep. Polielectrol	4000 W
Dosif. Poliel. 1	500 W
Dosif. Poliel. 2	500 W
Dosif. Poliel. 3	500 W
Dosif. Poliel. 4	500 W
Dosif. Poliel. 5	500 W
Comp. aisl. dec. 1	500 W
Comp. aisl. dec. 2	500 W
Comp. aisl. dec. 3	500 W
Comp. aisl. dec. 4	500 W
Barredor fango 1	2000 W
Barredor fango 2	2000 W
Barredor fango 3	2000 W
Barredor fango 4	2000 W
Bomba fangos 1	4000 W
Bomba fangos 2	4000 W
Comp. canal. tam 1	500 W
Comp. canal. tam 2	500 W
Comp. canal. tam 3	500 W
Comp. canal. tam 4	500 W
Tam. muy finos 1	1000 W
Tam. muy finos 2	1000 W
Tornillo muy finos	750 W
Decant. alivios	1000 W
Bomba vac. aliv. 1	3000 W
Bomba vac. aliv. 2	3000 W
Puente grúa	4000 W
Instrumentación	500 W
Electroválvula 1	50 W
Electroválvula 2	50 W
Electroválvula 3	50 W
Electroválvula 4	50 W
Electroválvula 5	50 W
Electroválvula 6	50 W
Electroválvula 7	50 W
Electroválvula 8	50 W
Electroválvula 9	50 W
Electroválvula 10	50 W
Toma Cetac	5000 W
Toma Schuko	1500 W
Toma Schuko	1500 W
Alimentación SAI	8000 W
TOTAL....	74250 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 74250
- Potencia Máxima Admisible (W): 81473.28

Cálculo de la ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 74250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 + 72375 = 77375$ W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 77375 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 139.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x95/50mm²Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-Al(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 169 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 140 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.12

$e(\text{parcial}) = 10 \times 77375 / 28.31 \times 400 \times 95 = 0.72$ V.=0.18 %

$e(\text{total}) = 0.18\%$ ADMIS (2% MAX.)

Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 74250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 + 72375 = 77375$ W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 77375 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 139.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 185 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 140 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.47

$e(\text{parcial}) = 5 \times 77375 / 46.68 \times 400 \times 70 = 0.3$ V.=0.07 %

$e(\text{total}) = 0.07\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 160 A.

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 74250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 + 72375 = 77375$ W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 77375 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 139.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 155 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 80.56

$e(\text{parcial})=5 \times 77375 / 44.9 \times 400 \times 50 = 0.43 \text{ V.} = 0.11 \%$

$e(\text{total})=0.18\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 147 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Comp. entr. F-Q 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$$

$$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=120 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.46 \text{ V.} = 0.36 \%$

$e(\text{total})=0.55\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. entr. F-Q 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$$

$$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=120 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.46 \text{ V} = 0.36 \%$

$e(\text{total})=0.55\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. entr. F-Q 3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=120 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.46 \text{ V} = 0.36 \%$

$e(\text{total})=0.55\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. entr. F-Q 4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09
 $e(\text{parcial})=120 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.46 \text{ V.} = 0.36 \%$
 $e(\text{total})=0.55\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Agitador mezcla 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2000 \times 1.25 = 2500 \text{ W.}$

$I=2500/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.51 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.5

$e(\text{parcial})=115 \times 2500 / 51.24 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 5.61 \text{ V.} = 1.4 \%$

$e(\text{total})=1.58\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Agitador mezcla 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2000 \times 1.25 = 2500 \text{ W.}$

$I=2500/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.51 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.5

$e(\text{parcial})=115 \times 2500 / 51.24 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 5.61 \text{ V.} = 1.4 \%$

$e(\text{total})=1.58\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Agitador mezcla 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2000 \times 1.25 = 2500 \text{ W.}$

$I=2500/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.51 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.5

$e(\text{parcial})=115 \times 2500 / 51.24 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 5.61 \text{ V.} = 1.4 \%$

$e(\text{total})=1.58\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Agitador mezcla 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2000 \times 1.25 = 2500 \text{ W.}$

$I=2500/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.51 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.5

$e(\text{parcial})=115 \times 2500 / 51.24 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 5.61 \text{ V.} = 1.4 \%$

$e(\text{total})=1.58\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Agitador flocul. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W}$.

$$I = 1875 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 3.38 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.85

$$e(\text{parcial}) = 120 \times 1875 / (51.36 \times 400 \times 2.5) = 4.38 \text{ V} = 1.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tripolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Agitador flocul. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W}$.

$$I = 1875 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 3.38 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.85

$$e(\text{parcial}) = 120 \times 1875 / (51.36 \times 400 \times 2.5) = 4.38 \text{ V} = 1.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tripolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Agitador flocul. 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1500 \times 1.25 = 1875$ W.

$$I = 1875 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 3.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.85

$$e(\text{parcial}) = 120 \times 1875 / (51.36 \times 400 \times 2.5) = 4.38 \text{ V.} = 1.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tripolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Agitador flocul. 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1500 \times 1.25 = 1875$ W.

$$I = 1875 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 3.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.85

$$e(\text{parcial}) = 120 \times 1875 / (51.36 \times 400 \times 2.5) = 4.38 \text{ V.} = 1.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:
Contactor Tripolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Dosif. Clor.Férr 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $200 \times 1.25 = 250$ W.

$$I = 250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 110 \times 250 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.53 \text{ V.} = 0.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.32\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 0.63 A. Relé térmico, Reg: $0.5 \div 0.63$ A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Dosif. Clor.Férr 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $200 \times 1.25 = 250$ W.

$$I = 250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 110 \times 250 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.53 \text{ V.} = 0.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.32\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 0.63 A. Relé térmico, Reg: $0.5 \div 0.63$ A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Dosif. Clor.Férr 3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
200x1.25=250 W.

$$I=250/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 110 \times 250 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.53 \text{ V.} = 0.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.32\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 0.63 A. Relé térmico, Reg: 0.5÷0.63 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Dosif. Clor.Férr 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
200x1.25=250 W.

$$I=250/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 110 \times 250 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.53 \text{ V.} = 0.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.32\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 0.63 A. Relé térmico, Reg: 0.5÷0.63 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Dosif. Clor.Férr 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
200x1.25=250 W.

$I=250/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=0.45$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial})=110 \times 250 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1=0.53$ V.=0.13 %

$e(\text{total})=0.32\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 0.63 A. Relé térmico, Reg: 0.5÷0.63 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Prep. Polielectrol

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$4000 \times 1.25=5000$ W.

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=9.02$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.02

$e(\text{parcial})=115 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 \times 1=11.41$ V.=2.85 %

$e(\text{total})=3.03\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Dosif. Poliel. 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$500 \times 1.25=625$ W.

$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=1.13$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.09
 $e(\text{parcial})=115 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.4 \text{ V.} = 0.35 \%$
 $e(\text{total})=0.53\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: 1.28÷1.6 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Dosif. Poliel. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
500x1.25=625 W.

$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.09
 $e(\text{parcial})=115 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.4 \text{ V.} = 0.35 \%$
 $e(\text{total})=0.53\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: 1.28÷1.6 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Dosif. Poliel. 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
500x1.25=625 W.

$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.09
 $e(\text{parcial})=115 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.4 \text{ V.} = 0.35 \%$

$e(\text{total})=0.53\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: 1.28÷1.6 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Dosif. Poliel. 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W}$.

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial}) = 115 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.4 \text{ V} = 0.35 \%$

$e(\text{total})=0.53\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: 1.28÷1.6 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Dosif. Poliel. 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W}$.

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial}) = 115 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.4 \text{ V} = 0.35 \%$

$e(\text{total})=0.53\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: 1.28÷1.6 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Comp. aisl. dec. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625$ W.

$$I = 625 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.09

$$e(\text{parcial}) = 125 \times 625 / (51.5 \times 400 \times 2.5) = 1.52 \text{ V.} = 0.38 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. aisl. dec. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625$ W.

$$I = 625 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.09

$$e(\text{parcial}) = 125 \times 625 / (51.5 \times 400 \times 2.5) = 1.52 \text{ V.} = 0.38 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. aisl. dec. 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625$ W.

$$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.09

$$e(\text{parcial}) = 125 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.52 \text{ V.} = 0.38 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. aisl. dec. 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625$ W.

$$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.09

$$e(\text{parcial}) = 125 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.52 \text{ V.} = 0.38 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Barredor fango 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2000 \times 1.25 = 2500$ W.

$I = 2500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.51$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.5

$e(\text{parcial}) = 125 \times 2500 / 51.24 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 6.1$ V. = 1.52 %

$e(\text{total}) = 1.71\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Barredor fango 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2000 \times 1.25 = 2500$ W.

$I = 2500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.51$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.5

$e(\text{parcial}) = 125 \times 2500 / 51.24 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 6.1$ V. = 1.52 %

$e(\text{total}) = 1.71\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Barredor fango 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2000 \times 1.25 = 2500$ W.

$$I = 2500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.51 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.5

$$e(\text{parcial}) = 125 \times 2500 / 51.24 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 6.1 \text{ V.} = 1.52 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Barredor fango 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2000 \times 1.25 = 2500$ W.

$$I = 2500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.51 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.5

$$e(\text{parcial}) = 125 \times 2500 / 51.24 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 6.1 \text{ V.} = 1.52 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Bomba fangos 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 130 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$$

$$I = 5000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.02

$$e(\text{parcial}) = 130 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 12.89 \text{ V.} = 3.22 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Bomba fangos 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 130 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
4000x1.25=5000 W.

$$I = 5000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.02

$$e(\text{parcial}) = 130 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 12.89 \text{ V.} = 3.22 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. canal. tam 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 105 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
500x1.25=625 W.

$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial}) = 105 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.27 \text{ V.} = 0.32 \%$

$e(\text{total}) = 0.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. canal. tam 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 105 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$$

$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial}) = 105 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.27 \text{ V.} = 0.32 \%$

$e(\text{total}) = 0.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. canal. tam 3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 105 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$$

$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=105 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.27 \text{ V.} = 0.32 \%$

$e(\text{total})=0.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. canal. tam 4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 105 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=105 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.27 \text{ V.} = 0.32 \%$

$e(\text{total})=0.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Tam. muy finos 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 105 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$1000 \times 1.25 = 1250 \text{ W.}$

$I = 1250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 2.26 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.38
 $e(\text{parcial})=105 \times 1250 / 51.45 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 2.55 \text{ V.} = 0.64 \%$
 $e(\text{total})=0.82\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Tam. muy finos 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 105 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1000 \times 1.25 = 1250 \text{ W.}$

$I=1250/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 2.26 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.38
 $e(\text{parcial})=105 \times 1250 / 51.45 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 2.55 \text{ V.} = 0.64 \%$
 $e(\text{total})=0.82\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Tornillo muy finos

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W.}$

$I=937.5/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.69 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

$e(\text{parcial})=115 \times 937.5 / 51.48 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 2.09 \text{ V.} = 0.52 \%$

$e(\text{total})=0.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Decant. alivios

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 150 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1000 \times 1.25 = 1250 \text{ W.}$$

$I = 1250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 2.26 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$e(\text{parcial})=150 \times 1250 / 51.45 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 3.64 \text{ V.} = 0.91 \%$

$e(\text{total})=1.09\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Bomba vac. aliv. 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 150 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 3000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3000 \times 1.25 = 3750 \text{ W.}$$

$I = 3750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 6.77 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.39
 $e(\text{parcial})=150 \times 3750 / 50.89 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 11.05 \text{ V.} = 2.76 \%$
 $e(\text{total})=2.95\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: 8÷10 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Bomba vac. aliv. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 150 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $3000 \times 1.25 = 3750 \text{ W.}$

$I=3750/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 6.77 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.39
 $e(\text{parcial})=150 \times 3750 / 50.89 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 11.05 \text{ V.} = 2.76 \%$
 $e(\text{total})=2.95\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: 8÷10 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Puente grúa

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.02
 $e(\text{parcial})=140 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 13.89 \text{ V.} = 3.47 \%$
 $e(\text{total})=3.65\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 1 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia aparente: 0.5 kVA.
- Índice carga c: 0.9.

$$I = Ct \times St \times 1000 / U = 1.25 \times 0.5 \times 1000 / 230 = 2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.84

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 500 / 51.36 \times 230 \times 1.5 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.21\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO

Instrumentación

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Instrumentación 1	30 W
Instrumentación 2	30 W
Instrumentación 3	30 W
Instrumentación 4	30 W
Instrumentación 5	30 W
Instrumentación 6	30 W
Instrumentación 7	30 W
Instrumentación 8	30 W
Instrumentación 9	30 W
Instrumentación 10	30 W
Instrumentación R1	30 W
Instrumentación R2	30 W
TOTAL....	360 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 360

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 360 W.
- Potencia de cálculo:
360 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=360/230 \times 0.8=1.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 360 / 51.47 \times 230 \times 2.5=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.25 \text{ V.}=0.11 \%$$

$$e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.25 \text{ V.} = 0.11 \%$

$e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.25 \text{ V.} = 0.11 \%$

$e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.25 \text{ V.} = 0.11 \%$

$e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.25 \text{ V.}=0.11 \%$$

$$e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.25 \text{ V.}=0.11 \%$$

$$e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 7

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.25 \text{ V.} = 0.11 \%$
 $e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 8

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.25 \text{ V.} = 0.11 \%$
 $e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 9

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.25 \text{ V.} = 0.11 \%$
 $e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 10

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.25 \text{ V.}=0.11 \%$$

$$e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación R1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.25 \text{ V.}=0.11 \%$$

$$e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación R2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.25 \text{ V.} = 0.11 \%$
 $e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $\text{Xu}(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$; $\text{R}: 1$
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5 \text{ W.}$

$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C ($\text{Fc}=1$) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.01

$e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.53 \text{ V.} = 0.23 \%$
 $e(\text{total})=0.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $\text{Xu}(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$; $\text{R}: 1$
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5 \text{ W.}$

$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C ($\text{Fc}=1$) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.01

$e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.53 \text{ V.} = 0.23 \%$
 $e(\text{total})=0.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.
Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5$ W.

$$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 125 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.53 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5$ W.

$$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 125 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.53 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5$ W.

$$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 125 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.53 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5$ W.

$$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 125 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.53 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 7

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5$ W.

$$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 125 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.53 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 8

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5$ W.

$$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 125 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.53 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 9

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5$ W.

$$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 125 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.53 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 10

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5$ W.

$$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 125 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.53 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Toma Cetac

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.41

$$e(\text{parcial})=125 \times 5000 / 49.99 \times 400 \times 2.5=12.5 \text{ V.}=3.13 \%$$

$$e(\text{total})=3.31\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Toma Schuko

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I=1500/230 \times 0.8=8.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.28

$$e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 1500 / 50.37 \times 230 \times 2.5=12.95 \text{ V.}=5.63 \%$$

$$e(\text{total})=5.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Unipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Toma Schuko

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I=1500/230 \times 0.8=8.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 46.28
 $e(\text{parcial})=2 \times 125 \times 1500 / 50.37 \times 230 \times 2.5 = 12.95 \text{ V.} = 5.63 \%$
 $e(\text{total})=5.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Unipolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alimentación SAI

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia aparente: 10 kVA.
- Índice carga c: 0.062.

$$I = Cs \times Ss \times 1000 / (1.732 \times U) = 1.25 \times 10 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 64.08
 $e(\text{parcial})=5 \times 10000 / 47.37 \times 400 \times 2.5 = 1.06 \text{ V.} = 0.26 \%$
 $e(\text{total})=0.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

SISTEMA ALIMENTACION ININTERRUMPIDA **Alimentación SAI**

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

PLC		500 W
	TOTAL....	500 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 500

Cálculo de la Línea: PLC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 3 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 0.8=2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.44

$$e(\text{parcial})=2 \times 3 \times 500 / 51.43 \times 230 \times 2.5=0.1 \text{ V.}=0.04 \%$$

$$e(\text{total})=0.49\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 125
- Ancho (mm): 25
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 0.521, 0.651, 0.104, 0.026
- I. admisible del embarrado (A): 350

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 9.78^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.104 \cdot 1) = 958.523 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 139.61 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 350 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 9.78 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 125 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 28.99 \text{ kA}$$

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
--------------	------------------	------------------	-------------------------------	------------------	----------------	------------------	------------------	-------------------------------------

Anteproyecto de saneamiento y
EDAR de Tapia de Casariego
Fase 1 (Asturias)

ACOMETIDA	77375	10	3x95/50Al	139.61	169	0.18	0.18	140
LINEA GENERAL ALIMENT.	77375	5	4x70+TTx35Cu	139.61	185	0.07	0.07	140
DERIVACION IND.	77375	5	4x50+TTx25Cu	139.61	155	0.11	0.18	75x60
Comp. entr. F-Q 1	625	120	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.36	0.55	75x60
Comp. entr. F-Q 2	625	120	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.36	0.55	75x60
Comp. entr. F-Q 3	625	120	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.36	0.55	75x60
Comp. entr. F-Q 4	625	120	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.36	0.55	75x60
Agitador mezcla 1	2500	115	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	26	1.4	1.58	75x60
Agitador mezcla 2	2500	115	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	26	1.4	1.58	75x60
Agitador mezcla 3	2500	115	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	26	1.4	1.58	75x60
Agitador mezcla 4	2500	115	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	26	1.4	1.58	75x60
Agitador flocul. 1	1875	120	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	26	1.1	1.28	75x60
Agitador flocul. 2	1875	120	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	26	1.1	1.28	75x60
Agitador flocul. 3	1875	120	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	26	1.1	1.28	75x60
Agitador flocul. 4	1875	120	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	26	1.1	1.28	75x60
Dosif. Clor.Férr 1	250	110	3x2.5+TTx2.5Cu	0.45	26	0.13	0.32	75x60
Dosif. Clor.Férr 2	250	110	3x2.5+TTx2.5Cu	0.45	26	0.13	0.32	75x60
Dosif. Clor.Férr 3	250	110	3x2.5+TTx2.5Cu	0.45	26	0.13	0.32	75x60
Dosif. Clor.Férr 4	250	110	3x2.5+TTx2.5Cu	0.45	26	0.13	0.32	75x60
Dosif. Clor.Férr 5	250	110	3x2.5+TTx2.5Cu	0.45	26	0.13	0.32	75x60
Prep. Polielectrol	5000	115	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	2.85	3.03	75x60
Dosif. Poliel. 1	625	115	3x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.35	0.53	75x60
Dosif. Poliel. 2	625	115	3x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.35	0.53	75x60
Dosif. Poliel. 3	625	115	3x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.35	0.53	75x60
Dosif. Poliel. 4	625	115	3x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.35	0.53	75x60
Dosif. Poliel. 5	625	115	3x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.35	0.53	75x60
Comp. aisl. dec. 1	625	125	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.38	0.56	75x60
Comp. aisl. dec. 2	625	125	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.38	0.56	75x60
Comp. aisl. dec. 3	625	125	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.38	0.56	75x60
Comp. aisl. dec. 4	625	125	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.38	0.56	75x60
Barredor fango 1	2500	125	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	26	1.52	1.71	75x60
Barredor fango 2	2500	125	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	26	1.52	1.71	75x60
Barredor fango 3	2500	125	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	26	1.52	1.71	75x60
Barredor fango 4	2500	125	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	26	1.52	1.71	75x60
Bomba fangos 1	5000	130	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	3.22	3.41	75x60
Bomba fangos 2	5000	130	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	3.22	3.41	75x60
Comp. canal. tam 1	625	105	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.32	0.5	75x60
Comp. canal. tam 2	625	105	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.32	0.5	75x60
Comp. canal. tam 3	625	105	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.32	0.5	75x60
Comp. canal. tam 4	625	105	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.32	0.5	75x60
Tam. muy finos 1	1250	105	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	26	0.64	0.82	75x60
Tam. muy finos 2	1250	105	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	26	0.64	0.82	75x60
Tornillo muy finos	937.5	115	4x2.5+TTx2.5Cu	1.69	26	0.52	0.71	75x60
Decant. alivios	1250	150	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	26	0.91	1.09	75x60
Bomba vac. aliv. 1	3750	150	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	26	2.76	2.95	75x60
Bomba vac. aliv. 2	3750	150	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	26	2.76	2.95	75x60
Puente grúa	5000	140	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	3.47	3.65	75x60
Instrumentación	625	1	2x1.5Cu	2.72	21	0.02	0.21	75x60
	360	0.3	2x2.5Cu	1.96	29	0	0	75x60
Instrumentación 1	30	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.11	0.11	75x60
Instrumentación 2	30	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.11	0.11	75x60
Instrumentación 3	30	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.11	0.11	75x60
Instrumentación 4	30	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.11	0.11	75x60
Instrumentación 5	30	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.11	0.11	75x60
Instrumentación 6	30	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.11	0.11	75x60
Instrumentación 7	30	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.11	0.11	75x60
Instrumentación 8	30	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.11	0.11	75x60
Instrumentación 9	30	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.11	0.11	75x60
Instrumentación 10	30	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.11	0.11	75x60
Instrumentación R1	30	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.11	0.11	75x60
Instrumentación R2	30	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.11	0.11	75x60
Electroválvula 1	62.5	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.23	0.41	75x60
Electroválvula 2	62.5	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.23	0.41	75x60
Electroválvula 3	62.5	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.23	0.41	75x60
Electroválvula 4	62.5	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.23	0.41	75x60
Electroválvula 5	62.5	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.23	0.41	75x60
Electroválvula 6	62.5	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.23	0.41	75x60
Electroválvula 7	62.5	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.23	0.41	75x60
Electroválvula 8	62.5	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.23	0.41	75x60
Electroválvula 9	62.5	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.23	0.41	75x60
Electroválvula 10	62.5	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.23	0.41	75x60
Toma Cetac	5000	125	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	22	3.13	3.31	20

Anteproyecto de saneamiento y
EDAR de Tapia de Casariego
Fase 1 (Asturias)

Toma Schuko	1500	125	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	23	5.63	5.81	20
Toma Schuko	1500	125	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	23	5.63	5.81	20
Alimentación SAI	10000	5	4x2.5+TTx2.5Cu	18.04	26	0.26	0.45	75x60
PLC	500	3	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	29	0.04	0.49	75x60

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
LINEA GENERAL ALIMENT.	5	4x70+TTx35Cu	12	50	5474.58	3.34	0.167	240.43	160
DERIVACION IND.	5	4x50+TTx25Cu	10.99	15	4891.29	2.14			160;B,C,D
Comp. entr. F-Q 1	120	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	87.93	16.53			16;B
Comp. entr. F-Q 2	120	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	87.93	16.53			16;B
Comp. entr. F-Q 3	120	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	87.93	16.53			16;B
Comp. entr. F-Q 4	120	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	87.93	16.53			16;B
Agitador mezcla 1	115	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	91.68	15.2			16;B
Agitador mezcla 2	115	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	91.68	15.2			16;B
Agitador mezcla 3	115	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	91.68	15.2			16;B
Agitador mezcla 4	115	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	91.68	15.2			16;B
Agitador flocul. 1	120	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	87.93	16.53			16;B
Agitador flocul. 2	120	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	87.93	16.53			16;B
Agitador flocul. 3	120	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	87.93	16.53			16;B
Agitador flocul. 4	120	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	87.93	16.53			16;B
Dosif. Clor.Férr 1	110	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	95.77	13.93			0.63;B,C,D
Dosif. Clor.Férr 2	110	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	95.77	13.93			0.63;B,C,D
Dosif. Clor.Férr 3	110	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	95.77	13.93			0.63;B,C,D
Dosif. Clor.Férr 4	110	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	95.77	13.93			0.63;B,C,D
Dosif. Clor.Férr 5	110	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	95.77	13.93			0.63;B,C,D
Prep. Polielectrol	115	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	91.68	15.2			16;B
Dosif. Poliel. 1	115	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	91.68	15.2			1.6;B,C,D
Dosif. Poliel. 2	115	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	91.68	15.2			1.6;B,C,D
Dosif. Poliel. 3	115	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	91.68	15.2			1.6;B,C,D
Dosif. Poliel. 4	115	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	91.68	15.2			1.6;B,C,D
Dosif. Poliel. 5	115	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	91.68	15.2			1.6;B,C,D
Comp. aisl. dec. 1	125	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91			16;B
Comp. aisl. dec. 2	125	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91			16;B
Comp. aisl. dec. 3	125	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91			16;B
Comp. aisl. dec. 4	125	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91			16;B
Barredor fango 1	125	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91			16;B
Barredor fango 2	125	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91			16;B
Barredor fango 3	125	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91			16;B
Barredor fango 4	125	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91			16;B
Bomba fangos 1	130	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	81.27	19.35			16;B
Bomba fangos 2	130	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	81.27	19.35			16;B
Comp. canal. tam 1	105	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	100.25	12.72			16;B
Comp. canal. tam 2	105	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	100.25	12.72			16;B
Comp. canal. tam 3	105	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	100.25	12.72			16;B
Comp. canal. tam 4	105	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	100.25	12.72			16;B
Tam. muy finos 1	105	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	100.25	12.72			16;B
Tam. muy finos 2	105	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	100.25	12.72			16;B
Tornillo muy finos	115	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	91.68	15.2			16;B
Decant. alivios	150	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	70.58	25.65			16
Bomba vac. aliv. 1	150	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	70.58	25.65			10;B
Bomba vac. aliv. 2	150	3x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	70.58	25.65			10;B
Puente grúa	140	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	75.55	22.39			16
Instrumentación	1	2x1.5Cu	9.82	10	2820.09	0.01			10;B,C,D
	0.3	2x2.5Cu	0.02	4.5	9.18	1515.8			16
Instrumentación 1	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.3	1857.33	588.561	95.41	16
Instrumentación 2	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.3	1857.33	588.561	95.41	16
Instrumentación 3	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.3	1857.33	588.561	95.41	16
Instrumentación 4	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.3	1857.33	588.561	95.41	16
Instrumentación 5	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.3	1857.33	588.561	95.41	16
Instrumentación 6	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.3	1857.33	588.561	95.41	16
Instrumentación 7	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.3	1857.33	588.561	95.41	16
Instrumentación 8	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.3	1857.33	588.561	95.41	16
Instrumentación 9	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.3	1857.33	588.561	95.41	16
Instrumentación 10	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.3	1857.33	588.561	95.41	16
Instrumentación R1	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.3	1857.33	588.561	95.41	16
Instrumentación R2	125	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.3	1857.33	588.561	95.41	16
Electroválvula 1	125	2x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91			16;B
Electroválvula 2	125	2x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91			16;B
Electroválvula 3	125	2x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91			16;B
Electroválvula 4	125	2x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91			16;B

Anteproyecto de saneamiento y
EDAR de Tapia de Casariego
Fase 1 (Asturias)

Electroválvula 5	125	2x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91	16;B
Electroválvula 6	125	2x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91	16;B
Electroválvula 7	125	2x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91	16;B
Electroválvula 8	125	2x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91	16;B
Electroválvula 9	125	2x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91	16;B
Electroválvula 10	125	2x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91	16;B
Toma Cetac	125	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91	16;B
Toma Schuko	125	2x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91	16;B
Toma Schuko	125	2x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	84.47	17.91	16;B
Alimentación SAI	5	4x2.5+TTx2.5Cu	9.82	10	1510.48	0.06	20;B,C,D
PLC	3	2x2.5+TTx2.5Cu	3.03	4.5	1063.28	0.11	16;B,C,D

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ² 30 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²
Picas verticales de Cobre	14 mm
de Acero recubierto Cu	14 mm 1 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17.65 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

LÍNEAS DE POTENCIA DEL CCM TRATAMIENTO BIOLÓGICO Y TERCIARIO

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos ϕ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en m Ω /m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}}-T_0) (I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45

I_n como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I_n).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\theta = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\theta = Q/P.$$

$$Q_c = P_x(\operatorname{tg}\theta_1 - \operatorname{tg}\theta_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

θ_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

θ_2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$\omega = 2 \times \pi \times f$; $f = 50$ Hz.

C = Capacidad condensadores (F); $c \times 1000000$ (μ F).

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

Lc: Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Bomb. elev. Bio. 1	3000 W
Bomb. elev. Bio. 2	3000 W
Bomb. elev. Bio. 3	3000 W
Bomb. elev. Bio. 4	3000 W
Bomb. elev. Bio. 5	3000 W
Válv. man. Biof. 1	250 W
Válv. man. Biof. 2	250 W
Válv. man. Biof. 3	250 W
Válv. man. Biof. 4	250 W
Válv. man. Biof. 5	250 W
Válv. man. Biof. 6	250 W
Válv. man. Biof. 7	250 W
Válv. man. Biof. 8	250 W
Válv. man. Biof. 9	250 W
Válv. man. Biof.10	250 W
Válv. man. Biof.11	250 W
Válv. man. Biof.12	250 W
Válv. man. Biof.13	250 W
Válv. man. Biof.14	250 W
Válv. man. Biof.15	250 W

Válv. man. Biof.16	250 W
Válv. man. Biof.17	250 W
Válv. man. Biof.18	250 W
Válv. man. Biof.19	250 W
Válv. man. Biof.20	250 W
Válv. man. Biof.21	250 W
Válv. man. Biof.22	250 W
Válv. man. Biof.23	250 W
Válv. man. Biof.24	250 W
Válv. man. Biof.25	250 W
Válv. man. Biof.26	250 W
Válv. man. Biof.27	250 W
Válv. man. Biof.28	250 W
Válv. man. Biof.29	250 W
Válv. man. Biof.30	250 W
Soplante biológ. 1	20000 W
Soplante biológ. 2	20000 W
Soplante biológ. 3	20000 W
Soplante biológ. 4	20000 W
Soplante biológ. 5	20000 W
Soplante biológ. 6	20000 W
Soplante biológ. 7	20000 W
Soplante biofil. 1	40000 W
Soplante biofil. 2	40000 W
Bomb. lav. biof. 1	25000 W
Bomb. lav. biof. 2	25000 W
Bomb. recup. lav1	4000 W
Bomb. recup. lav2	4000 W
Agitador tanque	5000 W
Puente grúa	4000 W
Vent. sala sopl. 1	500 W
Vent. sala sopl. 2	500 W
Comp. agua depur.1	500 W
Comp. agua depur.2	500 W
Bomb. imp. terc.1	10000 W
Bomb. imp. terc.2	10000 W
Desinfecc. UV	10000 W
Filtración anillas	1000 W
Instrumentación	500 W
Electroválvula 1	50 W
Electroválvula 2	50 W
Electroválvula 3	50 W
Toma Cetac	5000 W
Toma Schuko 1	1500 W
Toma Schuko 2	1500 W
Alimentación SAI	8000 W
TOTAL....	359150 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 359150
- Potencia Máxima Admisible (W): 374666.25

Cálculo de la ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 12 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 359150 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $40000 \times 1.25 + 321275 = 371275 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 371275 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 669.88 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3(3 \times 150/70) \text{ mm}^2 \text{ Al}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-Al(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 738 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm. Sección útil: 6905 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 81.2

$e(\text{parcial}) = 12 \times 371275 / 27.66 \times 400 \times 3 \times 150 = 0.89 \text{ V.} = 0.22 \%$

$e(\text{total}) = 0.22\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$

Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; Cos φ: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0;$

- Potencia a instalar: 359150 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $40000 \times 1.25 + 321275 = 371275 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 371275 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 669.88 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3(4 \times 150 + \text{TT} \times 95) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 897 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 3(160) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.89

$e(\text{parcial}) = 5 \times 371275 / 46.78 \times 400 \times 3 \times 150 = 0.22 \text{ V.} = 0.06 \%$

$e(\text{total}) = 0.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 800 A.

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Cond.Empot.Obra

- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0;$

- Potencia a instalar: 359150 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $40000 \times 1.25 + 321275 = 371275 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 371275 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 669.88 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2(4 \times 185 + \text{TT} \times 95) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 682 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 88.24

$e(\text{parcial}) = 10 \times 371275 / 43.83 \times 400 \times 2 \times 185 = 0.57 \text{ V.} = 0.14 \%$

$e(\text{total})=0.2\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 800 A. Térmico reg. Int.Reg.: 676 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Bomb. elev. Bio. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 100 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $3000 \times 1.25 = 3750 \text{ W.}$

$I = 3750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 6.77 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.39

$e(\text{parcial}) = 100 \times 3750 / 50.89 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 7.37 \text{ V.} = 1.84 \%$

$e(\text{total}) = 2.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: 8÷10 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Bomb. elev. Bio. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 100 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $3000 \times 1.25 = 3750 \text{ W.}$

$I = 3750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 6.77 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.39

$e(\text{parcial}) = 100 \times 3750 / 50.89 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 7.37 \text{ V.} = 1.84 \%$

$e(\text{total}) = 2.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: 8÷10 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Bomb. elev. Bio. 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 100 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $3000 \times 1.25 = 3750$ W.

$$I = 3750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 6.77 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.39

$e(\text{parcial}) = 100 \times 3750 / (50.89 \times 400 \times 2.5) = 7.37 \text{ V.} = 1.84 \%$

$e(\text{total}) = 2.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: 8÷10 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Bomb. elev. Bio. 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 100 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $3000 \times 1.25 = 3750$ W.

$$I = 3750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 6.77 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.39

$e(\text{parcial}) = 100 \times 3750 / (50.89 \times 400 \times 2.5) = 7.37 \text{ V.} = 1.84 \%$

$e(\text{total}) = 2.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: 8÷10 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Bomb. elev. Bio. 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 100 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $3000 \times 1.25 = 3750$ W.

$$I = 3750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 6.77 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.39
 $e(\text{parcial}) = 100 \times 3750 / 50.89 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 7.37 \text{ V.} = 1.84 \%$
 $e(\text{total}) = 2.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: 8÷10 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02
 $e(\text{parcial}) = 115 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.7 \text{ V.} = 0.17 \%$
 $e(\text{total}) = 0.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$I=312.5/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=0.56$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial})=115 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1=0.7$ V.=0.17 %

$e(\text{total})=0.37\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof. 3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 250 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$250 \times 1.25=312.5$ W.

$I=312.5/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=0.56$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial})=115 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1=0.7$ V.=0.17 %

$e(\text{total})=0.37\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof. 4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 250 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$250 \times 1.25=312.5$ W.

$I=312.5/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=0.56$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial})=115 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.7 \text{ V.} = 0.17 \%$

$e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof. 5

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 250 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W.}$$

$I=312.5/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial})=115 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.7 \text{ V.} = 0.17 \%$

$e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof. 6

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 250 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W.}$$

$I=312.5/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.02
 $e(\text{parcial})=115 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.7 \text{ V.} = 0.17 \%$
 $e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof. 7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
250x1.25=312.5 W.

$I=312.5/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.02
 $e(\text{parcial})=115 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.7 \text{ V.} = 0.17 \%$
 $e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof. 8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
250x1.25=312.5 W.

$I=312.5/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial})=115 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.7 \text{ V} = 0.17 \%$

$e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof. 9

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 250 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W.}$$

$I = 312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial})=115 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.7 \text{ V} = 0.17 \%$

$e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.10

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 250 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W.}$$

$I = 312.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02
 $e(\text{parcial})=115 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.7 \text{ V.} = 0.17 \%$
 $e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.11

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W.}$

$I=312.5/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.02
 $e(\text{parcial})=125 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.76 \text{ V.} = 0.19 \%$
 $e(\text{total})=0.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.12

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W.}$

$I=312.5/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.02
 $e(\text{parcial})=125 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.76 \text{ V.} = 0.19 \%$

$e(\text{total})=0.39\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.13

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W}$.

$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$e(\text{parcial}) = 125 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.76 \text{ V} = 0.19 \%$

$e(\text{total})=0.39\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.14

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W}$.

$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$e(\text{parcial}) = 125 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.76 \text{ V} = 0.19 \%$

$e(\text{total})=0.39\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.15

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 125 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.76 \text{ V.} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.16

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 125 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.76 \text{ V.} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.17

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 125 \times 312.5 / (51.51 \times 400 \times 2.5) = 0.76 \text{ V.} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.18

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 125 \times 312.5 / (51.51 \times 400 \times 2.5) = 0.76 \text{ V.} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.19

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 125 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.76 \text{ V.} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.20

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 125 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.76 \text{ V.} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.21

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 130 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.79 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.22

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 130 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.79 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.23

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$e(\text{parcial}) = 130 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.79 \text{ V.} = 0.2 \%$

$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.24

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$e(\text{parcial}) = 130 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.79 \text{ V.} = 0.2 \%$

$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.25

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 130 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.79 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.26

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 130 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.79 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.27

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial}) = 130 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.79 \text{ V.} = 0.2 \%$

$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.28

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5$ W.

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial}) = 130 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.79 \text{ V.} = 0.2 \%$

$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.29

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W.}$$

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 130 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.79 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Válv. man. Biof.30

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 130 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 250 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W.}$

$$I = 312.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 130 \times 312.5 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.79 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Soplante biológ. 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 135 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 20000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $20000 \times 1.25 = 25000 \text{ W.}$

$I=25000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 45.11 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.89

$e(\text{parcial}) = 135 \times 25000 / 45.72 \times 400 \times 10 \times 1 = 18.46 \text{ V.} = 4.61 \%$

$e(\text{total}) = 4.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A. Relé térmico, Reg: 40÷50 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Soplante biológ. 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 135 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 20000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$20000 \times 1.25 = 25000 \text{ W.}$

$I=25000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 45.11 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.89

$e(\text{parcial}) = 135 \times 25000 / 45.72 \times 400 \times 10 \times 1 = 18.46 \text{ V.} = 4.61 \%$

$e(\text{total}) = 4.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A. Relé térmico, Reg: 40÷50 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Soplante biológ. 3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 135 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 20000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$20000 \times 1.25 = 25000 \text{ W.}$

$I=25000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 45.11 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.89

$e(\text{parcial})=135 \times 25000 / 45.72 \times 400 \times 10 \times 1 = 18.46 \text{ V.} = 4.61 \%$

$e(\text{total})=4.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A. Relé térmico, Reg: 40÷50 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Soplante biológ. 4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 135 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 20000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $20000 \times 1.25 = 25000 \text{ W.}$

$I=25000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 45.11 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.89

$e(\text{parcial})=135 \times 25000 / 45.72 \times 400 \times 10 \times 1 = 18.46 \text{ V.} = 4.61 \%$

$e(\text{total})=4.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A. Relé térmico, Reg: 40÷50 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Soplante biológ. 5

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 140 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 20000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $20000 \times 1.25 = 25000 \text{ W.}$

$I=25000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 45.11 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.89

$e(\text{parcial})=140 \times 25000 / 45.72 \times 400 \times 10 \times 1 = 19.14 \text{ V.} = 4.78 \%$

$e(\text{total})=4.98\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A. Relé térmico, Reg: 40÷50 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Soplante biológ. 6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $20000 \times 1.25 = 25000$ W.

$$I = 25000 / (1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 45.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.89

$$e(\text{parcial}) = 140 \times 25000 / (45.72 \times 400 \times 10 \times 1) = 19.14 \text{ V.} = 4.78 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.98\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A. Relé térmico, Reg: 40÷50 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Soplante biológ. 7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $20000 \times 1.25 = 25000$ W.

$$I = 25000 / (1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 45.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.89

$$e(\text{parcial}) = 140 \times 25000 / (45.72 \times 400 \times 10 \times 1) = 19.14 \text{ V.} = 4.78 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.98\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A. Relé térmico, Reg: 40÷50 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Soplante biofil. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 135 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 40000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
40000x1.25=50000 W.

$$I=50000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 90.21 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 119 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.74

$$e(\text{parcial}) = 135 \times 50000 / 46.64 \times 400 \times 35 \times 1 = 10.34 \text{ V.} = 2.58 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.78\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 100 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Contactador Tripolar In: 100 A.

Relé térmico, Reg: 80÷100 A.

Cálculo de la Línea: Soplante biofil. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 135 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 40000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
40000x1.25=50000 W.

$$I=50000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 90.21 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 119 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.74

$$e(\text{parcial}) = 135 \times 50000 / 46.64 \times 400 \times 35 \times 1 = 10.34 \text{ V.} = 2.58 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.78\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 100 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Contactador Tripolar In: 100 A.

Relé térmico, Reg: 80÷100 A.

Cálculo de la Línea: Bomb. lav. biof. 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 135 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 25000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $25000 \times 1.25 = 31250$ W.

$$I = 31250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 56.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.83

$$e(\text{parcial}) = 135 \times 31250 / 46.48 \times 400 \times 16 \times 1 = 14.18 \text{ V.} = 3.55 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.74\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 58 A. Relé térmico, Reg: 46.4÷58 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Bomb. lav. biof. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 135 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 25000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $25000 \times 1.25 = 31250$ W.

$$I = 31250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 56.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.83

$$e(\text{parcial}) = 135 \times 31250 / 46.48 \times 400 \times 16 \times 1 = 14.18 \text{ V.} = 3.55 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.74\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 58 A. Relé térmico, Reg: 46.4÷58 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Bomb. recup. lav1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 135 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000$ W.

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=9.02$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.02

$e(\text{parcial})=135 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 \times 1=13.39$ V.=3.35 %

$e(\text{total})=3.55\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Bomb. recup. lav2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 135 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$4000 \times 1.25=5000$ W.

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=9.02$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.02

$e(\text{parcial})=135 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 \times 1=13.39$ V.=3.35 %

$e(\text{total})=3.55\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Agitador tanque

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 5000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$5000 \times 1.25=6250$ W.

$I=6250/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=11.28$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.41

e(parcial)= $140 \times 6250 / 49.81 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 17.57$ V.=4.39 %

e(total)=4.59% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Puente grúa

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$$

$$I = 5000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.02

e(parcial)= $130 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 12.89$ V.=3.22 %

e(total)=3.42% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Vent. sala sopl. 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 145 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$$

$$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.09
 $e(\text{parcial})=145 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.76 \text{ V.} = 0.44 \%$
 $e(\text{total})=0.64\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Vent. sala sopl. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 145 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
500x1.25=625 W.

$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.09
 $e(\text{parcial})=145 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.76 \text{ V.} = 0.44 \%$
 $e(\text{total})=0.64\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. agua depur.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
500x1.25=625 W.

$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=130 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.58 \text{ V.} = 0.39 \%$

$e(\text{total})=0.59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Comp. agua depur.2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=130 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.58 \text{ V.} = 0.39 \%$

$e(\text{total})=0.59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Bomb. imp. terc.1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 135 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 10000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$10000 \times 1.25 = 12500 \text{ W.}$

$I = 12500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 22.55 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $3 \times 4 + \text{TT} \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 34 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62
 $e(\text{parcial})=135 \times 12500 / 47.7 \times 400 \times 4 \times 1 = 22.11 \text{ V.} = 5.53 \%$
 $e(\text{total})=5.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A. Relé térmico, Reg: 20÷25 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Bomb. imp. terc.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 135 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $10000 \times 1.25 = 12500 \text{ W.}$

$I = 12500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 22.55 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 34 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62
 $e(\text{parcial})=135 \times 12500 / 47.7 \times 400 \times 4 \times 1 = 22.11 \text{ V.} = 5.53 \%$
 $e(\text{total})=5.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A. Relé térmico, Reg: 20÷25 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Desinfecc. UV

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $10000 \times 1.25 = 12500 \text{ W.}$

$I = 12500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 22.55 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 34 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62
 $e(\text{parcial})=140 \times 12500 / 47.7 \times 400 \times 4 \times 1 = 22.93 \text{ V.} = 5.73 \%$
 $e(\text{total})=5.93\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 25 A.

Cálculo de la Línea: Filtración anillas

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1000 \times 1.25 = 1250$ W.

$$I = 1250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 2.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$$e(\text{parcial}) = 140 \times 1250 / 51.45 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 3.4 \text{ V.} = 0.85 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.05\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia aparente: 0.5 kVA.
- Índice carga c: 0.9.

$$I = C_t \times S_t \times 1000 / U = 1.25 \times 0.5 \times 1000 / 230 = 2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.84

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 500 / 51.36 \times 230 \times 1.5 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.22\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO

Instrumentación

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Instrumentación 1	30 W
Instrumentación 2	30 W
Instrumentación 3	30 W
Instrumentación 4	30 W
Instrumentación 5	30 W
Instrumentación 6	30 W
Instrumentación 7	30 W
Instrumentación 8	30 W
Instrumentación 9	30 W
Instrumentación 10	30 W
Instrumentación R1	30 W
Instrumentación R2	30 W
TOTAL....	360 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 360

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 360 W.
- Potencia de cálculo:
360 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=360/230 \times 0.8=1.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 360 / 51.47 \times 230 \times 2.5=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.28 \text{ V.} = 0.12 \%$

$e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 30 W.

- Potencia de cálculo: 30 W.

$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.28 \text{ V.} = 0.12 \%$

$e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 3

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 30 W.

- Potencia de cálculo: 30 W.

$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.28 \text{ V.} = 0.12 \%$

$e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.28 \text{ V.}=0.12 \%$$

$$e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.28 \text{ V.}=0.12 \%$$

$$e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.28 \text{ V.} = 0.12 \%$
 $e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 7

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$
Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.28 \text{ V.} = 0.12 \%$
 $e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 8

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$
Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.28 \text{ V.} = 0.12 \%$
 $e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 9

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.28 \text{ V.}=0.12 \%$$

$$e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 10

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.28 \text{ V.}=0.12 \%$$

$$e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación R1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.28 \text{ V.} = 0.12 \%$
 $e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación R2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.28 \text{ V.} = 0.12 \%$
 $e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 145 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5 \text{ W.}$

$$I=62.5/230 \times 0.8 \times 1=0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.01
 $e(\text{parcial})=2 \times 145 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.61 \text{ V.} = 0.27 \%$
 $e(\text{total})=0.46\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.
Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 145 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5$ W.

$$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 145 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.61 \text{ V.} = 0.27 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.46\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 145 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5$ W.

$$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 145 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.61 \text{ V.} = 0.27 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.46\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Toma Cetac

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.02

$$e(\text{parcial})=140 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5=13.89 \text{ V.}=3.47 \%$$

$$e(\text{total})=3.67\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Toma Schuko 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I=1500/230 \times 0.8=8.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.95

$$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 1500 / 50.79 \times 230 \times 2.5=14.38 \text{ V.}=6.25 \%$$

$$e(\text{total})=6.45\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Unipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Toma Schuko 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I=1500/230 \times 0.8=8.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.95

$$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 1500 / 50.79 \times 230 \times 2.5=14.38 \text{ V.}=6.25 \%$$

$$e(\text{total})=6.45\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Unipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alimentación SAI

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 5 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia aparente: 10 kVA.

- Índice carga c: 0.062.

$$I= Cs \times Ss \times 1000 / (1.732 \times U) = 1.25 \times 10 \times 1000 / (1.732 \times 400)=18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.08

$$e(\text{parcial})=5 \times 10000 / 47.37 \times 400 \times 2.5=1.06 \text{ V.}=0.26 \%$$

$$e(\text{total})=0.46\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

SISTEMA ALIMENTACION ININTERRUMPIDA

Alimentación SAI

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

PLC	500 W
TOTAL....	500 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 500

Cálculo de la Línea: PLC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$I=500/230 \times 0.8=2.72$ A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.44

$e(\text{parcial})=2 \times 3 \times 500 / 51.43 \times 230 \times 2.5=0.1$ V.=0.04 %

$e(\text{total})=0.51\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ACOMETIDA	371275	12	3(3x150/70)Al	669.88	738	0.22	0.22	150x60
LINEA GENERAL ALIMENT.	371275	5	3(4x150+TTx95)Cu	669.88	897	0.06	0.06	3(160)
DERIVACION IND.	371275	10	2(4x185+TTx95)Cu	669.88	682	0.14	0.2	
Bomb. elev. Bio. 1	3750	100	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	26	1.84	2.04	75x60
Bomb. elev. Bio. 2	3750	100	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	26	1.84	2.04	75x60
Bomb. elev. Bio. 3	3750	100	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	26	1.84	2.04	75x60
Bomb. elev. Bio. 4	3750	100	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	26	1.84	2.04	75x60
Bomb. elev. Bio. 5	3750	100	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	26	1.84	2.04	75x60
Válv. man. Biof. 1	312.5	115	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.37	75x60
Válv. man. Biof. 2	312.5	115	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.37	75x60
Válv. man. Biof. 3	312.5	115	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.37	75x60
Válv. man. Biof. 4	312.5	115	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.37	75x60
Válv. man. Biof. 5	312.5	115	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.37	75x60
Válv. man. Biof. 6	312.5	115	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.37	75x60
Válv. man. Biof. 7	312.5	115	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.37	75x60
Válv. man. Biof. 8	312.5	115	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.37	75x60
Válv. man. Biof. 9	312.5	115	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.37	75x60
Válv. man. Biof.10	312.5	115	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.17	0.37	75x60
Válv. man. Biof.11	312.5	125	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.19	0.39	75x60
Válv. man. Biof.12	312.5	125	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.19	0.39	75x60
Válv. man. Biof.13	312.5	125	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.19	0.39	75x60
Válv. man. Biof.14	312.5	125	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.19	0.39	75x60
Válv. man. Biof.15	312.5	125	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.19	0.39	75x60
Válv. man. Biof.16	312.5	125	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.19	0.39	75x60
Válv. man. Biof.17	312.5	125	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.19	0.39	75x60
Válv. man. Biof.18	312.5	125	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.19	0.39	75x60
Válv. man. Biof.19	312.5	125	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.19	0.39	75x60
Válv. man. Biof.20	312.5	125	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.19	0.39	75x60
Válv. man. Biof.21	312.5	130	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.2	0.4	75x60
Válv. man. Biof.22	312.5	130	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.2	0.4	75x60
Válv. man. Biof.23	312.5	130	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.2	0.4	75x60
Válv. man. Biof.24	312.5	130	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.2	0.4	75x60
Válv. man. Biof.25	312.5	130	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.2	0.4	75x60
Válv. man. Biof.26	312.5	130	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.2	0.4	75x60
Válv. man. Biof.27	312.5	130	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.2	0.4	75x60

Anteproyecto de saneamiento y
EDAR de Tapia de Casariego
Fase 1 (Asturias)

Válv. man. Biof.28	312.5	130	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.2	0.4	75x60
Válv. man. Biof.29	312.5	130	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.2	0.4	75x60
Válv. man. Biof.30	312.5	130	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	26	0.2	0.4	75x60
Soplante biológ. 1	25000	135	3x10+TTx10Cu	45.11	54	4.61	4.81	32
Soplante biológ. 2	25000	135	3x10+TTx10Cu	45.11	54	4.61	4.81	32
Soplante biológ. 3	25000	135	3x10+TTx10Cu	45.11	54	4.61	4.81	32
Soplante biológ. 4	25000	135	3x10+TTx10Cu	45.11	54	4.61	4.81	32
Soplante biológ. 5	25000	140	3x10+TTx10Cu	45.11	54	4.78	4.98	32
Soplante biológ. 6	25000	140	3x10+TTx10Cu	45.11	54	4.78	4.98	32
Soplante biológ. 7	25000	140	3x10+TTx10Cu	45.11	54	4.78	4.98	32
Soplante biofil. 1	50000	135	3x35+TTx16Cu	90.21	119	2.58	2.78	50
Soplante biofil. 2	50000	135	3x35+TTx16Cu	90.21	119	2.58	2.78	50
Bomb. lav. biof. 1	31250	135	3x16+TTx16Cu	56.38	73	3.55	3.74	32
Bomb. lav. biof. 2	31250	135	3x16+TTx16Cu	56.38	73	3.55	3.74	32
Bomb. recup. lav1	5000	135	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	3.35	3.55	75x60
Bomb. recup. lav2	5000	135	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	3.35	3.55	75x60
Agitador tanque	6250	140	4x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26	4.39	4.59	75x60
Puente grúa	5000	130	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	3.22	3.42	75x60
Vent. sala sopl. 1	625	145	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.44	0.64	75x60
Vent. sala sopl. 2	625	145	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.44	0.64	75x60
Comp. agua depur.1	625	130	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.39	0.59	75x60
Comp. agua depur.2	625	130	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.39	0.59	75x60
Bomb. imp. terc.1	12500	135	3x4+TTx4Cu	22.55	34	5.53	5.73	75x60
Bomb. imp. terc.2	12500	135	3x4+TTx4Cu	22.55	34	5.53	5.73	75x60
Desinfecc. UV	12500	140	4x4+TTx4Cu	22.55	34	5.73	5.93	75x60
Filtración anillas	1250	140	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	26	0.85	1.05	75x60
Instrumentación	625	1	2x1.5Cu	2.72	21	0.02	0.22	75x60
	360	0.3	2x2.5Cu	1.96	29	0	0	75x60
Instrumentación 1	30	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.12	0.13	75x60
Instrumentación 2	30	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.12	0.13	75x60
Instrumentación 3	30	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.12	0.13	75x60
Instrumentación 4	30	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.12	0.13	75x60
Instrumentación 5	30	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.12	0.13	75x60
Instrumentación 6	30	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.12	0.13	75x60
Instrumentación 7	30	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.12	0.13	75x60
Instrumentación 8	30	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.12	0.13	75x60
Instrumentación 9	30	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.12	0.13	75x60
Instrumentación 10	30	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.12	0.13	75x60
Instrumentación R1	30	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.12	0.13	75x60
Instrumentación R2	30	140	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.12	0.13	75x60
Electroválvula 1	62.5	145	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.27	0.46	75x60
Electroválvula 2	62.5	145	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.27	0.46	75x60
Electroválvula 3	62.5	145	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.27	0.46	75x60
Toma Cetac	5000	140	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	3.47	3.67	75x60
Toma Schuko 1	1500	140	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	29	6.25	6.45	75x60
Toma Schuko 2	1500	140	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	29	6.25	6.45	75x60
Alimentación SAI	10000	5	4x2.5+TTx2.5Cu	18.04	26	0.26	0.46	75x60
PLC	500	3	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	29	0.04	0.51	75x60

LÍNEAS DE POTENCIA DEL CCM LIMPIEZA DE FANGOS

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de fí. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en m Ω /m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}}-T_0) (I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\theta = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\theta = Q/P.$$

$$Q_c = P_x(\operatorname{tg}\theta_1 - \operatorname{tg}\theta_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

θ_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

θ_2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$\omega = 2 \times \pi \times f$; $f = 50$ Hz.

C = Capacidad condensadores (F); $c \times 1000000$ (μF).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccI} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,

I_{pccI} : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

C_t : Coeficiente de tensión.

U : Tensión trifásica en V.

Z_t : Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

C_t : Coeficiente de tensión.

U_F : Tensión monofásica en V.

Z_t : Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

R_t : $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t : $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

σ_{adm} : Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}})$$

Siendo,

I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)

I_{cccs} : Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

t_{cc} : Tiempo de duración del cortocircuito (s)

K_c : Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c : Longitud total del conductor (m)

L_p : Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Espesador	1000 W
Bomb. fgs. a centl	2000 W

Bomb. fgs. a cent2	2000 W
Bomb. fgs. a cent3	2000 W
Eq. prep. polielec	4000 W
Dosif. poliel. 1	500 W
Dosif. poliel. 2	500 W
Dosif. poliel. 3	500 W
Centrífuga 1	18000 W
Centrífuga 2	18000 W
Tornillo transp	3000 W
Filtro silo cal	500 W
Mezc. rompebóvedas	3000 W
Tornillo silo cal	500 W
Mez. fango con cal	5000 W
Bomb. elev. silo	7500 W
Comp. vaciado silo	500 W
Instrumentación	500 W
Electroválvula 1	50 W
Electroválvula 2	50 W
Electroválvula 3	50 W
Electroválvula 4	50 W
Toma Cetac	5000 W
Toma Schuko 1	1500 W
Toma Schuko 2	1500 W
Alimentación SAI	8000 W
TOTAL....	85200 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 85200
- Potencia Máxima Admisible (W): 96992

Cálculo de la ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 85200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $18000 \times 1.25 + 69325 = 91825$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 91825 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 165.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x95/50mm²Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: Al XZ1(S)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 175 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 140 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 83.26

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 91825 / (27.48 \times 400 \times 95) = 0.88 \text{ V.} = 0.22 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.22\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$$

Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 85200 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $18000 \times 1.25 + 69325 = 91825 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 91825 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 165.68 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 224 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 140 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.35

$e(\text{parcial}) = 10 \times 91825 / 46.86 \times 400 \times 95 = 0.52 \text{ V.} = 0.13 \%$

$e(\text{total}) = 0.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 200 A.

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Cond.Empot.Obra

- Longitud: 12 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 85200 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $18000 \times 1.25 + 69325 = 91825 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 91825 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 165.68 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 185 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 80.1

$e(\text{parcial}) = 12 \times 91825 / 44.96 \times 400 \times 70 = 0.88 \text{ V.} = 0.22 \%$

$e(\text{total}) = 0.35\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 175 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Espesador

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 125 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1000 \times 1.25 = 1250 \text{ W.}$

$I = 1250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 2.26 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$e(\text{parcial})=125 \times 1250 / 51.45 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 3.04 \text{ V.} = 0.76 \%$

$e(\text{total})=1.11\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Bomb. fgs. a cent1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$2000 \times 1.25 = 2500 \text{ W.}$

$I=2500/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.51 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.5

$e(\text{parcial})=120 \times 2500 / 51.24 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 5.86 \text{ V.} = 1.46 \%$

$e(\text{total})=1.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Bomb. fgs. a cent2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$2000 \times 1.25 = 2500 \text{ W.}$

$I=2500/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.51 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.5
 $e(\text{parcial})=120 \times 2500 / 51.24 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 5.86 \text{ V} = 1.46 \%$
 $e(\text{total})=1.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Bomb. fgs. a cent3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2000 \times 1.25 = 2500 \text{ W}$.

$I=2500/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.51 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.5

$e(\text{parcial})=120 \times 2500 / 51.24 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 5.86 \text{ V} = 1.46 \%$

$e(\text{total})=1.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Eq. prep. polielec

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W}$.

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.02

$e(\text{parcial})=120 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 11.9 \text{ V} = 2.98 \%$

$e(\text{total})=3.32\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Dosif. poliel. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 120 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W}$.

$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=120 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.46 \text{ V} = 0.36 \%$

$e(\text{total})=0.71\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: $1.28 \div 1.6 \text{ A}$.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Dosif. poliel. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 120 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W}$.

$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=120 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.46 \text{ V} = 0.36 \%$

$e(\text{total})=0.71\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: $1.28 \div 1.6 \text{ A}$.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Dosif. poliel. 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625$ W.

$$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$$e(\text{parcial}) = 120 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.46 \text{ V.} = 0.36 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: $1.28 \div 1.6$ A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Centrífuga 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 18000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $18000 \times 1.25 = 22500$ W.

$$I = 22500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 40.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.89

$$e(\text{parcial}) = 115 \times 22500 / 47.56 \times 400 \times 10 \times 1 = 13.6 \text{ V.} = 3.4 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.75\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contacto Tetrapolar In: 50 A.

Cálculo de la Línea: Centrífuga 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 18000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $18000 \times 1.25 = 22500$ W.

$$I = 22500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 40.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.89

$e(\text{parcial}) = 115 \times 22500 / 47.56 \times 400 \times 10 \times 1 = 13.6 \text{ V.} = 3.4 \%$

$e(\text{total}) = 3.75\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 50 A.

Cálculo de la Línea: Tornillo transp

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $3000 \times 1.25 = 3750$ W.

$$I = 3750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 6.77 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.39

$e(\text{parcial}) = 125 \times 3750 / 50.89 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 9.21 \text{ V.} = 2.3 \%$

$e(\text{total}) = 2.65\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Filtro silo cal

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
500x1.25=625 W.

$$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$$e(\text{parcial}) = 120 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.46 \text{ V.} = 0.36 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Mezc. rompebóvedas

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
3000x1.25=3750 W.

$$I=3750/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 6.77 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.39

$$e(\text{parcial}) = 130 \times 3750 / 50.89 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 9.58 \text{ V.} = 2.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.74\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Tornillo silo cal

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 125 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W}$.

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -, Apantallado. Desig. UNE: RZ1KZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial}) = 125 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.52 \text{ V} = 0.38 \%$

$e(\text{total}) = 0.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: $1.28 \div 1.6 \text{ A}$.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase B.

Cálculo de la Línea: Mez. fango con cal

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 5000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W}$$

$I = 6250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 11.28 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.41

$e(\text{parcial}) = 130 \times 6250 / 49.81 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 16.31 \text{ V} = 4.08 \%$

$e(\text{total}) = 4.43\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Bomb. elev. silo

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 7500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$7500 \times 1.25 = 9375 \text{ W}$$

$I = 9375 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 16.92 \text{ A}$.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 34 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 52.38
 $e(\text{parcial})=140 \times 9375 / 49.3 \times 400 \times 4 \times 1 = 16.64 \text{ V.} = 4.16 \%$
 $e(\text{total})=4.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 25 A.

Cálculo de la Línea: Comp. vaciado silo

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 130 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
500x1.25=625 W.

$I=625/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.09
 $e(\text{parcial})=130 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.58 \text{ V.} = 0.39 \%$
 $e(\text{total})=0.74\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 5 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia aparente: 0.5 kVA.
- Índice carga c: 0.9.

$I= Ct \times St \times 1000 / U = 1.25 \times 0.5 \times 1000 / 230 = 2.72 \text{ A.}$
Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.84

$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 500 / 51.36 \times 230 \times 1.5 = 0.28 \text{ V.} = 0.12 \%$

$e(\text{total})=0.47\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO

Instrumentación

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Instrumentación 1	30 W
Instrumentación 2	30 W
Instrumentación 3	30 W
Instrumentación 4	30 W
Instrumentación 5	30 W
Instrumentación 6	30 W
Instrumentación 7	30 W
Instrumentación 8	30 W
Instrumentación 9	30 W
Instrumentación 10	30 W
Instrumentación R1	30 W
Instrumentación R2	30 W
TOTAL....	360 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 360

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 360 W.

- Potencia de cálculo:

360 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=360/230 \times 0.8=1.96 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 360 / 51.47 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=0\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 115 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.23 \text{ V.}=0.1 \%$$

$$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 115 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.23 \text{ V.}=0.1 \%$$

$$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 115 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.23 \text{ V.} = 0.1 \%$

$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 115 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.23 \text{ V.} = 0.1 \%$

$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 115 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.23 \text{ V.} = 0.1 \%$

$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 115 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.23 \text{ V.}=0.1 \%$$

$$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 7

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 115 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.23 \text{ V.}=0.1 \%$$

$$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 8

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 115 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.23 \text{ V.} = 0.1 \%$

$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 9

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 30 W.

- Potencia de cálculo: 30 W.

$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 115 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.23 \text{ V.} = 0.1 \%$

$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación 10

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 30 W.

- Potencia de cálculo: 30 W.

$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 115 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0.23 \text{ V.} = 0.1 \%$

$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación R1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 115 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.23 \text{ V.}=0.1 \%$$

$$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Instrumentación R2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 115 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: 30 W.

$$I=30/230 \times 0.8=0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 115 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.23 \text{ V.}=0.1 \%$$

$$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 135 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25=62.5 \text{ W.}$

$$I=62.5/230 \times 0.8 \times 1=0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$e(\text{parcial})=2 \times 135 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.57 \text{ V.} = 0.25 \%$

$e(\text{total})=0.6\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 135 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 50 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$50 \times 1.25 = 62.5 \text{ W.}$$

$$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$e(\text{parcial})=2 \times 135 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.57 \text{ V.} = 0.25 \%$

$e(\text{total})=0.6\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 3

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 135 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 50 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$50 \times 1.25 = 62.5 \text{ W.}$$

$$I = 62.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.01
 $e(\text{parcial})=2 \times 135 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.57 \text{ V.} = 0.25 \%$
 $e(\text{total})=0.6\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Electroválvula 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 135 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $50 \times 1.25 = 62.5 \text{ W.}$

$I=62.5/230 \times 0.8 \times 1 = 0.34 \text{ A.}$
Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.01
 $e(\text{parcial})=2 \times 135 \times 62.5 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.57 \text{ V.} = 0.25 \%$
 $e(\text{total})=0.6\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.
Elemento de Maniobra:
Contactor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Toma Cetac

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 140 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 = 9.02 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.02

$e(\text{parcial})=140 \times 5000 / 50.41 \times 400 \times 2.5 = 13.89 \text{ V} = 3.47 \%$

$e(\text{total})=3.82\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Toma Schuko 1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 140 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: 1500 W.

$I=1500/230 \times 0.8=8.15 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 38 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.3

$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 1500 / 51.09 \times 230 \times 4 = 8.94 \text{ V} = 3.89 \%$

$e(\text{total})=4.23\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Toma Schuko 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 140 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: 1500 W.

$I=1500/230 \times 0.8=8.15 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, El.Term.+Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07ZZ-F(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 38 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.3

$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 1500 / 51.09 \times 230 \times 4 = 8.94 \text{ V} = 3.89 \%$

$e(\text{total})=4.23\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alimentación SAI

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia aparente: 10 kVA.
- Índice carga c: 0.062.

$$I = Cs \times Ss \times 1000 / (1.732 \times U) = 1.25 \times 10 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.08

$$e(\text{parcial}) = 5 \times 10000 / 47.37 \times 400 \times 2.5 = 1.06 \text{ V.} = 0.26 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

SISTEMA ALIMENTACION ININTERRUMPIDA
Alimentación SAI

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

PLC	500 W
TOTAL....	500 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 500

Cálculo de la Línea: PLC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 3 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I = 500 / 230 \times 0.8 = 2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.44

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 3 \times 500 / 51.43 \times 230 \times 2.5 = 0.1 \text{ V.} = 0.04 \%$$

e(total)=0.66% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 100
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 0.333, 0.333, 0.083, 0.0208
- I. admisible del embarrado (A): 290

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 8.78^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.083 \cdot 1) = 968.27 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 165.68 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 290 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 8.78 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 100 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 23.19 \text{ kA}$$

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ACOMETIDA	91825	10	3x95/50Al	165.68	175	0.22	0.22	140
LINEA GENERAL ALIMENT.	91825	10	4x95+TTx50Cu	165.68	224	0.13	0.13	140
DERIVACION IND.	91825	12	4x70+TTx35Cu	165.68	185	0.22	0.35	
Espesador	1250	125	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	26	0.76	1.11	75x60
Bomb. fgs. a cent1	2500	120	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	26	1.46	1.81	75x60
Bomb. fgs. a cent2	2500	120	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	26	1.46	1.81	75x60
Bomb. fgs. a cent3	2500	120	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	26	1.46	1.81	75x60
Eq. prep. polielec	5000	120	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	2.98	3.32	75x60
Dosif. poliel. 1	625	120	3x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.36	0.71	75x60
Dosif. poliel. 2	625	120	3x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.36	0.71	75x60
Dosif. poliel. 3	625	120	3x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.36	0.71	75x60
Centrífuga 1	22500	115	4x10+TTx10Cu	40.6	60	3.4	3.75	75x60

Anteproyecto de saneamiento y
EDAR de Tapia de Casariego
Fase 1 (Asturias)

Centrífuga 2	22500	115	4x10+TTx10Cu	40.6	60	3.4	3.75	75x60
Tornillo transp	3750	125	4x2.5+TTx2.5Cu	6.77	26	2.3	2.65	75x60
Filtro silo cal	625	120	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.36	0.71	75x60
Mezc. rompebóvedas	3750	130	4x2.5+TTx2.5Cu	6.77	26	2.39	2.74	75x60
Tornillo silo cal	625	125	3x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.38	0.73	75x60
Mez. fango con cal	6250	130	4x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26	4.08	4.43	75x60
Bomb. elev. silo	9375	140	4x4+TTx4Cu	16.92	34	4.16	4.51	75x60
Comp. vaciado silo	625	130	4x2.5+TTx2.5Cu	1.13	26	0.39	0.74	75x60
Instrumentación	625	5	2x1.5Cu	2.72	21	0.12	0.47	75x60
	360	0.3	2x2.5Cu	1.96	29	0	0	75x60
Instrumentación 1	30	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.1	0.1	75x60
Instrumentación 2	30	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.1	0.1	75x60
Instrumentación 3	30	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.1	0.1	75x60
Instrumentación 4	30	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.1	0.1	75x60
Instrumentación 5	30	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.1	0.1	75x60
Instrumentación 6	30	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.1	0.1	75x60
Instrumentación 7	30	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.1	0.1	75x60
Instrumentación 8	30	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.1	0.1	75x60
Instrumentación 9	30	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.1	0.1	75x60
Instrumentación 10	30	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.1	0.1	75x60
Instrumentación R1	30	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.1	0.1	75x60
Instrumentación R2	30	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	29	0.1	0.1	75x60
Electroválvula 1	62.5	135	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.25	0.6	75x60
Electroválvula 2	62.5	135	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.25	0.6	75x60
Electroválvula 3	62.5	135	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.25	0.6	75x60
Electroválvula 4	62.5	135	2x2.5+TTx2.5Cu	0.34	29	0.25	0.6	75x60
Toma Cetac	5000	140	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	26	3.47	3.82	75x60
Toma Schuko 1	1500	140	2x4+TTx4Cu	8.15	38	3.89	4.23	75x60
Toma Schuko 2	1500	140	2x4+TTx4Cu	8.15	38	3.89	4.23	75x60
Alimentación SAI	10000	5	4x2.5+TTx2.5Cu	18.04	26	0.26	0.61	75x60
PLC	500	3	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	29	0.04	0.66	75x60

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mceic} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
LINEA GENERAL ALIMENT.	10	4x95+TTx50Cu	12	50	5263.37	6.66	0.305	250.99	200
DERIVACION IND.	12	4x70+TTx35Cu	10.57	15	4391.8	5.19			250;B,C
Espesador	125	4x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	84.29	17.99			16;B
Bomb. fgs. a cent1	120	4x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	87.74	16.6			16;B
Bomb. fgs. a cent2	120	4x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	87.74	16.6			16;B
Bomb. fgs. a cent3	120	4x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	87.74	16.6			16;B
Eq. prep. polielec	120	4x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	87.74	16.6			16;B
Dosif. poliel. 1	120	3x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	87.74	16.6			1.6;B,C,D
Dosif. poliel. 2	120	3x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	87.74	16.6			1.6;B,C,D
Dosif. poliel. 3	120	3x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	87.74	16.6			1.6;B,C,D
Centrífuga 1	115	4x10+TTx10Cu	8.82	10	345.24	17.16			50;B
Centrífuga 2	115	4x10+TTx10Cu	8.82	10	345.24	17.16			50;B
Tornillo transp	125	4x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	84.29	17.99			16;B
Filtro silo cal	120	4x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	87.74	16.6			16;B
Mezc. rompebóvedas	130	4x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	81.11	19.43			16;B
Tornillo silo cal	125	3x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	84.29	17.99			1.6;B,C,D
Mez. fango con cal	130	4x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	81.11	19.43			16;B
Bomb. elev. silo	140	4x4+TTx4Cu	8.82	10	119.48	22.92			20;B
Comp. vaciado silo	130	4x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	81.11	19.43			16;B
Instrumentación	5	2x1.5Cu	8.82	10	1004.09	0.05			10;B,C,D
	0.3	2x2.5Cu	0.02	4.5	9.13	1533.71			16
Instrumentación 1	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.32	1848.39	585.729	95.41	16
Instrumentación 2	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.32	1848.39	585.729	95.41	16
Instrumentación 3	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.32	1848.39	585.729	95.41	16
Instrumentación 4	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.32	1848.39	585.729	95.41	16
Instrumentación 5	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.32	1848.39	585.729	95.41	16
Instrumentación 6	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.32	1848.39	585.729	95.41	16
Instrumentación 7	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.32	1848.39	585.729	95.41	16
Instrumentación 8	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.32	1848.39	585.729	95.41	16
Instrumentación 9	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.32	1848.39	585.729	95.41	16
Instrumentación 10	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.32	1848.39	585.729	95.41	16
Instrumentación R1	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.32	1848.39	585.729	95.41	16
Instrumentación R2	115	2x2.5+TTx2.5Cu	0.02	50	8.32	1848.39	585.729	95.41	16
Electroválvula 1	135	2x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	78.16	20.92			16
Electroválvula 2	135	2x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	78.16	20.92			16
Electroválvula 3	135	2x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	78.16	20.92			16
Electroválvula 4	135	2x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	78.16	20.92			16

Toma Cetac	140	4x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	75.41	22.47	16
Toma Schuko 1	140	2x4+TTx4Cu	8.82	10	119.48	22.92	16;B
Toma Schuko 2	140	2x4+TTx4Cu	8.82	10	119.48	22.92	16;B
Alimentación SAI	5	4x2.5+TTx2.5Cu	8.82	10	1456.81	0.06	20;B,C,D
PLC	3	2x2.5+TTx2.5Cu	2.93	4.5	1036.33	0.12	16;B,C,D

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ² 30 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²
Picas verticales de Cobre	14 mm
de Acero recubierto Cu	14 mm 1 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17.65 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

6.3.- APÉNDICE E-3: INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO

CÁLCULO DEL NIVEL DE PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN FRENTE AL RAYO

		Densidad impacto sobre terreno	Área	Situación del edificio				
Frecuencia esperada de impactos (N_e)	$N_e = N_g * A_e * C_1 * 10^{-6}$	N _g	A _e	C ₁				
	0,006234623	3	4156,415	0,5				Ed. Explo continua
	0,003402675	3	2268,45	0,5				Edificio Control
	0,00459084	3	3060,56	0,5				Ed Biofiltros
	0,000076755	3	51,17	0,5				EB Pretratamientos
	0,002306475	3	768,825	1				EB Mantaras
Riesgo admisible (N_a)	$N_a = (5,5/C_2 * C_3 * C_4 * C_5) * 10^{-3}$	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅			
	0,003666667	1	3	0,5	1			Ed. Explo continua
	0,0055	1	1	1	1			Edificio Control
	0,003666667	1	3	0,5	1			Ed Biofiltros
	0,003666667	1	3	0,5	1			EB Pretratamientos
	0,003666667	1	3	0,5	1			EB Mantaras
Área paralelepípedo	$A_e = L * A + 6 * H * (L + A) + 9 * H^2$	L (largo)	A (ancho)	H (alto)				
	4156,415	46,85	25,9	6				Ed. Explo continua
	2268,45	46,5	16,2	3,7				Edificio control
	3060,56	39,8	17,2	6				Ed Biofiltros
	51,17	11,9	4,3	0				EB Pretratamientos
	768,825	10,5	5,65	5				EB Mantaras
Eficacia de la instalación	$E = 1 - (N_a / N_e)$				Nivel protección			
	0,411886338				4			Ed. Explo continua
	-0,616375352				4			Edificio Control
	0,201308112				4			Ed Biofiltros
	-46,7710464				4			EB Pretratamientos
	-0,58972747				4			EB Mantaras
Conclusión								
Ed. Explo continua	Si necesita instalación							
Edificio Control	No necesita instalación							
Ed Biofiltros	Si necesita instalación							
EB Pretratamientos	No necesita instalación							
EB Mantaras	No necesita instalación							

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN SEGÚN EL NIVEL DE PROTECCIÓN CALCULADO

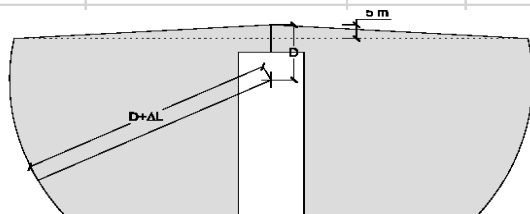
VOLUMEN DE PROTECCIÓN DE LOS PARARRAYOS CON DISPOSITIVO DE CEBADO.

- 1 Cuando se utilicen pararrayos con dispositivo de cebado, el volumen protegido por cada punta se define de la siguiente forma (véase figura B.4):
 - a) bajo el plano horizontal situado 5 m por debajo de la punta, el volumen protegido es el de una esfera cuyo centro se sitúa en la vertical de la punta a una distancia D y cuyo radio es:
 $R = D + \Delta L$
 siendo
 R el radio de la esfera en m que define la zona protegida
 D distancia en m que figura en la tabla B.4 en función del nivel de protección
 ΔL distancia en m función del tiempo del avance en el cebado Δt del pararrayos en μs . Se adoptará $\Delta L = \Delta t$ para valores de Δt inferiores o iguales a 60 μs , y $\Delta L = 60$ m para valores de Δt superiores.
 - b) por encima de este plano, el volumen protegido es el de un cono definido por la punta de captación y el círculo de intersección entre este plano y la esfera.

Tabla B.4 Distancia D

Nivel de protección	Distancia D m
1	20
2	30
3	45
4	60

En el cuadro queda marcada la solución a adoptar en función del nivel de protección que se ha calculado.



B.1.2 Derivadores o conductores de bajada

- 1 Los derivadores conducirán la corriente de descarga atmosférica desde el dispositivo captador a la toma de tierra, sin calentamientos y sin elevaciones de potencial peligrosos, por lo que deben preverse:
 - a) al menos un conductor de bajada por cada punta Franklin o pararrayos con dispositivo de cebado, y un mínimo de dos cuando la proyección horizontal del conductor sea superior a su proyección vertical o cuando la altura de la estructura que se protege sea mayor que 28 m;
 - b) longitudes de las trayectoria lo más reducidas posible;
 - c) conexiones equipotenciales entre los derivadores a nivel del suelo y cada 20 metros.
- 2 En caso de mallas, los derivadores y conductores de bajada se repartirán a lo largo del perímetro del espacio a proteger, de forma que su separación media no exceda de lo indicado en la tabla B.5 en función del nivel de protección.

Tabla B.5 Distancia entre conductores de bajada en sistemas de protección de mallas conductoras

Nivel de protección	Distancia entre conductores de bajada m
1	10
2	15
3	20
4	25

- 3 Todo elemento de la instalación discurrirá por donde no represente riesgo de electrocución o estará protegido adecuadamente.

En el cuadro queda marcada la solución a adoptar en función del nivel de protección que se ha calculado.

B.2 Sistema interno

- 1 Este sistema comprende los dispositivos que reducen los efectos eléctricos y magnéticos de la corriente de la descarga atmosférica dentro del espacio a proteger.
- 2 Deberá unirse la estructura metálica del edificio, la instalación metálica, los elementos conductores externos, los circuitos eléctricos y de telecomunicación del espacio a proteger y el sistema externo de protección si lo hubiera, con conductores de equipotencialidad o protectores de sobretensiones a la red de tierra.
- 3 Cuando no pueda realizarse la unión equipotencial de algún elemento conductor, los conductores de bajada se dispondrán a una distancia de dicho elemento superior a la distancia de seguridad d_s . La distancia de seguridad d_s será igual a:
 $d_s = 0,1 \cdot L$
 siendo L la distancia vertical desde el punto en que se considera la proximidad hasta la toma de tierra de la masa metálica o la unión equipotencial más próxima. En el caso de canalizaciones exteriores de gas, la distancia de seguridad será de 5 m como mínimo.

ANEJO-F: INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

ÍNDICE

1.-	OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO	1
2.-	INSTRUMENTACIÓN	1
2.1.-	CRITERIOS GENERALES ADOPTADOS PARA LA INSTRUMENTACIÓN.	1
2.2.-	CRITERIOS PARTICULARES ADOPTADOS PARA LA INSTRUMENTACIÓN..	2
2.2.1.-	Transmisores de presión	2
2.2.2.-	Transmisores de temperatura.....	2
2.2.3.-	Transmisores de nivel.....	3
2.2.4.-	Transmisores de caudal	3
2.2.5.-	Analizadores de pH y redox	3
2.2.6.-	Analizadores de conductividad.....	3
2.2.7.-	Analizadores de control del tratamiento biológico.....	4
2.2.8.-	Sondas de amonio y nitratos.....	4
2.2.9.-	Analizadores de turbidez/sólidos en suspensión.....	4
2.2.10.-	Control de sulfhídrico.....	5
2.3.-	NORMATIVA DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO Y RECOMENDACIONES PARA APLICACIÓN EN EL ANEJO A16	5
2.4.-	INSTRUMENTACIÓN	8
3.-	SISTEMA DE CONTROL	9
3.1.-	CRITERIOS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL	9
3.1.1.-	Control de los procesos y automatismos.	9
3.1.2.-	Sistema de registro de datos y control de supervisión.....	15
3.1.3.-	Hardware.	15
3.1.4.-	Buses.	16
3.1.5.-	Lista de normativa de referencia	16
3.2.-	SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE LA EDAR.....	16
3.2.1.-	Sistema de automatización y control.....	16
3.2.2.-	Cuadro de PLC's	18
3.2.3.-	Red Ethernet de comunicaciones.....	21
3.2.4.-	Comunicación PROFIBUS DP.....	21
3.2.5.-	Sistema de gestión	21
3.2.6.-	Programa de gestión SCADA.....	21
3.2.7.-	Videowall TFT	21
3.2.8.-	Modos de funcionamiento previstos.....	22
4.-	GENERALIDADES SOBRE EL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO	23
4.1.-	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	23
4.1.1.-	Componentes del sistema	23
4.1.2.-	Interfaces hombre-máquina	24
4.1.3.-	Conjunto de herramientas de ingeniería	26
4.1.4.-	Vista de objetos de Proceso	27
4.1.5.-	Librerías de I&C.....	27

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El objeto del presente documento es la definición de la instrumentación de la que dispondrá la EDAR y del sistema y equipos para la gestión de la misma, equipos de control y de gestión de los procesos.

2.- INSTRUMENTACIÓN

2.1.- CRITERIOS GENERALES ADOPTADOS PARA LA INSTRUMENTACIÓN.

El diseño, instalación y ejecución de la instrumentación atenderá a los siguientes criterios generales:

- Se instalarán los equipos necesarios para obtener la información suficiente para garantizar un estricto control y supervisión del proceso.
- Todas las alarmas tendrán reflejo en sala de control. En el caso de existir paneles locales se discriminarán alarmas que puedan reflejarse en ellos, cuando sea de interés.
- Todos los instrumentos de medida y control podrán aislarse en funcionamiento, de manera que permitan las labores de calibración, mantenimiento y reposición. Serán a prueba del polvo y la humedad con grado de protección IP 65. Aquellos instrumentos con riesgos de inundación prolongada tendrán un grado de protección IP 68.
- Los indicadores locales de pH, conductividad, oxígeno disuelto y sólidos en suspensión, etc. se instalarán dentro de armarios que impidan la incidencia directa de los rayos UV para evitar su deterioro. Dichos instrumentos incluirán además de indicación local, transmisión a distancia para control, indicación en el puesto de control. Siempre que sea posible, se utilizarán analizadores multicanal-multiparamétricos para controlar las diferentes sondas de una misma zona.
- Todos los instrumentos de medición y control se instalarán en sitios que sean fácilmente accesibles para su mantenimiento y operación. Cuando no se dé esta circunstancia, se instalarán por parejas, con el fin de evitar falsas alarmas por averías del sensor.
- Las escalas y márgenes de medida se elegirán, siempre que sea posible, de forma que actúe entre el 40% y el 60% de la escala.
- La instrumentación estará conectada al DCS mediante red PROFIBUS PA/DP utilizando señales analógicas de 4-20 mA cuando no exista esa posibilidad. La instrumentación de campo conectada a través del bus PROFIBUS podrá ser calibrada y parametrizada desde el DCS.
- La instrumentación de campo incluida en zonas susceptibles de riesgo de explosión, deberá de ser antideflagrante, homologada para el cumplimiento de la normativa de atmosferas explosivas.
- La mayoría de los equipos dispondrán de modo local de visualización, control, programación y parametrización. Está estará ubicada en un lugar fácilmente accesible en el que no sean necesarios elementos auxiliares (escaleras, etc.) para su manipulación. No obstante, dicha programación y parametrización podrá realizarse también desde la sala de control a través del bus de campo PROFIBUS.
- Cuando proceda existirán cuadros de electroválvulas y finalizadores de carrera centralizados por áreas.
- Los manómetros y termómetros serán de acero AISI 316L.
- Se prestará especial atención al material de las membranas de los transmisores y manómetros que estén en contacto con los fluidos más agresivos.
- Las vainas para instrumentación que se instalen en tubería de acero inoxidable serán de igual material.

- Las electroválvulas de campo serán de tipo de intemperie.
- En aquellos casos que proceda, los instrumentos irán provistos de las correspondientes válvulas de aislamiento que serán de acero inoxidable AISI 316L. Asimismo, la tornillería y soportes correspondientes a la instrumentación serán de acero inoxidable AISI 316L.
- Los transmisores de presión diferencial estarán dotados de bloques de válvulas -manifold- adecuadas para las operaciones de aislamiento, igualación y purga.
- Los manómetros deberán llevar válvula de aislamiento y de purga.
- Los indicadores de nivel en depósitos tendrán válvulas de aislamiento del proceso que permitan su desmontaje en marcha.
- Se preverán puntos de vertido para conducir los drenajes de los instrumentos que lo requieran.
- El cableado de instrumentación se instalará en bandejas independientes del cableado de fuerza.

2.2.- CRITERIOS PARTICULARES ADOPTADOS PARA LA INSTRUMENTACIÓN.

Para cada tipo de instrumento se tendrán en cuenta, cuando proceda, los siguientes criterios particulares:

2.2.1.- Transmisores de presión

- Los transmisores de presión serán de membrana, y dispondrán de sello separador en aplicaciones con fangos y productos químicos. La membrana será de AISI 316L, cerámica para fangos y deberá de ser Hastelloy para productos químicos. En los transmisores de presión para fangos se justificará el tamaño de la membrana para conseguir la máxima sensibilidad de medida.
- Se instalarán de modo que se permita los trabajos de mantenimiento, calibración y limpieza.
- Presión y medida de dosificación de aditivos
 - Cada bomba dosificadora dispone, instalado justo en la impulsión y previo a la válvula de aislamiento, de un presostato de seguridad que dispara por alta presión. En principio, este presostato se tarará a la presión máxima admisible de la dosificadora, o, si esta no es requerida, debido a las características de la instalación, a una presión inferior, de manera que el presostato proteja tanto la dosificadora como la instalación.
 - Está previsto instalar el presostato modelo PCS2MA con sello separador S96LI de CELLA, u otro de igual características y diferente fabricante -WIKA, IBERFLUID, etc.
 - También está previsto instalar, en cada línea de dosificación de polielectrolito, un manómetro DN-100, en inoxidable, con relleno de glicerina, modelo BNI-V con sello separador S96LI de CELLA, u otro de igual características y diferente fabricante - WIKA, IBERFLUID, etc.

2.2.2.- Transmisores de temperatura

- Serán PT100 para rangos de temperatura inferiores a 250°C. Serán termopar tipo J para rangos superiores a 250°C.
- Todos los transmisores de temperatura serán montados a través de vaina de protección de AISI 316L con presión mínima admisible de 20 bar.
- Las sondas de inmersión se construirán con pértiga de montaje y desmontaje que facilite su mantenimiento.

2.2.3.- Transmisores de nivel

- Se utilizará transmisores de nivel tipo radar, incluso en los casos en los que el medio a medir permitiera la utilización de transmisores de nivel por ultrasonidos. Se instalarán transmisores de nivel tipo radar sin indicación local, ya que en la mayoría de los casos su instalación - interior de pozos, en parte superior depósitos, etc.- no permite acceder a dicha indicación. Serán con comunicación PROFIBUS PA, pudiéndose configurar y parametrizar desde el sistema de control de la planta.
- Para la medida de nivel en continuo de pozos de bombeo se dispondrá de dos interruptores de nivel, que se prevén como seguridad en caso de un posible fallo del transmisor de nivel. Se instalará un interruptor de muy bajo nivel, que actuará como enclavamiento de seguridad de las bombas, y otro interruptor de muy alto nivel, que dará alarma en caso de un llenado excesivo del bombeo de alimentación al tratamiento primario. Estos interruptores de nivel serán de flotador, tipo boya.
- Cuando se utilice un transmisor de nivel para obtener la medida de caudal en canal abierto se utilizará un transmisor de nivel por ultrasonidos.
- Los transmisores de nivel de sonda ultrasónica ajustable o de sonda de turbidez sumergible serán utilizados para la medida de nivel de manto de lodos.
- Los transmisores de nivel mediante presión hidrostática se utilizarán en aquellas aplicaciones en que no se pueda utilizar ninguno de los sistemas anteriores.

2.2.4.- Transmisores de caudal

- Todos los transmisores de caudal podrán visualizar, en el display del propio equipo, el caudal instantáneo y el caudal totalizado. Igualmente, a través de la comunicación PROFIBUS, se podrá visualizar dicha información en el sistema de control de la planta, incluso obtener totalizaciones diarias, semanales y mensuales.
- Los caudalímetros de medida contractual dispondrán de un sistema de precintado.
- Para la medición de caudal en canal abierto se utilizarán canales tipo Parshall y transmisor de tipo ultrasónico.
- En tuberías se utilizarán caudalímetros electromagnéticos. Los caudalímetros electromagnéticos que se instalen en tuberías enterradas, se ubicarán dentro de un habitáculo de dimensiones adecuadas para facilitar su montaje, desmontaje y mantenimiento.
- Para la medición de caudal de gases (biogás, aire, etc.) se utilizarán medidores de caudal másico térmicos.

2.2.5.- Analizadores de pH y redox

- Los de inserción en tubería dispondrán de elementos que permitan su extracción en caliente (con la tubería en presión).
- En aquellas conducciones que lo permitan podrán instalarse las sondas en inmersión, mediante pértigas portaelectrodos, en canales abiertos, y dispondrán de un sistema de limpieza en automático.

2.2.6.- Analizadores de conductividad

- Los de inserción en tubería dispondrán de elementos que permitan su extracción en caliente (con la tubería en presión).
- En aquellas conducciones que lo permitan podrán instalarse las sondas en inmersión, mediante pértigas portaelectrodos, en canales abiertos, utilizándose sensores inductivos altamente resistentes al ensuciamiento y que no requieren sistema de limpieza en automático.

2.2.7.- Analizadores de control del tratamiento biológico

- Las sondas de oxígeno utilizarán un sistema óptico de medida LDO, dispondrán de un principio de medida de membrana luminiscente sensible al oxígeno.
- Las sondas de concentración, instaladas en inmersión, con medida en NTU de 0 a 4000 ud y 0,001 a 50 g/l en SS. Dispondrán de un sistema de limpieza mecánico mediante escobilla o 'wiper'.
- Las sondas de nitrógeno, por electrodo selectivo de montaje en inmersión. Compensación interna de potasio cloruro y pH. Programable 0,5 a 1000 mg/l en N-NH₄ y N-NO₃.
- Las sondas de redox, serán del tipo electrodo de medida diferencial digital y compensación automática de temperatura.
- Las sondas de conductividad serán de inmersión con indicador y transmisor.
- Las sondas pH serán del tipo electrodo de medida diferencial digital y compensación automática de temperatura.

2.2.8.- Sondas de amonio y nitratos

- Serán de tipo electrodo selectivo ISE, para instalar en inmersión. Dispondrán de compensación interna por potasio, cloruro y pH, y un rango de medición de 0,5 a 1000 mg/l en N-NH₄ y N-NO₃.
- Para realizar esta medida se utilizará un instrumento de medida potenciométrico con electrodo de ion selectivo, instalado lo más próximo a la salida del reactor, que no se ve afectado por el color ni la turbidez del medio medido. Además del electrodo de ion selectivo para nitratos, el conjunto sensor incorpora también un electrodo de ion selectivo para amonio, un electrodo de ion selectivo para cloruros (para compensar los nitratos), un electrodo de potasio (para compensar el amonio) y de pH para realizar la compensación de la medida.
- En principio, el medidor que se ha previsto es el conjunto sensor ISEmax SENSOR CAS40D conectado al transmisor multiparamétrico-multicanal LIQUILINE CM444 con comunicación PROFIBUS DP, de ENDRESS+HAUSER, aunque podría instalarse otro de iguales prestaciones y diferente fabricante -SIEMENS, HACH LANGE, WTW, etc.-
- El transmisor, que es multiparamétrico-multicanal, es común a las otras dos medidas que se realizan en esta ubicación: amonio y oxígeno disuelto.

2.2.9.- Analizadores de turbidez/sólidos en suspensión

- Las sondas de concentración de sólidos, instaladas en línea o inmersión, según corresponda en cada caso, dispondrán de un rango de medición de 0 a 4000 NTU para turbidez y de 0,001 a 50 g/l para sólidos en suspensión. Dispondrán de un sistema de limpieza mecánico mediante escobilla o 'wiper'.
- Se instalarán de manera que se permita su extracción en caliente para realizar trabajos de mantenimiento, calibración y limpieza.
- El instrumento a instalar es un instrumento óptico de luz difusa de absorción infrarroja que determina los valores de sólidos en suspensión de forma equivalente a la norma DIN 38414. El sensor óptico de este equipo se monta en una pértiga de PVC de longitud adecuada para instalar en inmersión en la ubicación antes indicada, con un codo a 90° para evitar que las burbujas de aire puedan interferir en la medida.

En principio, se ha previsto instalar el sensor óptico TURBIMAX CUS51D conectado al transmisor multiparamétrico-multicanal LIQUILINE CM442 con comunicación PROFIBUS

DP, de ENDRESS+HAUSER, aunque podría instalarse otro sistema de iguales prestaciones y diferente fabricante -SIEMENS, HACH LANGE, WTW, etc.-

2.2.10.- Control de sulfhídrico

Se ha previsto un sistema de monitorización de la concentración de gas sulfhídrico en el aire del edificio de pretratamiento con el objeto de prevenir o asegurar que los operadores de planta no queden expuestos a este gas tóxico.

El sistema está constituido por cuatro sensores electroquímicos específicos para este gas, adecuadamente instalados en el interior de esta zona, conectados los cuatro a una unidad de control que se instalará en el exterior del edificio, junto al acceso principal.

Dos de estos sensores se instalarán en la zona del pozo de gruesos.

Los sensores electroquímicos, con un rango de medición de 0-50 ppm de H₂S en el aire, no disponen de indicación local y quedan conectados con la unidad de control, individualmente, mediante bucles de dos hilos a 4-20 mA.

La unidad de control dispone de un módulo de visualización común, con pantalla retroiluminada, que detalla el estado general del sistema e incluye relés de alarma comunes que se utilizarán para el accionamiento de una alarma acústico-visual externa. Asimismo está equipada con cuatro módulos de entrada 4-20 mA, para la conexión de los sensores, que cada uno incluye una pantalla retroiluminada que detalla el tipo de gas, el rango de medición, la lectura de gas real en formato de gráfico de barras y numérico, además del estado de alarma. Dispone también de una señal de salida 4-20 mA por cada uno de los sensores, que se conectarán al sistema de control de la EDAR para su monitorización en el SCADA. En este caso, debido a que no es una instrumentación de proceso de la EDAR, y también a que en el mercado la oferta de estos equipos con comunicación PROFIBUS es muy limitada, se ha considerado la comunicación más estandarizada de estos equipos, señal 4-20 mA.

En el acceso principal, en su parte exterior, se instalará la unidad de control, la cual ya dispone de una alarma acústico-visual montada sobre panel. En el otro acceso se instalará tan sólo una alarma acústico-visual, de color rojo, controlada por la unidad de control.

En principio, se ha previsto instalar un sistema de monitorización/detección de HONEYWELL ANALYTICS: sensores SENSEPOINT TOXIC, unidad de control TOUCHPOINT 4 y alarma acústico-visual ZAREBA, aunque podría instalarse otro de iguales prestaciones y diferente fabricante -SENSOTRAN, SEDA, DRÄGER etc.-

2.3.- NORMATIVA DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO Y RECOMENDACIONES PARA APLICACIÓN EN EL ANEJO A16

A continuación se adjunta el listado de normativa de referencia para el diseño de la instrumentación de la EDAR, tanto a nivel de requerimientos de deben cumplir los equipos utilizados como de requerimientos en su instalación:

- UNE-EN 50241-2:1999 (Especificación para los aparatos de camino abierto para la detección de gases y vapores combustibles o tóxicos. Parte 2: Requisitos de funcionamiento para aparatos de detección de gases combustibles.)
- UNE-EN 60079-29-4:2011 (Atmósferas explosivas. Parte 29-4: Detectores de gas. Requisitos de funcionamiento de los detectores de camino abierto para gases inflamables.) Debe ser leída junto con UNE-EN 60079-29-4:2011 CORR 1:2011.
- UNE-EN 50402:2006 (Material eléctrico para la detección y medida de gases o vapores combustibles o tóxicos, o de oxígeno. Requisitos de seguridad funcional para los sistemas fijos de detección de gas.) Debe ser leída junto con UNE-EN 50402:2006/A1:2008.

- UNE-EN 50271:2011 (Aparatos eléctricos para la detección y medición de gases combustibles, gases tóxicos u oxígeno. Requisitos y ensayos para aparatos que utilizan software (soporte lógico) y/o tecnologías digitales.)
- UNE-EN 61207-1:2002 (Expresión de las características de funcionamiento de los analizadores de gas. Parte 1: Generalidades.)
- UNE-EN 61207-2:2002 (Expresión de las características de funcionamiento de los analizadores de gas. Parte 2: Contenido de oxígeno en el gas (utilizando sensores electroquímicos a alta temperatura).
- UNE-EN 61207-6:2004 (Expresión de las características de funcionamiento de los analizadores de gas. Parte 6: Analizadores fotométricos.)
- UNE-EN 60079-14:2010/AC:2012 (Atmósferas explosivas. Parte 14: Diseño, elección y realización de las instalación eléctricas.)
- UNE-EN 50281-2-1:1999 (Aparatos eléctricos destinados a ser utilizados en presencia de polvos combustibles. Parte 2-1: Métodos de ensayo. Métodos para determinar la temperatura mínima de inflamación del polvo.)
- UNE-EN 837-1/AC:1998 (Manómetros. Parte 1: Manómetros de tubo Bourdon. Dimensiones, metrología, requisitos y ensayos.)
- UNE-EN 837-2:1998 (Manómetros. Parte 2: Recomendaciones para la selección e instalación de manómetros.)
- UNE-EN 29104:1996 (Medida del caudal de los fluidos en conductos cerrados. Método para la evaluación del funcionamiento de caudalímetros electromagnéticos para líquidos. (ISO 9104:1991).)
- UNE-EN 60584-1:1997 (Termopares. Parte 1: Tablas de referencia.)
- UNE-EN 60584-2:1996 (Termopares. Parte 2: Tolerancias.)
- EN 60584-3:2008 (Thermocouples. Part 3: Extension and compensating cables - Tolerances and identification systems.)
- EN 60751:2008 (Termómetros industriales de resistencia de platino y sensores de temperatura de platino. (Ratificada por AENOR en febrero de 2009).)
- UNE-EN 60746-3:2004 (Expresión de las características de funcionamiento de los analizadores electroquímicos. Parte 3: Conductividad electrolítica)
- UNE-EN 61206:1996 (Ultrasonidos. Sistemas Doppler de onda continua. Procedimiento de ensayo.)
- UNE-EN 60654-1:1999 (Condiciones de funcionamiento de los equipos de medida y control de los procesos industriales. Parte 1: Condiciones climáticas.)
- UNE-EN 60654-2:1999 (Condiciones de funcionamiento para los equipos de medida y control de los procesos industriales. Parte 2: Alimentación.)
- UNE-EN 60654-3:1998 (Condiciones de funcionamiento de los equipos de medida y control de los procesos industriales. Parte 3: Influencias mecánicas.)
- UNE-EN 60654-4:1999 (Condiciones de funcionamiento de los equipos de medida y control de los procesos industriales. Parte 4: Influencias de la corrosión y la erosión.)
- UNE-EN 60546-1:1997 (Controladores analógicos para uso en los sistemas de control de procesos industriales. Parte 1: Métodos de evaluación de las características de funcionamiento.)

- UNE-EN 60546-2:1996 (Controladores analógicos para uso en los sistemas de control de procesos industriales. Parte 2: Guía para los ensayos de inspección y los ensayos individuales.)
- EN 61158-2:2008 (Comunicaciones de datos digitales para medida y control. Fieldbus para uso en sistemas de control industrial. Parte 2: Especificación de la capa física y definición de servicio (Ratificada por AENOR en octubre de 2008))
- EN 61158-3-3:2008 (Comunicaciones de datos digitales para medida y control. Fieldbus para uso en sistemas de control industrial. Parte 3: Definición del servicio de enlace de datos. Elementos de tipo 3. (Ratificada por AENOR en octubre de 2008))
- EN 61158-4-3:2012 (Redes de comunicaciones industriales. Especificación de Fieldbus. Parte 4-3: Especificación del protocolo de la capa de enlace de datos. Elementos de tipo 3. (Ratificada por AENOR en julio de 2012.))
- EN 61158-5-3:2012 (Redes de comunicaciones industriales. Especificación de Fieldbus. Parte 5-3: Definición del servicio de la capa de aplicación. Elementos de tipo 3 (Ratificada por AENOR en julio de 2012.))
- EN 61158-6-3:2008 (Redes de comunicaciones industriales. Especificación de Fieldbus. Parte 6-3: Especificación del protocolo de la capa de aplicación. Elementos de tipo 3. (Ratificada por AENOR en octubre de 2008.))
- EN 61987-1:2007 (Medida y control de procesos industriales. Estructura de datos y elementos para catalogación de equipos. Parte 1: Equipos de medida con salida analógica y digital (IEC 61987-1:2006). (Ratificada por AENOR en junio de 2007.))
- EN 61987-10:2009 (Medida y control de procesos industriales. Estructura de datos y elementos para catalogación de equipos. Parte 10: Listas de propiedades (LOPs) para medida y control de procesos industriales para intercambio electrónico de datos. Fundamentos (Ratificada por AENOR en enero de 2010.))
- UNE 20800-1:1986 (Señales analógicas para sistemas de control de procesos. Parte 1: señales de corriente continua.)
- EN 60770-1:2011 (Transmisores utilizados en los sistemas de control de procesos industriales. Parte 1: Métodos de evaluación de la aptitud para la función. (Ratificada por AENOR en junio de 2011.))
- EN 60770-2:2010 (Transmisores utilizados en los sistemas de control de procesos industriales. Parte 2: Métodos de inspección y ensayo individual (Ratificada por AENOR en abril de 2011.))
- EN 60770-3:2006 (Transmisores utilizados en los sistemas de control de procesos industriales. Parte 3: Métodos de evaluación de la aptitud para la función de transmisores inteligentes (IEC 60770-3:2006) (Ratificada por AENOR en septiembre de 2006.))
- UNE-EN 61508-5:2011 (Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables relacionados con la seguridad. Parte 5: Ejemplos de métodos de determinación de los niveles de integridad de seguridad.)
- UNE-EN 61508-6:2011 (Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables relacionados con la seguridad. Parte 6: Directrices para la aplicación de las Normas IEC 61508-2 e IEC 61508-3.)
- UNE-EN 61511-1:2006 (Seguridad funcional. Sistemas instrumentados de seguridad para el sector de las industrias de procesos. Parte 1: Marco, definiciones, requisitos para el sistema, el hardware y el software.)

- UNE-EN 61511-2:2006 (Seguridad funcional. Sistemas instrumentados de seguridad para el sector de las industrias de procesos. Parte 2: Directrices para la aplicación de la Norma IEC 61511-1.)
- UNE-EN 61511-3:2006 (Seguridad funcional. Sistemas instrumentados de seguridad para el sector de la industria de procesos. Parte 3: Guía para la determinación de los niveles requeridos de integridad de seguridad.)
- UNE-EN 60801-2:1996 (Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.)
- Directiva 2004/108/CE (Directiva 2004/108/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética y por la que se deroga la Directiva 89/336/CEE.)
- Directiva ATEX 94/9/CE (Directiva 94/9/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de marzo de 1994, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.)
- Directiva ATEX 1999/92/CE (Directiva 1999/92/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 1999, relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas.)

2.4.- INSTRUMENTACIÓN

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 máscicos 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
- Medidor de nitratos/amonio /Oxígeno disuelto

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 rejillas de desbaste
- En depósitos de reactivos

Otros parámetros

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

3.- SISTEMA DE CONTROL

3.1.- CRITERIOS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1.1.- Control de los procesos y automatismos.

El sistema de control a implementar en la ampliación de la EDAR existente, será un sistema de control distribuido con base de datos única y posibilidad de realizar la configuración en un formato gráfico y orientado a objetos. Las funcionalidades del sistema se especifican a continuación:

- Las instalaciones de automatización y control se diseñarán y ejecutarán para el conjunto de la planta.

- Controlador de proceso: se instalará una unidad central en el edificio principal. La comunicación entre el controlador y las estaciones de operación de la sala de control se realizará mediante red ethernet . La comunicación entre el controlador y las estaciones de periferia distribuida E/S se realizará por medio de un anillo de fibra óptica. El sistema dispondrá de una reserva del 30% en señales para la totalidad de la instalación en todos y cada uno de los procesos (entradas analógicas, entradas digitales, salidas analógicas, salidas digitales y módulos Profibus, etc.).
- Estaciones de periferia distribuida para las E/S del proceso ubicadas en las salas de cada uno de los centros de control de motores y que se conectarán al controlador central mediante doble anillo de fibra óptica redundante Profibus DP.
- Dos estaciones de supervisión y operación redundantes que permitan el control de los elementos de la planta.
- Una estación de ingeniería que podrá estar integrada en una de las estaciones de operación.
- Todos los instrumentos deberán de poseer en la medida de lo posible un sistema de conexión en Profibus PA/DP para su comunicación con las unidades de control del sistema de control distribuido. Así mismo todos los instrumentos tendrán indicación en el propio instrumento o en campo de sus valores y estarán dotados de un sistema que permita su ajuste de manera local y remota.
- El sistema incluirá las licencias necesarias para realizar la configuración y posterior explotación de la planta. Se entregarán todas las licencias necesarias para el correcto funcionamiento del sistema de control distribuido con la aplicación instalada, así como la propiedad intelectual del desarrollo del software. Se entregará todo el software de automatización, visualización y otros, de manera abierta y fácilmente modificable.
- Aunque el funcionamiento de la planta será automático, se podrá accionar de forma manual cualquier elemento de la misma. Los modos de funcionamiento de la planta seguirán los siguientes criterios:
 - a) Funcionamiento manual:
 - La característica esencial de este modo de funcionamiento será que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula o compuerta, etc.) será tomada a su voluntad por el operador y ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando.
 - La maniobra será ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc.), sin otra limitación que los enclavamientos de seguridad tales como finales de carrera en compuertas o válvulas, etc., para evitar daños a los equipos.
 - Este modo de funcionamiento admitirá dos opciones: manual local y manual remoto.
 - La opción manual local se prevé prácticamente en todos los casos, ordenándose las maniobras mediante botoneras ubicadas en el cuadro de protección y maniobra de motores de la zona.
 - Por su parte, la opción manual remoto se prevé mediante nivel jerárquico, ordenándose las maniobras mediante el teclado del PC de supervisión y control, y transmitiéndose dichas órdenes a través del DCS comunicado con aquél.
 - b) Funcionamiento automático:
 - La característica esencial de este modo de funcionamiento será que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) será tomada por los elementos de automatización previstos y transmitida al sistema por medio de la apertura o cierre de contactos, señales analógicas, etc.
 - Al igual que en el funcionamiento manual, la maniobra será ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc.) sin otra limitación que los

enclavamientos de seguridad tales como finales de carrera en compuertas o válvulas, etc. Para evitar daños involuntarios al equipo.

c) Elección del modo de funcionamiento:

- Cuando un equipo admita varios modos de funcionamiento, la elección del modo deseado en cada momento se hará mediante un selector, que estará ubicado en el cuadro de protección y maniobra de motores de zona.
- Los criterios para la programación se basarán en los siguientes criterios:
 - Unificación de la ingeniería de control de la planta.
 - Aseguramiento del funcionamiento de los procesos de forma independiente desde la sala de control.
 - Centralizando todos los procesos que conforman la planta, unificando los datos históricos de control
 - El sistema de control incluirá un programa de mantenimiento de la planta.
 - Creación de un sistema de control de energía, preparando al sistema para poder realizar políticas de ahorro energético que facilite el control completo del consumo energético de la planta.
- Todos los elementos de visualización del sistema podrán ser publicados mediante un sistema de servidor web propio del sistema de control distribuido.
- Se implementará todo el hardware y software necesario para que todas las alarmas del sistema puedan ser enviadas vía SMS a un mínimo de seis teléfonos móviles.
- Implementación de un sistema de exportación de datos a los ordenadores de gestión de la planta en los que se mantendrá un histórico de consumos tanto por turno, diario semanal mensual y anual de todos los valores, en datos máximos, mínimo, medios, totalizadores de cada elemento de control de la planta.
- Dentro de los trabajos de programación se implementarán todas las secuencias necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación que garantice el funcionamiento en automático de la misma así como el control desde los puestos de control locales. Se dotará al sistema de gráficos de tendencia de parámetros de proceso, de históricos de alarmas y de sistemas de visualización de pantallas con control por zonas de las mismas.
- Los equipos vitales para el control y seguridad dispondrán de un sistema de alimentación ininterrumpida que permita el gobierno de la instalación en caso de corte de energía durante una hora para tomar las medidas necesarias que eviten daños.

En el sistema de control se implementará el correspondiente programa de aplicación capaz de realizar todas las maniobras necesarias para el correcto funcionamiento de todos los procesos de la depuradora, alertando de las anomalías que se produzcan mediante los avisos y alarmas que se consideren necesarios en cada parte de la instalación. Estará siempre presente como filosofía de funcionamiento el preservar, ante cualquier emergencia, aquellos elementos fundamentales de la instalación, evitando su deterioro ante maniobras inadecuadas o mal funcionamiento.

- El sistema estará configurado con los siguientes niveles de automatización:
 - Nivel básico de automatización para los equipos individuales de cada proceso que dependerán jerárquicamente del sistema funcional del que forman parte.
 - Nivel de accionamiento de un equipo individual, cuya operación no dependerá del control general de la planta, pudiendo funcionar en modo manual o automático.
 - Estos niveles básicos estarán conectados al sistema de control.
- Toda la información se gestionará en un centro de control principal, donde se contará además de las pantallas de supervisión que sean necesarias, con una pantalla videowall, formada a su vez por seis pantallas de 1,02 x 0.6 m, siendo las dimensiones del conjunto de 3 x 1,2 m, que permita una visión general del estado de funcionamiento de la instalación.

- La distribución del control y la centralización de la información estarán soportadas por una estructura de comunicaciones de fácil mantenimiento basada en estándares del mercado, como lo son Ethernet y Profibus, que permiten garantizar las comunicaciones para una operación segura de la planta en todo momento. El bus del sistema será Ethernet industrial, que conectará el nivel de supervisión-operación con el de control es decir, los ordenadores dedicados a la supervisión, operación e ingeniería del centro de control y el controlador de proceso y Profibus entre el controlador de proceso y los rack concentradores de las señales de entrada/salida (E/S). El sistema de comunicación Profibus se sustentará en cableado de fibra óptica con protección anti roedor y cajas de terminación estancas, incluso las instaladas en el interior.
- Para la obtención de información del proceso se dotará a la planta de la instrumentación de medida, protección y regulación adecuada para su funcionamiento correcto y seguro. Para ello estarán controlados todos los parámetros necesarios como caudales, presiones, pH, turbidez, temperatura, etc., contando con alimentación de emergencia aquéllos que sea necesario tener siempre operativos.
- Se dispondrá de los correspondientes equipos para la alimentación ininterrumpida. Este sistema se estructurará de forma distribuida, instalando un SAI en cada cuadro, alimentando así a autómatas, paneles de operador, fuentes de alimentación e instrumentos analógicos. Los SAI empleados serán del tipo on-line de doble conversión.
- Los armarios suministrados incluirán los separadores galvánicos que sean necesarios. Además, se dispondrá de toma de tierra individualizada para el sistema de instrumentación y control.
- Todas las conexiones, cableados, bandejas, etc., serán completamente accesibles, para lo cual se dimensionarán de un tamaño adecuado y con reserva del 30% para posibles ampliaciones. Se utilizarán materiales que aguanten la corrosión y faciliten su limpieza evitando la acumulación de la suciedad.
- Como se ha indicado, el sistema de control estará estructurado en tres niveles: nivel de campo, nivel de proceso y nivel de supervisión-operación.
 - a) Nivel de campo:
 - Las unidades de E/S y elementos de comunicación de bus se ubicarán en el mismo armario y en cada CCM, siguiendo la composición más adecuada para la planta.
 - Las entradas y salidas (E/S) del proceso, tanto las analógicas como las digitales, se integrarán en el sistema de control por medio de módulos de E/S que posibiliten su extracción en caliente sin que se interrumpa el funcionamiento de la comunicación con el resto de los módulos conectados a un mismo elemento de control. Los módulos de E/S dañados se podrán retirar y sustituir sin que dejen de funcionar el resto de señales.
 - b) Nivel de proceso:
 - Para asegurar la flexibilidad ante cambios de la programación de las secuencias de funcionamiento de los sistemas implicados, se elegirá un autómata modular con amplia capacidad de gestión de E/S que permitirán asegurar la estabilidad ante futuras ampliaciones que se puedan plantear.
 - En todas las configuraciones propuestas, la distribución del control y la centralización de la información se realizarán a través de procesadores y buses redundantes, lo que permitirá garantizar las vías de comunicación para una operación segura de la planta en todo momento. Además se utilizarán buses independientes para supervisión y control.
 - En todos los casos en los que exista una automatización lógica de procesos, los equipos elegidos se basarán en arquitecturas con CPU y comunicaciones redundantes sin necesidad de programación adicional,

posibilitando que los programas estén cargados en las dos CPU. Además, y en todo momento, deberá existir un sincronismo y una total coherencia de los datos entre ambas CPU, de tal modo que ante cualquier tipo de fallo de la CPU primaria, el control sea automáticamente transferido al sistema secundario sin ningún tipo de “salto de transferencia” que pueda interferir en las rutinas de automatización o los lazos de control.

- El programa de funcionamiento de cada parte de la planta se encontrará residente en el autómata redundantes, sin que sean necesarias actualizaciones individuales en caso de cambios de programación.
- c) Nivel de supervisión–operación:
 - El nivel de supervisión-operación, ubicado en la sala de control y en los CCM que se estime oportuno para facilitar la operación. Estará formado como mínimo por dos estaciones de operación y supervisión redundantes entre sí desde las cuales el operador tendrá acceso a la supervisión y operación de la planta. Incorporarán el software de la aplicación que permita operar la planta de forma prácticamente intuitiva y totalmente adaptada a su funcionalidad.
 - Además, se dispondrá de una estación de ingeniería que permitirá realizar las modificaciones necesarias en los parámetros de control y gestión del proceso. Para ello la estación de ingeniería dispondrá de herramientas necesarias de programación gráfica orientada a objetos.
 - Las estaciones de supervisión dispondrán de una base de datos que registre los estados y las actuaciones que se producen en el sistema, que podrán poner a disposición de otros recursos en la forma y el lugar en que sean requeridos, lo que permite la gestión de las alarmas, eventos, tendencias, emisión de informes de producción y de mantenimiento e incluso su exportación a otras redes de gestión.
 - El sistema propuesto permitirá disponer de una operación centralizada de la planta en la sala de control. Adicionalmente será posible realizar la operación a nivel local mediante pantallas táctiles en las salas de los CCM de la nueva planta.
 - Se podrá operar tanto el proceso como la totalidad de los sistemas, instalaciones y equipos que conforman la planta. Asegurando la máxima disponibilidad mediante la realización de una automatización distribuida en grupos funcionales independientes y soportados por una arquitectura redundante con visualización y operación local de las áreas críticas de los procesos, así como por la implementación de rutinas que aseguren la regularidad y estabilidad de los mismos. Se permitirá integrar los distintos niveles de funcionalidad de la planta en un único sistema. Además, será posible comunicar con otros sistemas y acceder a redes externas a la planta de forma sencilla, fiable y con los menores costes, pensando no solo en una correcta y rentable operación de la planta, sino en otros posibles usuarios.
 - La plataforma software integrada permitirá configurar la visualización, la programación lógica, la optimización y las comunicaciones, con una misma herramienta basada en un sistema operativo multitarea en tiempo real.
 - El sistema de ingeniería a utilizar dispondrá de un entorno de programación que permita la configuración de la aplicación a medida del explotador, de forma gráfica y fácilmente comprensible, que posibilite la realización de aplicaciones de automatización fiables y seguras. Además, incluirá:

- Librerías y drivers software que permitan el control de la mayoría de los equipos de instrumentación del mercado desde la propia aplicación.
- Biblioteca de algoritmos de control adaptativo predictivo que hagan posible la búsqueda automática de las condiciones óptimas de proceso
- Todos los PLC, instrumentación externa y dispositivos I/O tendrán que ser capaces de conectarse a DCS de la planta mediante de los buses de campo desarrollados por el sistema DCS de la EDAR.
- Las principales actuaciones que será posible llevar a cabo desde las estaciones de operación serán las siguientes :
 - Mando y control de los equipos individuales o grupos funcionales: chequeo, arranque, parada normal, parada inmediata, permiso local, etc.
 - Monitorización y registro histórico de señales analógicas y digitales y bus de campo.
 - Interfaz con gráficos interactivos y diagramas de barras de carátulas de instrumentos.
 - Parametrización y recalibrado de las variables del proceso.
 - Acceso a pantallas basadas en menús y estructuradas de forma jerarquizada, desde una pantalla general de planta hasta fichas de máquina individuales.
 - Disponer curvas de tendencias.
 - Registro secuencia de sucesos en fichero y capacidad de imprimir informes, seleccionando el rango temporal y/o el evento y/o el elemento que provoca el suceso.
 - Display de alarmas y su tratamiento: alarma, aviso fallo, estado.
 - Impresión de partes, informes, etc.
- Las estaciones de ingeniería, tendrán cargado un software de desarrollo desde el que se podrán llevar a cabo, entre otras, las siguientes funciones:
 - Carga del software de aplicación.
 - Configuración de los propios puestos de operación.
 - Configuración y modificación “on line” de los algoritmos de control en la memoria de los controladores.
 - Reconfiguración dinámica o en operación.
 - Sincronización de los parámetros de control.
 - Recuperación de datos históricos de proceso.
 - Almacenamiento de la configuración de los módulos.
 - Mantenimiento del software.
- Se podrá establecer un perfil de operación en modo supervisor tal que, una vez identificado un operador con su nombre de usuario y clave de acceso, pueda ver la información de la planta pero no pueda modificar o tele mandar la misma.
- La base de datos en las estaciones estará formada por:
 - Las variables de los sensores de proceso.
 - Señales del estado interno del sistema.
 - Señales de control.
 - Señales de salida.
 - Datos residentes en la memoria del sistema.

- Todas las entradas de datos al sistema provenientes de las variables calculadas, o transformadas.
- Estos datos deben permitir como mínimo elaborar los siguientes informes:
 - Informe del turno.
 - Informe diario.
 - Informe mensual.
 - Informe temporal.
 - Informe de acción del operador.
 - Informe de registro de tendencias.
 - Informe de registro de incidencias.

3.1.2.- Sistema de registro de datos y control de supervisión.

El sistema de registro de datos, y control de supervisión, DCS, deberá permitir las siguientes funcionalidades:

- Definir umbrales, al menos uno superior y uno inferior, sobre las medidas analógicas generando alarma cuando se sobrepasen los límites.
- Definir el periodo de lectura de las medidas analógicas así como un porcentaje de variación respecto a la medida anterior para considerar relevante la variación de dicha medida.
- Forzar valores de campo o calculados.
- Habilitar o inhibir sonido de alarmas.
- Fecha y hora asociada a la alarma.
- Reconocimiento de la alarma y su registro en fichero junto con fecha y hora de tal reconocimiento y el operador que la ha reconocido. La alarma cambiará su forma de presentación para distinguirla de las no reconocidas.
- Señales de entrada digitales de 2 y 4 estados.
- Diferenciación de distintos niveles de alarma de acuerdo a su importancia.
- Registro de las acciones del operador junto con la fecha, hora y la identificación del operador que la ha realizado.
- Facilidades de backup/restore de los datos del DCS.
- Representaciones gráficas de la evolución de medidas respecto al tiempo (gráficos X-Y). Se pondrán representar los siguientes espacios temporales: un mes con resolución de días, un día con resolución de horas, una o varias horas con resolución de minutos.
- Podrán representarse más de una medida sobre la misma gráfica, por ejemplo, el caudal de agua tratada y la energía consumida.
- Se podrán definir sobre las gráficas un umbral superior y uno inferior sobre cada medida representada diferenciándose con distinto color o aspecto los valores de las distintas zonas delimitadas por los umbrales.
- Contará con una impresora a color para los informes gráficos y para los informes de históricos y registros de eventos
- Podrá realizar órdenes con confirmación o con más de un paso, de modo que no se pueda enviar una orden con una sola acción del ratón o del teclado.
- Se dispondrá de una herramienta que permita elaborar informes a medida.

3.1.3.- Hardware.

- El autómatas dispondrá de redundancia de CPU y comunicaciones, una alta capacidad de proceso, gran robustez y flexibilidad, que les permitan controlar y operar los sistemas y equipos de la planta que dependan jerárquicamente de ellos.

- Los procesadores permitirán la configuración y análisis de estado que se realizará desde la estación de ingeniería. Se podrá acceder a los controladores de forma remota sin necesidad de acceso directo. El sistema será abierto a futuras ampliaciones permitiendo la comunicación con otros sistemas de control mediante buses de campo normalizados. Cada procesador deberá poder realizar como mínimo las siguientes tareas:
 - Secuencia de control y localización de motor.
 - Supervisión y protección de máquinas.
 - Control de lazos cerrados.
 - Registro y acondicionamiento de los datos de operación del tratamiento.
 - Establecimiento de alarmas y mensajes de información.
 - Intercambio de señales con sensores de campo, actuadores, CCM.
- Los módulos de E/S se podrán extraer o insertar en tensión. El sistema incluirá capacidad de diagnóstico para impedir errores de exploración de señales debidos a la extracción o inserción de módulos. El sistema distinguirá entre un módulo extraído, un fallo en la alimentación o un fallo interno del mismo.
- El sistema dispondrá de reserva de señales para futuras ampliaciones y necesidades que se puedan producir a lo largo de la ejecución de la instalación.

3.1.4.- Buses.

- El diseño de la red de datos/bus de campo estará pensado para dotar a la planta de una infraestructura capaz de atender las necesidades actuales más una capacidad de ampliación de un 15% y en un futuro disponer de un medio rápido y seguro de transmitir información.

3.1.5.- Lista de normativa de referencia

A continuación se adjunta el listado de normativa de referencia en el diseño y fabricación y recomendaciones con carácter particular con respecto a cada tipo de instalación:

- IEC 68-1:1988/A1:1992 (UNE-EN 60068-1:1997) Ensayos ambientales. Parte 1: Generalidades y guía.
- IEC 61000-4-1:2006 (UNE-EN 61000-4-1:2007) Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-1: Técnicas de ensayo y de medida. Visión de conjunto de la serie IEC 61000-4.
- UNE-EN 61131-2:2003 Autómatas programables. Parte 2: Especificaciones y ensayos de los equipos.
- CISPR 16-2-4:2003 (UNE-EN 55016-2-4:2007) Especificación de los métodos y aparatos de medida de la inmunidad y de las perturbaciones radioeléctricas. Parte 2-4: Métodos de medida de las perturbaciones radioeléctricas y de la inmunidad. Medida de la inmunidad.
- IEC 61000-6-2:2005 (UNE-EN 61000-6-2: 2006) Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 6-2: Normas genéricas. Inmunidad en entornos industriales.
- IEC 61000-6-4:2006/A1:2010 (UNE-EN 61000-6-4:2007/A1:2011) Compatibilidad Electromagnética (CEM). Parte 6-4: Normas genéricas. Norma de emisión en entornos industriales.

3.2.- SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE LA EDAR

3.2.1.- Sistema de automatización y control

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, transmitiendo 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.

3.2.2.- Cuadro de PLC's

En este cuadro de control, instalado en el edificio de control de la EDAR, están instalados los dos únicos PLC's para el control de toda la EDAR y las señales recibidas por las estaciones de bombeo de la agrupación de vertidos.

Estos PLC's, compuesto por dos CPU's 410-5H de SIEMENS, son modulares y redundantes en CPUs, fuentes de alimentación y comunicaciones. Son CPU's de alta gama y su utilización es idónea cuando se requiere el tratamiento de una gran cantidad de señales en plantas de tamaño grande.

El sistema propuesto comprende los componentes de hardware necesarios para un controlador redundante de alta disponibilidad: los dos módulos centrales de procesamiento, el bastidor UR2-H para el montaje de los dos subsistemas parciales independientes, dos fuentes de alimentación redundantes en cada subsistema, los submódulos de sincronización para acoplar los dos módulos centrales, los cables de fibra óptica que conectan los submódulos de sincronización y una periferia monocanal descentralizada ET200M conmutada redundante en la interfaz PROFIBUS DP.

En este sistema redundante ambas CPU's se encuentran siempre en funcionamiento, ejecutando el programa y sincronizándose. Una CPU es siempre la activa o maestra, y la segunda es la de respaldo o esclava y está constantemente monitoreando los sucesos que acontecen a la CPU maestra. En caso de que la CPU maestra caiga o sufra algún evento que la detenga o ponga en fallo, la CPU esclava inmediatamente toma el control del sistema. Esta sincronización, denominada por evento, permite tiempos típicos de conmutación de 30 ms, tiempos imperceptibles para el ser humano e insensibles para la ejecución de los procesos de la EDAR.

Asimismo, en funcionamiento normal, los dos canales de comunicación, proporcionados por el doble anillo de fibra óptica que conectan las CPU's con la periferia distribuida ET200M en PROFIBUS DP, están siempre activos. De esta manera, los datos de la periferia distribuida son recibidos por ambos canales, aunque únicamente los datos de la CPU maestra son enviados a las E/S.

La redundancia antes descrita, junto con la posibilidad de efectuar cualquier cambio manteniendo el sistema en RUN -cambios a nivel de software, de programación, y cambios a nivel de hardware, cambios de módulos en caliente (Hot Swapping)-, hacen que el sistema de control propuesto sea un sistema de alta disponibilidad.

Cuadros de periferia distribuida

Los cuadros de periferias distribuidas conforman el llamado nivel de campo y son el nexo de unión entre PLC's y los distintos equipos de la EDAR (sensores, actuadores, instrumentos, CCM's, etc.)

La envolvente de estos cuadros será en chapa de acero, registrable mediante puertas con cerradura. Las puertas o alguna de ellas, la que proceda, serán de policarbonato transparente para que puedan verse los LED's de las periferias.

En estos cuadros están instalados los módulos de periferia distribuida ET200M, de entradas/salidas (E/S), que están conectados al cuadro de PLC's mediante PROFIBUS DP. Los módulos de E/S pueden extraerse en caliente.

Aparte de los módulos de E/S distribuidos en las ET200M, los cuadros de periferia distribuida incorporan también los dispositivos de bus PROFIBUS PA/DP requeridos para la conexión de la instrumentación, arrancadores y variadores de frecuencia, aparellaje inteligente CCM's, etc.

De esta forma se conectará al sistema de control el probado bus de campo PROFIBUS PA que permite la utilización de instrumentación de proceso digital conectada al sistema de control. Un

acoplador DP/PA, transparente al usuario, permite la adaptación eléctrica de tensión a corriente manteniendo el protocolo PROFIBUS. A través de la nueva versión del enlace DP/PA ahora es posible añadir nuevos instrumentos de campo en PROFIBUS PA sin necesidad de detener el proceso.

Sólo los buses de campo, como es el PROFIBUS, permiten la utilización plena de las ventajas de la comunicación digital, como son la mayor resolución del valor medido, las facilidades de diagnóstico y la parametrización remota.

En cada cuadro de control de periferia distribuida hay también instalada una pantalla táctil de 10,4" TFT para la visualización y acceso al cambio de consignas del correspondiente proceso controlado. Esta pantalla está también conectada al doble bus de PROFIBUS mediante repetidores SIMATIC ET200 -repetidor RS485 para la conexión de sistemas de bus PROFIBUS/MPI.

Se ha considerado al menos un armario metálico para control dos módulos de 800 mm de ancho, 2.000 mm de alto y 500 mm de fondo, uno con puerta transparente y otro para contener el panel para operador., 1 Placa de montaje, 1 Paneles laterales, 1 Zócalo de 100mm de altura, 1 Detector apertura puerta, 1 Lámpara puerta, 1 Termostato, 1 Resistencia calefactora 40W a 0°C y 6W a 40°C, 1 Ventilador con filtro IP42, 1 Filtro entrada/salida aire

Protecciones eléctricas

- Un (1) interruptor automático magnetotérmico general IV con dispositivo adicional de protección diferencial.
- Cinco (5) interruptores automáticos magnetotérmicos a la salida del anterior, para protección de los circuitos de la resistencia de caldeo, el extractor, la iluminación interior del cuadro, la toma de corriente y el transformador de aislamiento.
- Un (1) transformador de aislamiento monofásico, con relación 400 / 230 V.
- Una (1) fuente de alimentación estabilizada, de 230 Vca / 24 Vcc para alimentación de las tarjetas de entradas y salidas del PLC.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos unipolares a la salida de la anterior, para los circuitos de alimentación a las tarjetas.
- Interruptor automático para la protección de los equipos de instrumentación
- Relés auxiliares con bobinas

Clasificación de las señales

Las señales consideradas para los distintos motores han sido las siguientes:

DESIGNACION	UNITARIA				
	ED	SD	EA	SA	SIN
Centro de transformación	9	0	0	0	0
Confirmación cierre CMP-V	3				
Defecto CMP-V	3				
Relé DGPT	3				
Equipo de cc	2	0	0	0	0
Funcionamiento correcto	1				
Baja carga	1				
Acometida	4	0	2	0	0
Confirmación cierre	1				
Defecto	1				
Analizador de redes	2		2		
Arranque directo	3	1	0	0	2
Confirmación marcha	1				
Automático	1				

DESIGNACION	UNITARIA				
	ED	SD	EA	SA	SIN
Defecto	1				
Orden de marcha		1			
Arranque directo con inversor	6	2	0	0	3
Confirmación marcha	2				
Automático	1				
Defecto	1				
FC Abierto	1				
FC Cerrado	1				
Orden de marcha		2			
Arranque directo con inversor regulable	6	2	1	0	3
Confirmación marcha	2				
Automático	1				
Defecto	1				
FC Abierto	1				
FC Cerrado	1				
Orden de marcha		2			
Posicionador			1		
Arranque directo con inversor regulables	6	2	1	0	3
Confirmación marcha	2				
Automático	1				
Defecto	1				
FC Abierto	1				
FC Cerrado	1				
Orden de marcha		2			
Posicionador			1		
Variador de frecuencia	4	1	0	1	2
Confirmación marcha	1				
Automático	1				
Defecto	1				
Fallo del variador	1				
Orden de marcha		1			
Consigna al variador de frecuencia				1	
Alimentaciones (Polipastos, puentes grúa...)	2	0	0	0	0
Confirmación cierre	1				
Defecto	1				
CL Equipo poli	6	1	0	0	2
Confirmación marcha agitador	1				
Confirmación marcha dosificador	1				
Electroválvula entrada de agua	2				
Nivel depósito alto	1				
Nivel depósito bajo	1				
Orden de marcha		1			
CL centrífuga	3	1	0	1	2
Confirmación marcha	1				
Automático	1				
Defecto	1				
Orden de marcha		1			
Consigna al variador de frecuencia				1	

Este criterio es de aplicación para determinar el total de señales en los autómatas.

Para las E/S, tanto digitales como analógicas, se ha considerará un 30% de reserva.

3.2.3.- Red Ethernet de comunicaciones

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.

3.2.4.- Comunicación PROFIBUS DP



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.

3.2.5.- Sistema de gestión

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 SCADA 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 podrá adoptar marcas diferentes a la indicada, si bien las prestaciones deberán ser similar.

3.2.6.- Programa de gestión SCADA

Consiste en el paquete de software SIMATIC PCS7 V8.0 OS o similar para estaciones de operación individuales redundantes, incluyendo licencia de redundancia WinCC.

3.2.7.- Videowall TFT

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.

La finalidad de este equipo es visualizar sobre una pantalla de grandes dimensiones las pantallas-sinóptico del software de supervisión. Este sistema de visualización proporciona una perspectiva diferente a la del monitor, más grande y bastante más clara. Así mismo, facilita la supervisión por un número elevado de personas, de una forma más cómoda.

3.2.8.- Modos de funcionamiento previstos

Aunque el funcionamiento de la planta será automático, se podrá accionar de forma manual cualquier elemento de la misma. Los modos de funcionamiento de la planta seguirán los siguientes criterios:

- **Funcionamiento manual:**
 - La característica esencial de este modo de funcionamiento será que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula o compuerta, etc.) será tomada a su voluntad por el operador y ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando.
 - La maniobra será ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc.), sin otra limitación que los enclavamientos de seguridad tales como finales de carrera en compuertas o válvulas, interruptores de bajo nivel en bombas, etc., para evitar daños a los equipos.
 - Este modo de funcionamiento admitirá dos opciones: manual local y manual remoto.
 - La opción manual local se prevé prácticamente en todos los casos, ordenándose las maniobras mediante pulsadores de MARCHA/PARO. Estos pulsadores estarán ubicados, para la mayoría de equipos, en su correspondiente CCM, excepto para los equipos con movimiento de traslación, como son compuertas, vertederos, tajaderas de silos, etc., que se preverán en una botonera de mando local instalada en las inmediaciones de los mismos.
 - Por su parte, la opción manual remoto se prevé mediante nivel jerárquico, ordenándose las maniobras a través de las estaciones de operación.
- **Funcionamiento automático:**
 - La característica esencial de este modo de funcionamiento será que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) será tomada por los elementos de automatización previstos y transmitida al sistema por medio de la apertura o cierre de contactos, señales analógicas, etc.
 - Al igual que en el funcionamiento manual, la maniobra será ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc.) sin otra limitación que los enclavamientos de seguridad tales como finales de carrera en compuertas o válvulas, interruptores de bajo nivel en bombas, etc., para evitar daños a los equipos.
- **Elección del modo de funcionamiento:**
 - Cuando un equipo admita varios modos de funcionamiento, la elección del modo deseado en cada momento se hará mediante un selector, que estará ubicado en su correspondiente CCM.
 - SUPERVISIÓN, este nivel es realizado en la sala de control central a través de los PCs de Supervisión y el software Scada.

Desde este nivel se puede:

- Visualizar todos los elementos de campo (estados, valores analógicos, ...)
- Visualización de datos históricos (tendencias, alarmas,...)
- Cambio de datos, consignas o parámetros de proceso

- Orden remota a equipo de campo
- Informes
- Información de equipos y sistemas (esquemas eléctricos, hoja de incidencias,...) a través de enlace con la aplicación de gestión.

En Sala de Control proponemos la colocación de un ordenador para servidor de datos y estación de operación de planta, con una licencia de software SCADA.

En cuanto a la red de comunicaciones su misión es posibilitar de una forma fiable el enlace entre todos los PLCs y de estos con el Sistema de Supervisión.

Para la red de comunicaciones se ha previsto una red ethernet con TCP/IP.

4.- GENERALIDADES SOBRE EL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

4.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL

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

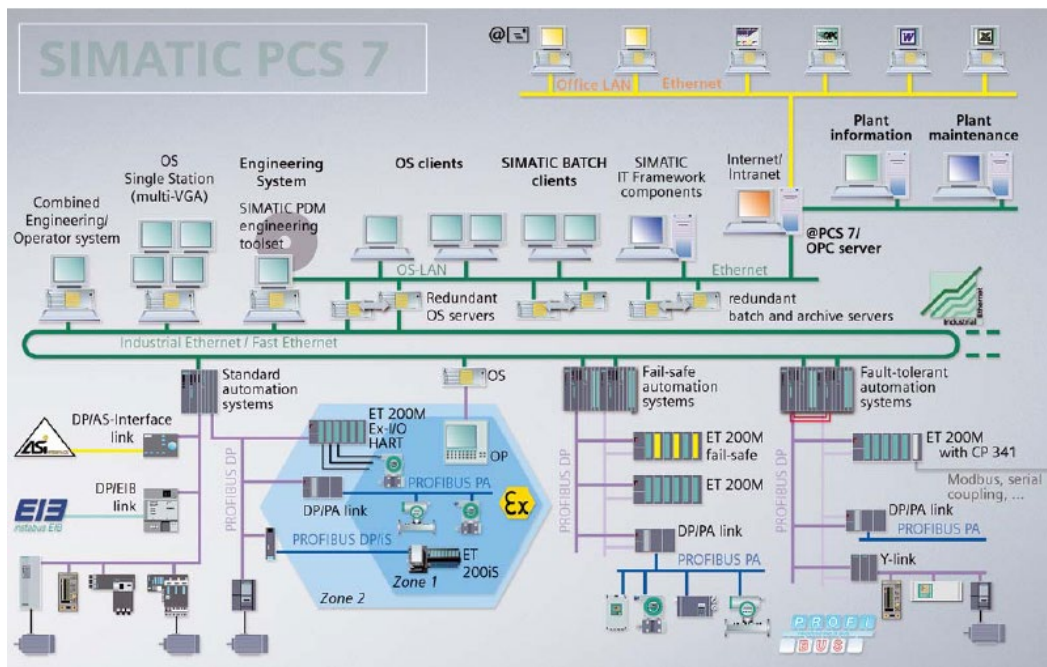
El sistema SIMATIC PCS 7 es un sistema de supervisión, control y gestión diseñado para abordar aplicaciones de control de procesos. Las estaciones de operación pueden supervisar una red de controladores de proceso y de PLC's. En nuestro caso, supervisaran sólo los dos únicos PLC's redundantes de la EDAR.

El sistema SIMATIC PCS7 posee toda la funcionalidad de los DCS modernos y la flexibilidad de los autómatas SIMATIC S7 de alta gama.

La comunicación entre unidades de control de periferia distribuida y los PLC's de la sala de control se realizará por medio de un doble anillo de fibra óptica en PROFIBUS DP. El sistema dispondrá de una reserva del 30% en señales para la totalidad de la instalación.

4.1.1.- Componentes del sistema

En la siguiente imagen se representa una arquitectura tipo, no la realmente prevista para la EDAR, basada en el sistema de control PCS7, en la que se pueden ver los diferentes componentes del sistema:



4.1.2.- Interfaces hombre-máquina

Los interfaces Hombre-Máquina son “la ventana hacia el proceso”. Desde estas estaciones y terminales de operador, el personal de operación, de mantenimiento y de supervisión pueden seguir el proceso, modificar recetas o secuencias batch, editar valores reales o comunicarse con el proceso a través de los sistemas de automatización. Desde los interfaces Hombre-Máquina se procesan también las alarmas y los requerimientos del proceso al operador.

4.1.2.1.- Estaciones de operación

Las estaciones de operación (OS) de SIMATIC PCS7 incluyen de forma integrada el sistema SCADA WinCC.

Las funciones específicas requeridas por el usuario del sistema de control de procesos, se incluyen adicionalmente a las funciones básicas del software SCADA como trabajo de ingeniería ya preconfeccionado y adaptado al control de procesos continuos y semicontinuos. La base de datos de tags y sus pantallas asociadas son creadas de forma automática al realizar la programación de las tareas de control (PID, motores, interlock, etc.)

Estas funciones adicionales específicas del sistema de control incluyen, por ejemplo, la protección del acceso al sistema mediante lectoras de tarjetas chip, sincronización de la hora mediante receptores DCF 77 y GPS, funciones para incrustar en tiempo real en los gráficos de proceso imágenes captadas por una vídeo cámara, archivo histórico de variables, jerarquías en los gráficos de proceso, etc.

Para el funcionamiento de las Estaciones de Supervisión de PCS 7 pueden utilizarse diversas plataformas hardware: PC's de oficina bien tipo torre o de sobremesa, PC's industriales SIMATIC PC (IL40 S) y servidores PRIMERGY. Esto significa que se pueden implementar soluciones modulares, desde la utilización de una estación individual de operación (OS) en un sistema monopuesto con uno, dos o hasta cuatro monitores hasta sistemas multipuesto con servidores redundantes y varios terminales de operador funcionando como multiclientes que están unidos entre sí mediante una red estándar Ethernet.

4.1.2.2.- Sistema abierto

La apertura proporcionada para datos y funciones por interfaces estándar y la flexibilidad resultante significa que WinCC ofrece la base ideal para las soluciones de I&C. Todas las configuraciones y datos de archivo se almacenan en una base de datos relacional desde la que se

pueden leer mediante interfaces estándar.

WinCC es un sistema para operación y observación con una arquitectura pionera, orientada a objeto, que se construye basada en el sistema operativo Windows XP Profesional.

La transferencia de datos puede realizarse utilizando cualquiera de los interfaces estándar de Windows tales como OLE, DDE, ODBC y OCX.

La apertura del sistema tiene otras facetas en el caso de WinCC, tales como el interface de programación para programas de aplicación (API) así como funciones de importación y exportación para gráficos, texto y datos.

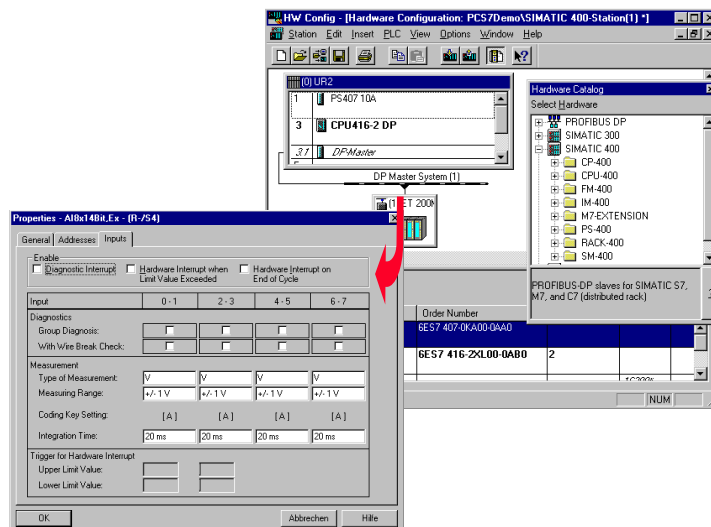


4.1.2.3.- Estación de ingeniería

La estación de ingeniería ES permite realizar la ingeniería de planta en general para todos los componentes de un sistema de control de procesos: para los interfaces Hombre-Máquina, controladores de proceso y periferia distribuida de E/S.

El manejo de datos globales y la utilización de paquetes de herramientas uniformes juegan un papel significativo en una reducción significativa de los siempre crecientes costes de ingeniería debido a, por ejemplo, la eliminación de la necesidad de repetir la introducción de múltiples variables.

Bibliotecas estándar que contienen módulos funcionales totalmente implementados y testados exhaustivamente, así como potentes funciones de copiado y edición, permiten que las soluciones de automatización sean reutilizadas de forma eficiente.



4.1.3.- Conjunto de herramientas de ingeniería

Construida para cubrir todo el sistema, y con una gestión consistente de los datos, el Sistema de Control dispone de un conjunto completo de herramientas de ingeniería que reúne STEP 7, SCL, CFC, DocPro y las opciones de I&C tales como SFC, jerarquía tecnológica y un asistente para importación/exportación de datos.

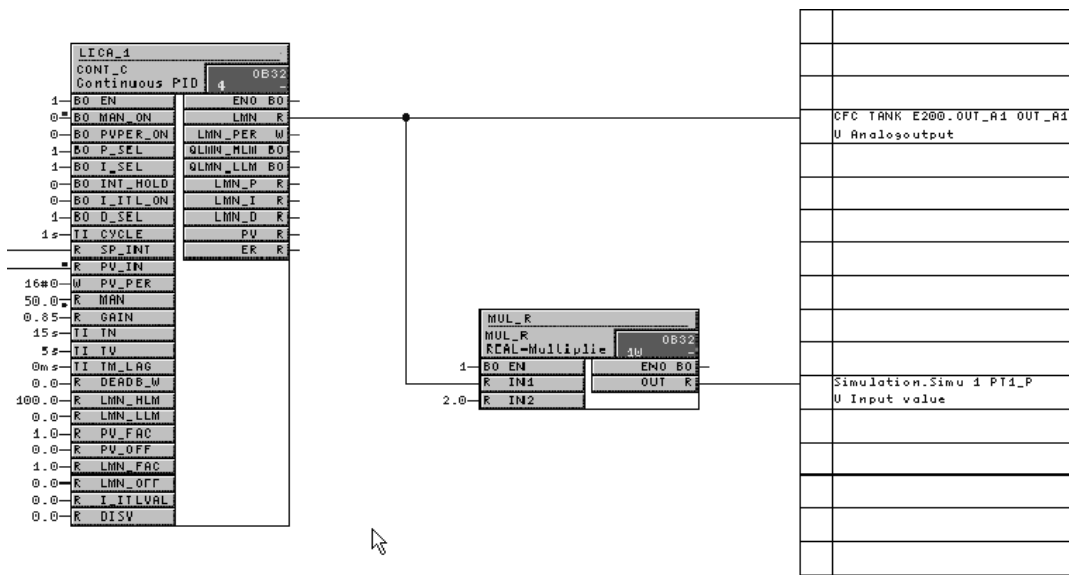
4.1.3.1.- STEP 7

Utilización de la programación de SIMATIC estándar con base de datos global para todas las demás herramientas. Se permiten también los lenguajes típicos de autómatas como contactos (ladder) y/o lista de instrucciones y/o funciones lógicas.

4.1.3.2.- Gráfico de función continua CFC

CFC es una herramienta de configuración gráfica orientada a la tecnología.

Las soluciones de automatización pueden ser convertidas directamente en programas ejecutables usando CFC. Para realizar estas tareas, se dispone de módulos de función ya implementados que pueden insertarse en un diagrama CFC, parametrizarse e interconectarse con un potente autorutador, integrando la configuración de alarmas y unas completas funciones de prueba y puesta en marcha de acuerdo con la norma IEC 1131-3.



4.1.3.3.- Gráfico de función secuencial SFC

El SFC se utiliza para la planificación de procedimientos de producción en forma de controles secuenciales. Esto incluye la creación sencilla en forma gráfica de secuencias de control, la configuración de transiciones y acciones con módulos de función en CFC, potentes funciones de prueba y de puesta en marcha así como visualización opcional de los SFC's en el sistema de operación y observación.

Además los SFC's pueden ahora incluirse e interconectarse directamente como bloques dentro de un CFC, parametrizarse y reutilizarse como instancias igual que cualquier otro bloque de función, permiten la configuración de hasta 8 cadenas de secuencias simultáneas y son totalmente conformes con la norma ISA S88.

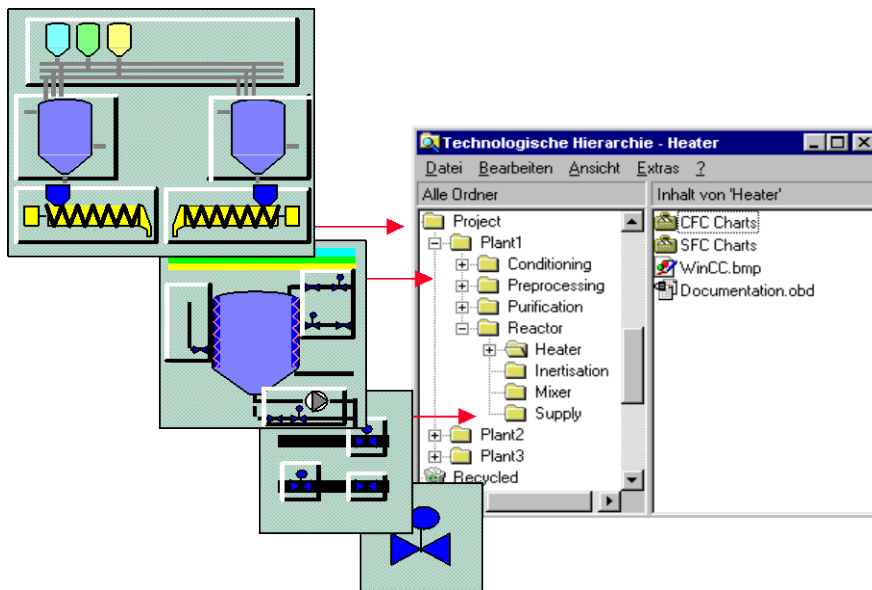
El SFC conjuntamente con el gráfico de función continua es la combinación ideal para configurar plantas y junto con WinCC, ofrece una solución integrada para el control del operador y la visualización de controles secuenciales.

4.1.3.4.- Lenguaje de control estructurado SCL

SCL es un lenguaje de alto nivel similar al Pascal que se usa para programar bloques de función de usuario y aplicaciones de automatización complejas. Cumple con la norma IEC 1131-3

4.1.3.5.- Administrador SIMATIC

Desde el administrador SIMATIC se configura el hardware del sistema y se realiza la organización del proyecto y de la planta desde una perspectiva de proceso que no de programación, para ello se utiliza la vista tecnológica. En paralelo el administrador dispone de la vista de componentes más propia de la programación de PLCs y a la cual podrá recurrirse cuando haya que integrar, por ej., un S7-300.



4.1.4.- Vista de objetos de Proceso

Nuevo editor integrado en el Administrador SIMATIC que permite una vista universal de todos los aspectos relativos a los puntos de medida / objetos de proceso: datos generales, parámetros, señales, mensajes, objetos imagen y archivos de medida de las variables.

4.1.5.- Librerías de I&C

Las librerías que contienen los bloques funcionales ya implementados son otra contribución hacia la reducción de los costes de ingeniería y proporcionan funciones de automatización especiales para tareas de I&C del proceso.

Los módulos disponibles se extienden desde módulos básicos y tecnológicos hasta otros que se utilizan para integrar instrumentos de campo conectables al bus de campo dentro de la solución de automatización ofrecida con nuestro Sistema de Control.

- Librería de módulos básicos:
 - Multiplexores, integradores, etc., drivers, módulos de alarma y de control de operador.
- Librería de módulos tecnológicos:
 - Módulos complejos con gestión integral de alarmas y operación tales como controles de lazo cerrado, motores, válvulas, etc.
- Librería de bloques para conectar instrumentos de campo:
 - Módulos que representan los siguientes instrumentos de campo en el bus de campo PROFIBUS-DP: SIPOS, SIMOCODE, MICROMASTER, MASTERDRIVE, SINAMICS, etc. así como de instrumentación de campo en PROFIBUS PA según el perfil 3.0. Estos módulos generan una imagen del instrumento de campo en el sistema

de ingeniería y aseguran que éstos se integren homogéneamente tanto en la estructura del programa como en el sistema de visualización y operación.

**ANEJO-G: CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y
DESODORIZACIÓN**

ÍNDICE

1.-	OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO.....	1
2.-	CRITERIOS DE DISEÑO	1
2.1.-	NORMATIVA.....	1
2.2.-	CRITERIOS DE DISEÑO.....	4
2.2.1.-	Criterios generales.....	5
2.2.2.-	Criterios particulares	5
2.3.-	RENOVACIONES MÍNIMAS DE VENTILACIÓN	8
3.-	CÁLCULOS DE LA VENTILACIÓN.....	8
3.1.-	VENTILACIÓN DEL EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO.....	8
3.2.-	VENTILACIÓN DE LA SALA DE CCM'S	10
3.3.-	VENTILACIÓN DEL EDIFICIO DE BIOFILTROS.....	11
3.4.-	EDIFICIO DE CONTROL.....	14
3.4.1.-	Bases y criterios de diseño	15
3.4.2.-	Descripción del sistema de climatización adoptado.....	18
4.-	CÁLCULOS DE LA DESODORIZACIÓN.....	20
4.1.-	CRITERIOS DE DISEÑO.....	20
4.2.-	CÁLCULO DE LA DESODORIZACIÓN	21
4.3.-	CARÁCTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE DESODORIZACIÓN DEL EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO Y DECANTACIÓN PRIMARIA.....	22
4.3.1.-	Características generales	22
4.3.2.-	Condiciones de operacion.....	23
4.3.3.-	Especificaciones técnicas de los equipos base	23

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente documento tiene por objeto definir los criterios de diseño y cálculos de climatización y ventilación de la EDAR de Tapia de Casariego.

2.- CRITERIOS DE DISEÑO

2.1.- NORMATIVA

Para el diseño de la climatización se tendrá en cuenta la siguiente normativa de aplicación:

- Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio, **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)**.
 - IT 1.1.4.1.2. t sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PPD entre el 10 y el 15% los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa estarán comprendidos entre los límites indicados en la tabla 1.4.1.1.

Tabla 1.4.1.1. Condiciones interiores de diseño

Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Para valores diferentes de la actividad metabólica, grado de vestimenta y PPD del apartado es válido el cálculo de la temperatura operativa y la humedad relativa realizado por el procedimiento indicado en la norma UNE-EN ISO 7.730.

- IT 1.1.4.1.3. Velocidad media del aire.

La velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia.

- IT 1.1.4.2. EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR.

IT 1.1.4.2.1. Generalidades.

En los edificios de viviendas, a los locales habitables del interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

El resto de edificios dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, de acuerdo con lo que se establece en el apartado 1.4.2.2 y siguientes. A los efectos de cumplimiento de este apartado se considera válido lo establecido en procedimiento de la UNE-EN 13.779.

- IT 1.1.4.2.2. Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios.

En función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo la siguiente:

IDA 1 (aire de óptima. calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

IDA 4 (aire de calidad baja)

- IT 1.1.4.2.3. Caudal mínimo del aire exterior de ventilación.

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior que se indican en el apartado 1.4.2.2, se calculará de acuerdo con alguno de los cinco métodos que se indican a continuación:

Método indirecto de caudal de aire exterior por persona.

Se emplearán los valores de la tabla 1.4.2.1 cuando las personas tengan una actividad metabólica de alrededor 1,2 met, cuando sea baja la producción de sustancias contaminantes por fuentes diferentes del ser humano y cuando no esté permitido fumar.

Tabla 1.4.2.1. Caudales de aire exterior, en dm³/s por persona

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Para locales donde esté permitido fumar, los caudales de aire exterior serán, como mínimo, el doble de los indicados en la tabla 1.4.2.1.

Cuando el edificio disponga de zonas específicas para fumadores, éstas deben consistir en locales delimitados por cerramientos estancos al aire, y en depresión con respecto a los locales contiguos.

- IT 1.2.4.5.2. Recuperación de calor del aire de extracción.

En los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos sea superior a 0,5 m³/s, se recuperará la energía del aire expulsado.

- Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueba el **Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias**.

- Artículo 2. Ámbito de aplicación.

Este reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias IF se aplicarán a las instalaciones frigoríficas de nueva construcción, así como a las ampliaciones, modificaciones y mantenimiento de éstas y de las ya existentes.

No obstante, a las instalaciones y sistemas de refrigeración que a continuación se relacionan se les aplicará única y exclusivamente lo establecido en el artículo 21 del presente reglamento:

Instalaciones por absorción que utilizan BrLi-Agua.

Sistemas de refrigeración no compactos con carga inferior a: 2,5 Kg. de refrigerante del grupo L1

0,5 Kg. de refrigerante del grupo L2 0,2 Kg. de refrigerante del grupo L3

Quedan excluidas del ámbito de aplicación de este reglamento:

Las instalaciones frigoríficas correspondientes a modos y medios de transporte terrestre, marítimo y aéreos, que se regirán por lo dispuesto en las normas de seguridad internacionales y nacionales aplicables a los mismos y en sus normas técnicas complementarias.

Los sistemas secundarios utilizados en las instalaciones de climatización para condiciones de bienestar térmico de las personas en los edificios, que se regirán por lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

- **REAL DECRETO 2060/2008**, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el **Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias**.

Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación.

Constituye el objeto de este reglamento el establecimiento de las normas y criterios de seguridad para la adecuada utilización de los equipos a presión con relación a los campos que se definen en el ámbito de aplicación de este reglamento.

El presente reglamento se aplica a la instalación, inspecciones periódicas, reparación y modificación, de los equipos a presión sometidos a una presión máxima admisible superior a 0,5 bar, y, en particular, a los siguientes:

Equipos a presión incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 97/23/CE, relativa a los equipos de presión.

Recipientes a presión simples incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1495/1991, de 11 de octubre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 87/404/CEE, sobre recipientes a presión simples.

Los recipientes a presión transportables incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 222/2001, de 2 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 1999/36/CE, del Consejo, de 29 de abril, relativa a equipos a presión transportables.

Las tuberías de conexión o conducción de cualquier fluido o sustancia, con todos sus equipos anejos no incluidas en el anterior apartado 2.1.

Los equipos a presión con presión máxima admisible superior a 0,5 bar excluidos o no contemplados en los apartados anteriores deberán cumplir lo las obligaciones que establece el artículo 9 del presente reglamento.

Se excluyen del presente reglamento aquellos equipos a presión que dispongan de reglamentación de seguridad específica, en la que expresamente estén reguladas las condiciones que en él se contemplan

- **CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. DOCUMENTO BÁSICO HE Ahorro de Energía.** (Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación)

Sección HE 2

Rendimiento de las instalaciones térmicas

Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

Normativa UNE de obligado cumplimiento referenciada en **RITE** y **CTE**.

• **LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES DE 1997**

Aplicable a aquellos recintos en los que esté prevista la presencia habitual de personas en el desarrollo de su actividad laboral:

Anexo II I: Condiciones ambientales de los lugares de trabajo.

3. En los lugares de trabajo cerrados deberán cumplirse, en particular, las siguientes condiciones:

a) La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27°C.

La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25°C.

b) La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por ciento, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por ciento.

c) Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:

1°. Trabajos en ambientes no calurosos: 0.25 m/s.

2°. Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0.5 m/s.

3°. Trabajos no sedentarios en ambientes no calurosos: 0.75 m/s.

Estos límites no se aplicarán a las corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor, ni las corrientes de aire acondicionado, para las que el límite será de 0.25 m/s en el caso de trabajos sedentarios y 0.35 m/s en los demás casos.

d) La renovación mínima del aire en los locales de trabajo será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y de 50 metros cúbicos en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas del aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.

2.2.- CRITERIOS DE DISEÑO

El sistema de ventilación/climatización se ha dimensionado teniendo en cuenta las siguientes premisas:

- asegurar el aporte de aire fresco para el personal de trabajo en los lugares con presencia continua de personas
- mantener las concentraciones de contaminantes por debajo de los límites fijados
- minimizar el riesgo de dispersión de olores
- minimizar el riesgo de condensaciones
- evacuar el calor aportado por las máquinas

La ventilación/climatización de las instalaciones se ha basado en la información arrojada por los cálculos de volúmenes y caudales requeridos por el proceso de desodorización.

La climatización del aire consiste, esencialmente, en la eliminación de impurezas mediante filtrado y en el acondicionamiento de las temperaturas, tanto en invierno como en verano para

introducir al ambiente un aire tratado térmicamente para evitar condiciones desfavorables para las personas y/o las instalaciones.

En el diseño del sistema de climatización se ha tratado de evitar en todo momento la formación de condensaciones, en la época del año más desfavorable, y se cumple la premisa exigida en el pliego de mantener la humedad relativa por debajo del 60%. En las zonas de proceso que no se climatizan, la humedad será la resultante del aire exterior y las cargas térmicas internas.

2.2.1.- Criterios generales

- El cálculo del caudal de aire a ser introducido en cada una de las zonas propias de tratamiento será en función del volumen de la zona confinada, que es donde se realiza la mayor parte de la desodorización.
- Se mantendrán los criterios establecidos referente a renovaciones/hora en zonas libres, tal y como se describe en el Apéndice 11.1.
 - Espesamiento y tolva de fangos: > 10 renovaciones/h
 - Edificio de pretratamiento y tratamiento primario: > 10 renovaciones/h
- Todo el aire introducido a los edificios mediante ventilación será succionado por el sistema de desodorización y tratado por este: “emisión cero de aire sin desodorizar”.
- La ventilación con entrada natural de aire en aquellos locales con concentración de olores se llevará a cabo mediante rejillas de toma de aire exterior con compuertas motorizadas, de manera tal que en caso de no funcionar la depresión generada por la desodorización, las lamas cierren y no permitan el escape de olores al ambiente exterior.
- Las rejillas serán calculadas con una velocidad del aire no mayor a 3,5 m/s.
- Se diseñarán las redes de distribución de aire con una velocidad del aire entre 8 y 12 m/s y con pérdida de carga constante.

2.2.2.- Criterios particulares

2.2.2.1.- Edificios de proceso

- Todo el aire introducido en los edificios de proceso mediante ventilación natural a través de rejillas, será succionado por el sistema de desodorización y tratado por este.
- Para evitar la salida del aire contaminado al exterior se instalarán compuertas en las tomas de aire que se cerrarán en caso de que se pare la desodorización.

2.2.2.2.- Salas de cuadros eléctricos

- Las salas de cuadros eléctricos de los Edificios de proceso del EDAR, se climatizarán con el objetivo de disipar el calor de los mismos y mantener una temperatura estable durante todo el año.
- El caudal de climatización necesario se calculará en función de la disipación térmica de los cuadros.
- No se hace necesario instalar rejillas en pared para ventilación, ya que los cuartos están climatizados.

2.2.2.3.- Transformadores

- Se optará por un sistema de ventilación forzada al no ser posible una ventilación natural. La entrada de aire se hará a través de rejillas en fachada o puertas y la extracción con ventilador mandado por termostato
- El caudal de ventilación necesario se calculará en función de la disipación térmica de los

transformadores.

2.2.2.4.- Soplantes

Para el cálculo de la ventilación se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Calor a disipar de los motores de las turbosoplantes.
- b) Caudal de aire a introducir en la sala para las necesidades de aireación en el reactor.

2.2.2.5.- Galería

- La galería dispondrá en lo posible de ventilación natural por medio de huecos al exterior, en su defecto se ubicará un extractor.

2.2.2.6.- Salas de almacenamiento de reactivos

- Se prevé ventilación natural con rejillas en las fachadas.

2.2.2.7.- Edificio de control

I. Condiciones interiores.

a) Temperatura operativa y humedad relativa.

Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD). En general, para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met (70 W/m²), grado de vestimenta de 0,5 clo en verano (0,078 m² °C/W) y 1 clo en invierno (0,155 m² °C/W) y un PPD entre el 10 y el 15 %, los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa estarán comprendidos entre los límites siguientes:

Verano:

Temperatura: 23 a 25 °C.

Humedad relativa: 45 a 60 %.

Invierno:

Temperatura: 21 a 23 °C.

Humedad relativa: 40 a 50 %.

b) Velocidad media del aire.

La velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia.

La velocidad media del aire estará comprendida entre los siguientes valores:

Invierno: 0,14 a 0,16 m/s

Verano: 0,16 a 0,18 m/s

2.2.2.8.- Calidad del aire interior.

Se dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes. A estos efectos se considera válido lo establecido en el procedimiento del RITE y de la UNE-EN 13779. En función del uso de cada local, la calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

IDA 1 (aire de óptima calidad, 20 l/s•pers).

IDA 2 (aire de buena calidad, 12,5 l/s•pers).

IDA 3 (aire de calidad media, 8 l/s•pers).

IDA 4 (aire de calidad baja, 5 l/s•pers).

Para locales donde esté permitido fumar, los caudales de aire exterior serán, como mínimo, el doble de los indicados. Cuando el edificio disponga de zonas específicas para fumadores, éstas deberán consistir en locales delimitados por cerramientos estancos al aire, y en depresión con respecto a los locales.

Para este proyecto en particular, se ha diseñado los diferentes locales con IDA 2 y con IDA 3 de acuerdo a la aplicación y uso del espacio, pero en ningún caso considerando la posibilidad de fumadores por tratarse de un edificio de uso público.

El aire exterior de ventilación se introducirá al edificio debidamente filtrado. Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), serán las que se indican a continuación:

CATEGORÍA	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA1 (Aire puro)	F9	F8	F7	F6
ODA 2 (Aire con altas concentraciones de partículas)	F7/F9	F8	F7	F6
ODA 3 (Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos)	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 4 (Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas)	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 5 (Aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas)	F6/GF/F9	F6/GF/F9	F6/F7	G4/F6

Se emplearán prefiltros para mantener limpios los componentes de las unidades de ventilación y tratamiento de aire, así como alargar la vida útil de los filtros finales. Los prefiltros se instalarán en la entrada del aire exterior a la unidad de recuperación, así como en la entrada del aire de retorno.

El Aire de extracción se clasifica en las siguientes categorías:

AE 1 (bajo nivel de contaminación).

AE 2 (moderado nivel de contaminación).

AE 3 (alto nivel de contaminación).

AE 4 (muy alto nivel de contaminación).

Sólo el aire de categoría AE 1, exento de humo de tabaco, puede ser retornado a los locales. El aire de categoría AE 2 puede ser empleado solamente como aire de recirculación o de transferencia de un local hacia locales de servicio, aseos y garajes. El aire de categoría AE 3 y AE 4 no puede ser empleado como aire de recirculación o de transferencia.

Para locales que no disponen de presencia continua de personas (locales de servicio) el caudal de aire de extracción según la UNE 13779:2007 será como mínimo un caudal de (2 m³/h) por m² de planta para locales de servicio, donde se contemplan los almacenes, aseos y cuartos técnicos.

2.2.2.9.- Recuperación de calor del aire de extracción.

El RITE prescribe que cuando el caudal de aire de extracción expulsado al exterior supere los 0,5 m³/s (1800 m³/h) se deberá recuperar la energía contenida en el aire a expulsar; y además colocar un aparato de enfriamiento adiabático en el lado del aire de extracción.

En este Edificio el aire exterior introducido es inferior a 1800 m³/h y este aire se deja en sobrepresión en el edificio para compensar las infiltraciones y las extracciones de los aseos, por lo que no se recupera el calor de este aire.

2.2.2.10.- Ocupación.

Se ha estimado el número de personas de acuerdo al mobiliario previsto en la arquitectura en los casos donde se representa o densidad por unidad de superficie de acuerdo a la aplicación.

2.2.2.11.- Calidad del ambiente acústico.

Se tomarán las medidas adecuadas para que, como consecuencia del funcionamiento de las instalaciones, en las zonas de normal ocupación de locales habitables, los niveles sonoros en el ambiente interior no sean superiores a los valores máximos admisibles indicados a continuación:

Para mantener los niveles de vibración por debajo de un nivel aceptable, los equipos y las conducciones deben aislarse de los elementos estructurales del edificio según se indica en la instrucción UNE 100153

2.2.2.12.- Condiciones exteriores.

Las condiciones exteriores de cálculo (latitud, altitud sobre el nivel del mar, temperaturas seca y húmeda, oscilación media diaria, dirección e intensidad de los vientos dominantes) se establecerán de acuerdo con lo indicado en UNE 100001 o, en su defecto, en base a datos procedentes de fuentes de reconocida solvencia (Instituto Nacional de Meteorología).

Para la variación de las temperaturas seca y húmeda con la hora y el mes se tendrá en cuenta la norma UNE 100014.

La elección de las condiciones exteriores de temperatura seca y, en su caso, de temperatura húmeda simultánea del lugar, que son necesarias para el cálculo de la demanda térmica instantánea y, en consecuencia, para el dimensionado de equipos y aparatos, se hará en base al criterio de niveles percentiles. Para la selección de los niveles percentiles se tendrán en cuenta las indicaciones de la norma UNE 100014.

Los datos de la intensidad de la radiación solar máxima sobre las superficies de la envolvente se tomarán, una vez determinada la latitud y en función de la orientación y de la hora del día, de tablas de reconocida solvencia y se manipularán adecuadamente para tener en cuenta los efectos de reducción producidos por la atmósfera.

2.3.- RENOVACIONES MÍNIMAS DE VENTILACIÓN

Para el cálculo del sistema de ventilación se han tenido en cuenta las siguientes tasas de renovación de aire según las zonas:

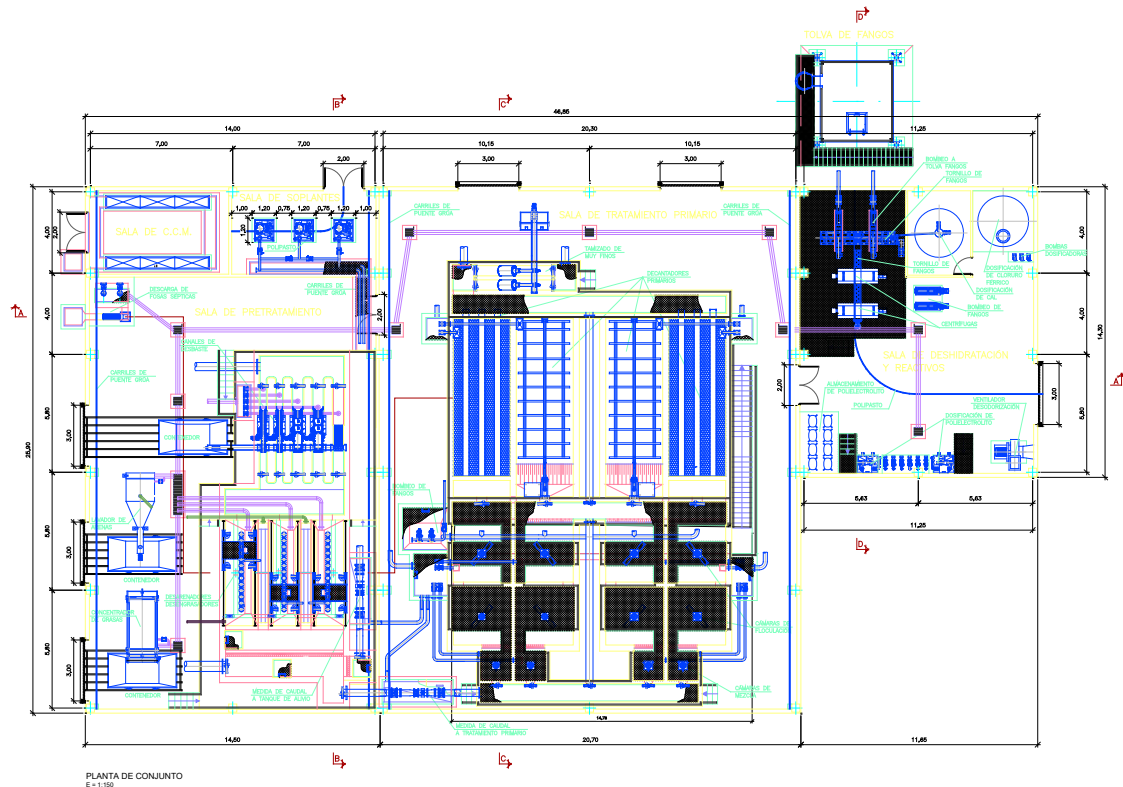
Zonas confinadas: 10 renovaciones/hora

Zonas libres: 3 renovaciones /hora

3.- CÁLCULOS DE LA VENTILACIÓN

3.1.- VENTILACIÓN DEL EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO

El edificio de pretratamiento dispondrá de un sistema de rejillas estancas que impidan la salida de olores y adicionalmente un sistema de desodorización que además incluirá la desodorización del espesador, y cuyo detalle se adjunta en apartados posteriores.



Se dispondrá de un equipo de extracción en la galería de fangos conformado por un extractor centrífugo de 1500 m³/h y colector de polipropileno de 200mm de diámetro con rejillas de extracción de aluminio.

A continuación se adjuntan los cálculos:

EDIFICIO PRETRATAMIENTO

Galería fangos

Ancho (m) (eje x)	2,70
Largo (m) (Eje Y)	14,70
Altura (m)	3,00
Volumen (m ³)	119,07
Volumen húmedo total (m ³)	119,07
Nº de renovaciones	10,00
Total caudal (m ³ /s)	1.190,70
Caudal adoptado (m ³ /h)	1.500,00
Coef. Potencia (w/m ³ /h)	0,00100
Potencia (Kw)	1,50

Ventilador

Tipo	centrífugo
material	polipropileno
Acoplamiento a motor	directo
Caudal adoptado (m ³ /h)	1.500,00
Presión estática (Pa)	1.500,00
	Deflector
	limitador de
Estanqueidad de eje	fugas
Potencia de motor Kw (1,0 A 1,5w/(m ³ /h))	1,50
Tensión V	220/380V
Velocidad de motor rpm	2.900,00
Protección	IP-55

Conductos:

Tuberías, accesorios y válvulas de interconexión en PP para la unión entre torre y ventilador, con juntas en EPDM y tornillería en AISI 304

si

DN min (mm) colector general	200,00
DD min (mm) colectores aspiración	125,00
<u>Dimensionamiento de tubos de ventilación</u>	
Caudal de aire a renovar	0,33 m ³ /s
Velocidad de circulación	m/s (normalmente
Sección del tubo	10,00 oscila entre 8-14 m/s)
Diámetro del tubo	0,03 m ²
Diámetro adoptado	205,21 mm
	200,00 PP

3.2.- VENTILACIÓN DE LA SALA DE CCM'S

La sala de CCM's dispondrá de rejillas de ventilación y un equipo de ventilación forzada y aire acondicionado.

A continuación se adjuntan los cálculos:

Sala cuadros CCM's (ventilación forzada)	
CCM's (Kw)	400
Otros: 10% del total	40
Total (Kw)	440
% emisión calor	1,50%
Disipación de calor (w)	6.600

Flujo forzado necesario (m³/s)=0,1 x Potencia total emitida (KW)	
(nota: gradiente máximo de 15°C, el Q=229,1 m³/kwxh)	0,660
Flujo forzado necesario (m³/h)	2.376,0
Nº de ventiladores disponibles	1
Flujo necesario por ventilador	2.376,0
Capacidad del ventilador necesario (m ³ /h)	2.500,0
Ancho sala	4,0
Largo sala	7,0
Alto	8,5
Volumen (m ³)	238,0
Nº renovaciones / h	11

Sala bombeos tratamiento terciario (ventilación natural)	
Ancho (m) (eje x)	4,00
Largo (m) (Eje Y)	7,00
Altura (m)	8,50
Volumen (m ³)	238,00
Nº de renovaciones/h	11,00
Total caudal (m ³ /h)	2.618,00

Ventilación natural de la sala	
VH (m)= Diferencia de altura entre rejillas	6,50
Ti= Temperatura interior (°K) (K=273,15+°C)	293,15
Te= Temperatura exterior (°K)	288,15
v(m/s)=1,77x (VH*(Ti-Tc)/Ti)^0,5	0,59
Caudal a renovar (m ² /s)	0,73
Sección salida (m ²)=Q/Vs	1,23
Nº rejillas salida	2,00
lado (m)	1,00
Ancho (m)	0,60

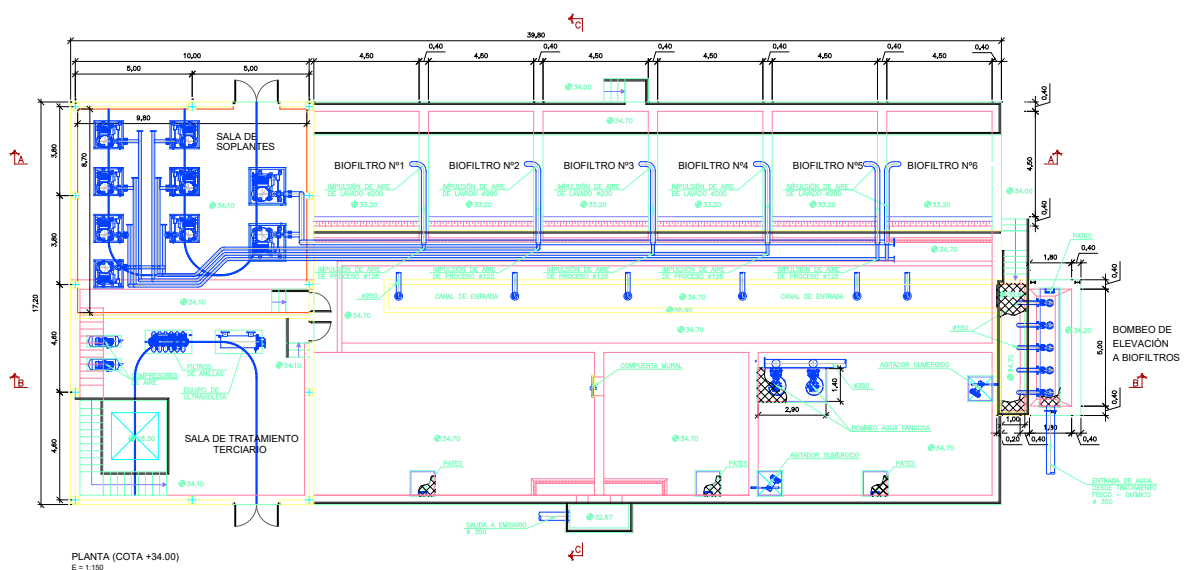
Sección entrada (m ²)=2 x S salida	2,47
Nº rejas entrada	2,00
lado (m)	1,00
Ancho (m)	1,20

3.3.- VENTILACIÓN DEL EDIFICIO DE BIOFILTROS

El edificio de biofiltros y terciario se resuelve mediante ventilación natural y forzada:

- Sala de soplantes:
 - Ventilación natural: se dispondrá de 4 rejillas inferiores de 0.8x0.5m y dos rejillas superiores de 0.8x0.5m. De esta forma no sería necesaria ventilación forzada, si bien se opta por presupuestar la siguiente:
 - Ventilación forzada:
 - Ventilador centrífugo de 1500 m³/h (considerando 3 renovaciones/hora)
 - Conductos de polipropileno de DN 200 y 125mm
 - Sala tratamiento terciario
 - Sala superior con ventilación natural: se dispondrá de 4 rejillas inferiores de 1.0x0.7m y dos rejillas superiores de 1.0x0.7m.
 - Ventilación forzada para la galería inferior y sala inferior de tratamiento terciario:
 - Ventilador centrífugo de 13.500 m³/h (incluye la totalidad del caudal con 3 renovaciones/h en la sala y 10 renovaciones/hora en la galería)
 - Conducto de polipropileno de DN 700 mm
- Nota: La galería dispondrá siempre que sea posible ventilación exterior natural creadas con chimeneas y rejillas de 0.8x0.4 con separación cada 5.0m.

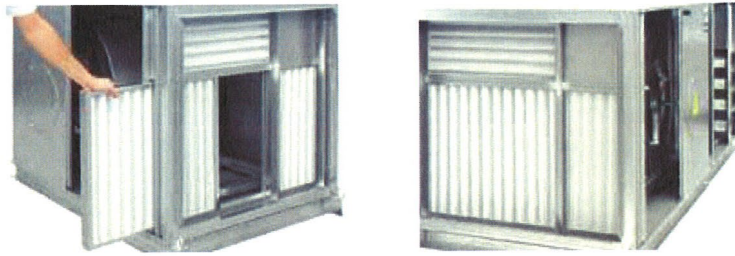
A continuación se adjuntan cálculos de ventilación



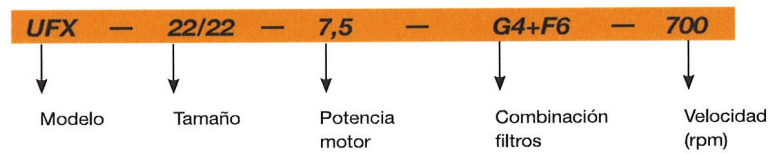
EDIFICIO DE BIOFILTROS Sala soplantes

Ancho (m) (eje x)	9,60
Largo (m) (Eje Y)	8,00
Altura (m)	5,00
Volumen (m3)	384,00
Nº de renovaciones/h	3,00
Total caudal (m3/h)	1.152,00
Caudal adoptado (m3/h)	1.500,00
Cálculo de ventilación forzada	
<u>Ventilador</u>	
Tipo	centrífugo
material	polipropileno
Acoplamiento a motor	directo
Caudal adoptado (m3/h)	1.500,00
Presión estática (Pa)	1.500,00
	Deflector
	limitador de
	fugas
Estanqueidad de eje	fugas
Potencia de motor Kw (0,8 A 1,5w/(m3/h))	1.152,00
Tensión V	220/380V
Velocidad de motor rpm	2.900,00
Protección	IP-55
<u>Conductos:</u>	
Tuberías, accesorios y válvulas de interconexión en PP para la unión entre torre y ventilador, con juntas en EPDM y tornillería en AISI 304	si
DN min (mm) colector general	200,00
DD min (mm) colectores aspiración	125,00
<u>Dimensionamiento de tubos de ventilación</u>	
Caudal de aire a renovar	0,32 m3/s
	m/s (normalmente
Velocidad de circulación	10,00 oscila entre 8-14 m/s)
Sección del tubo	0,03 m2
Diámetro del tubo	201,85 mm
Diámetro adoptado	200,00 PP
Diámetro secundario adoptado	125,00 PP
<u>Cálculo de rejillas</u>	
Total caudal (m3/h)	1.152,00
veloc. Rejillas (m/s)	3,00
Sección total (m2)	0,11
	lado (m) 0,40
	Ancho (m) 0,30
<u>Ventilación natural</u>	
VH (m)= Diferencia de altura entre rejas	3,50
Ti= Temperatura interior (°K) (K=273,15+°C)	293,15
Te= Temperatura exterior (°K)	288,15
$v(m/s)=1,77x (VH*(Ti-Tc)/Ti)^{0,5}$	0,43
Caudal a renovar (m2/s)	0,32
Sección salida (m2)=Q/Vs	0,74
	Nº rejas salida 2,00
	lado (m) 0,80
	Ancho (m) 0,50
Sección entrada (m2)=2 x S salida	1,48
	Nº rejas entrada 4,00
	lado (m) 0,80
	Ancho (m) 0,50
<u>Sala bombeos tratamiento terciario</u>	
Ancho (m) (eje x)	9,60
Largo (m) (Eje Y)	9,00
Altura (m)	10,00
Volumen (m3)	864,00
Nº de renovaciones/h	5,00
Total caudal (m3/h)	4.320,00
<u>Galería</u>	
Ancho (m) (eje x)	5,00
Largo (m) (Eje Y)	5,00
Altura (m)	29,00

Volumen (m3)	725,00	
Nº de renovaciones/h	10,00	
Total caudal (m3/h)	7.250,00	
Volumen total (m3)	11.570,00	
Total caudal (m3/h)	12.722,00	
Caudal adoptado (m3/h)	13.000,00	
Coef. Potencia (w/m3/h)	0,00100	
Potencia (Kw)	13,00	
<u>Ventilador</u>		
Nº de ventiladores	2,00	
Tipo	centrífugo	
material	polipropileno	
Acoplamiento a motor	directo	
Caudal adoptado (m3/h)	13.000,00	
Presión estática (Pa)	1.500,00	
	Deflector	
	limitador de	
	fugas	
Estanqueidad de eje	13,00	
Potencia de motor Kw (1,0 A 1,5w/(m3/h))	13,00	
Tensión V	220/380V	
Velocidad de motor rpm	2.900,00	
Protección	IP-55	
<u>Conductos:</u>		
Tuberías, accesorios y válvulas de interconexión en PP para la unión entre torre y ventilador, con juntas en EPDM y tornillería en AISI 304		si
DN min (mm) colector general	200,00	
DD min (mm) colectores aspiración	125,00	
<u>Dimensionamiento de tubos de ventilación</u>		
Caudal de aire a renovar	3,53	m3/s
Velocidad de circulación	10,00	m/s (normalmente oscila entre 8-14 m/s)
Sección del tubo	0,35	m2
Diámetro del tubo	670,78	mm
Diámetro colector principal adoptado	700,00	PP
Diámetro colector secundario adoptado	350,00	PP
<u>Sala bombeos tratamiento terciario (ventilación natural)</u>		
Ancho (m) (eje x)	9,60	
Largo (m) (Eje Y)	9,00	
Altura (m)	5,00	
Volumen (m3)	432,00	
Nº de renovaciones/h	5,00	
Total caudal (m3/h)	2.160,00	
<u>Ventilación natural de la sala de tratamiento terciario superior</u>		
VH (m)= Diferencia de altura entre rejas	3,50	
Ti= Temperatura interior (°K) (K=273,15+°C)	293,15	
Te= Temperatura exterior (°K)	288,15	
$v(m/s)=1,77x (VH*(Ti-Tc)/Ti)^{0,5}$	0,43	
Caudal a renovar (m2/s)	0,60	
Sección salida (m2)=Q/Vs	1,39	
	Nº rejas salida	2,00
	lado (m)	1,00
	Ancho (m)	0,70
Sección entrada (m2)=2 x S salida	2,77	
	Nº rejas entrada	4,00
	lado (m)	1,00
	Ancho (m)	0,70



Código de pedido



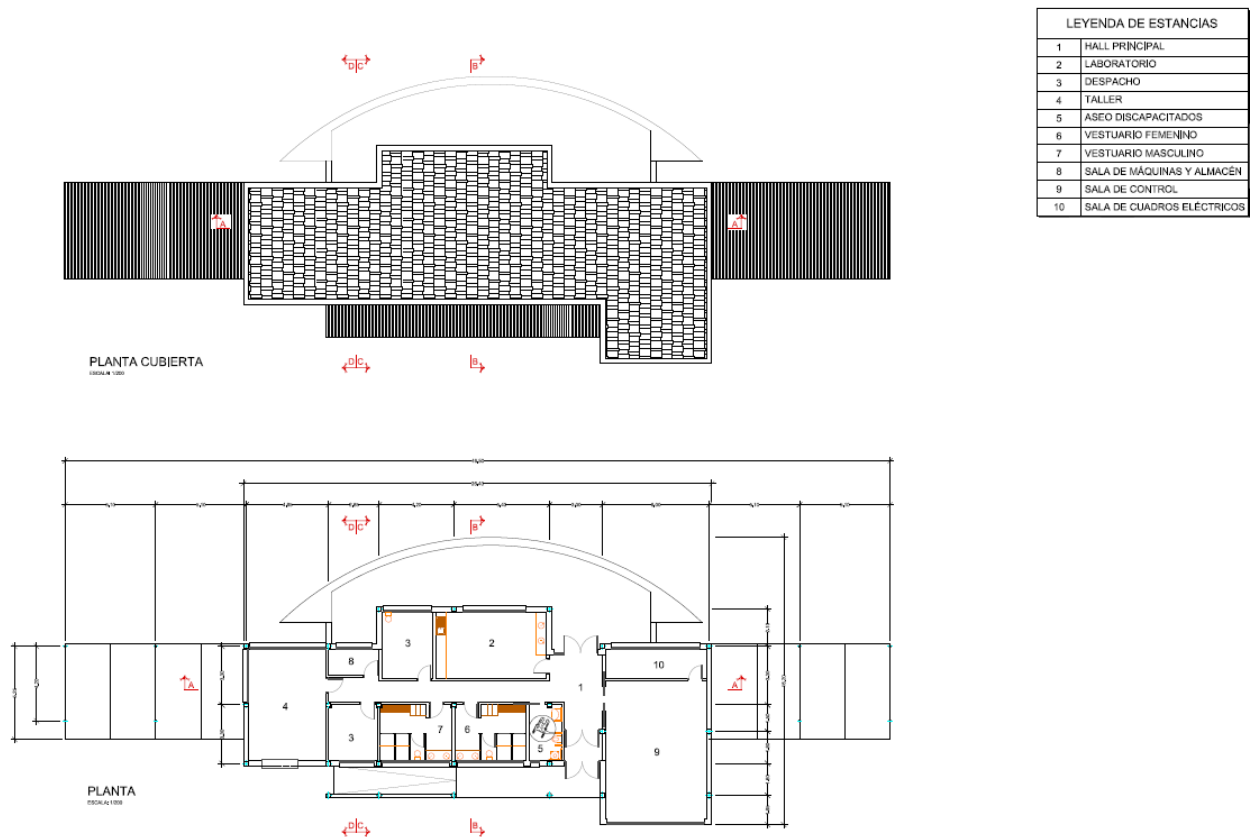
Características técnicas

Modelo	Máx. Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m³/h) Filtros (F6+F8)	Caudal máximo (m³/h) Filtros (F7+F9)	Caudal máximo (m³/h) Filtros (G4+F6)	Nº Prefiltros		Nº Filtros	
					Entero*	Medio*	Entero*	Medio*
UFX-12/12	1,50	5.250	5.100	4.650	1	0	1	0
UFX-15/15	3,00	9.050	8.870	8.225	1	2	1	2
UFX-18/18	4,00	10.735	10.370	9.320	1	2	1	2
UFX-20/20	5,50	16.805	16.510	15.575	4	0	4	0
UFX-22/22	9,20	21.100	20.610	19.110	4	0	4	0
UFX-25/25	9,20	26.760	26.190	24.355	4	4	4	4
UFX-30/28	15,00	41.060	40.310	37.840	9	0	9	0

*Dimensiones prefiltro: Entero: 585x585x48. Medio: 290x585x48
*Dimensiones filtro: Entero: 593x593x292. Medio: 288x593x292

3.4.- EDIFICIO DE CONTROL

El edificio de control está conformado por los siguientes elementos:



3.4.1.- Bases y criterios de diseño

3.4.1.1.- Condiciones interiores. Temperatura operativa y humedad relativa.

Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD). En general, para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met (70 W/m²), grado de vestimenta de 0,5 clo en verano (0,078 m² °C/W) y 1 clo en invierno (0,155 m² °C/W) y un PPD entre el 10 y el 15 %, los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa estarán comprendidos entre los límites siguientes:

Verano:

Temperatura: 23 a 25 °C.

Humedad relativa: 45 a 60 %.

Invierno:

Temperatura: 21 a 23 °C.

Humedad relativa: 40 a 50 %.

3.4.1.2.- Velocidad media del aire.

La velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia.

La velocidad media del aire estará comprendida entre los siguientes valores:

Invierno: 0,14 a 0,16 m/s

Verano: 0,16 a 0,18 m/s

3.4.1.3.- Calidad del aire interior.

Se dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes. A estos efectos se considera válido lo establecido en el procedimiento del RITE y de la UNE-EN 13779. En función del uso de cada local, la calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

- IDA 1 (aire de óptima calidad, 20 l/s•pers).
- IDA 2 (aire de buena calidad, 12,5 l/s•pers).
- IDA 3 (aire de calidad media, 8 l/s•pers).
- IDA 4 (aire de calidad baja, 5 l/s•pers).

Para locales donde esté permitido fumar, los caudales de aire exterior serán, como mínimo, el doble de los indicados. Cuando el edificio disponga de zonas específicas para fumadores, éstas deberán consistir en locales delimitados por cerramientos estancos al aire, y en depresión con respecto a los locales.

Para este proyecto en particular, se ha diseñado los diferentes locales con IDA 2 y con IDA 3 de acuerdo a la aplicación y uso del espacio, pero en ningún caso considerando la posibilidad de fumadores por tratarse de un edificio de uso público.

El aire exterior de ventilación se introducirá al edificio debidamente filtrado. Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), serán las que se indican a continuación:

CATEGORÍA	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA1 (Aire puro)	F9	F8	F7	F6
ODA 2 (Aire con altas concentraciones de partículas)	F7/F9	F8	F7	F6
ODA 3 (Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos)	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 4 (Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas)	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 5 (Aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas)	F6/GF/F9	F6/GF/F9	F6/F7	G4/F6

Se emplearán prefiltros para mantener limpios los componentes de las unidades de ventilación y tratamiento de aire, así como alargar la vida útil de los filtros finales. Los prefiltros se instalarán en la entrada del aire exterior a la unidad de ventilación, así como en el aire de retorno de las unidades terminales.

El Aire de extracción se clasifica en las siguientes categorías:

- AE 1 (bajo nivel de contaminación).
- AE 2 (moderado nivel de contaminación).
- AE 3 (alto nivel de contaminación).
- AE 4 (muy alto nivel de contaminación).

Sólo el aire de categoría AE 1, exento de humo de tabaco, puede ser retornado a los locales. El aire de categoría AE 2 puede ser empleado solamente como aire de recirculación o de transferencia de

un local hacia locales de servicio, aseos y garajes. El aire de categoría AE 3 y AE 4 no puede ser empleado como aire de recirculación o de transferencia.

Para locales que no disponen de presencia continua de personas (locales de servicio) el caudal de aire de extracción según la UNE 13779:2007 será como mínimo un caudal de (2 m³/h) por m² de planta para locales de servicio, donde se contemplan los almacenes, aseos y cuartos técnicos.

3.4.1.4.- Recuperación de calor del aire de extracción.

El RITE prescribe que cuando el caudal de aire de extracción expulsado al exterior supere los 0,5 m³/s (1800 m³/h) se deberá recuperar la energía contenida en el aire a expulsar; y además colocar un aparato de enfriamiento adiabático en el lado del aire de extracción.

En este Edificio el aire exterior introducido es inferior a 1800 m³/h y este aire se deja en sobrepresión en el edificio para compensar las infiltraciones y las extracciones de los aseos, por lo que no se recupera el calor de este aire.

3.4.1.5.- Ocupación.

Se ha estimado el número de personas de acuerdo al mobiliario previsto en la arquitectura en los casos donde se representa o densidad por unidad de superficie de acuerdo a la aplicación.

3.4.1.6.- Calidad del ambiente acústico.

Se tomarán las medidas adecuadas para que, como consecuencia del funcionamiento de las instalaciones, en las zonas de normal ocupación de locales habitables, los niveles sonoros en el ambiente interior no sean superiores a los valores máximos admisibles indicados a continuación para edificios Administrativos:

Despachos Profesionales: 40 dBA

Oficinas: 45 dBA

Zonas Comunes: 50 dBA

Para mantener los niveles de vibración por debajo de un nivel aceptable, los equipos y las conducciones deben aislarse de los elementos estructurales del edificio según se indica en la instrucción UNE 100153

3.4.1.7.- Condiciones exteriores.

Las condiciones exteriores de cálculo (latitud, altitud sobre el nivel del mar, temperaturas seca y húmeda, oscilación media diaria, dirección e intensidad de los vientos dominantes) se establecerán de acuerdo con lo indicado en UNE 100001 o, en su defecto, en base a datos procedentes de fuentes de reconocida solvencia (Instituto Nacional de Meteorología).

Para la variación de las temperaturas seca y húmeda con la hora y el mes se tendrá en cuenta la norma UNE 100014.

La elección de las condiciones exteriores de temperatura seca y, en su caso, de temperatura húmeda simultánea del lugar, que son necesarias para el cálculo de la demanda térmica instantánea y, en consecuencia, para el dimensionado de equipos y aparatos, se hará en base al criterio de niveles percentiles. Para la selección de los niveles percentiles se tendrán en cuenta las indicaciones de la norma UNE 100014.

Los datos de la intensidad de la radiación solar máxima sobre las superficies de la envolvente se tomarán, una vez determinada la latitud y en función de la orientación y de la hora del día, de tablas de reconocida solvencia y se manipularán adecuadamente para tener en cuenta los efectos de reducción producidos por la atmósfera.

Los valores estimativos son:

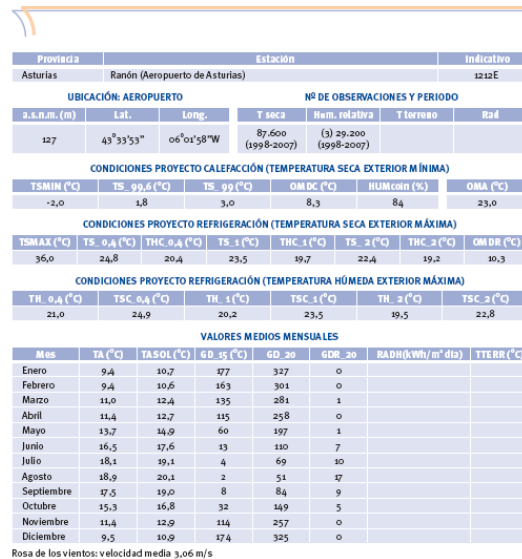
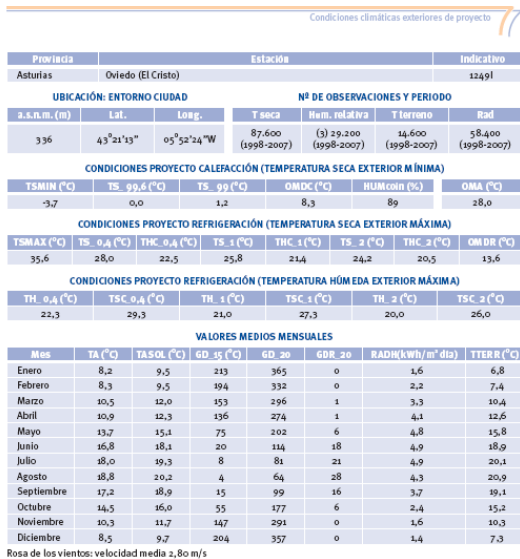
Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
-----	---	----	----	---	---	----	----	----	----	----	----	---

Enero	9.4	12.9	5.9	103	75	12.2	0.4	1.1	0.7	1.0	3.4	98
Febrero	9.4	13.1	5.7	88	74	11.1	0.5	1.0	0.8	0.9	3.2	109
Marzo	10.7	14.6	6.8	82	75	10.8	0.0	0.9	1.4	0.3	3.1	142
Abril	11.3	15.1	7.5	99	76	12.8	0.0	1.5	2.4	0.0	2.4	151
Mayo	13.6	17.3	10.0	79	80	11.9	0.0	1.6	3.5	0.0	2.0	166
Junio	16.2	19.6	12.8	61	81	7.8	0.0	1.5	5.4	0.0	2.6	163
Julio	18.2	21.5	14.8	47	81	7.2	0.0	2.0	4.7	0.0	3.1	173
Agosto	18.8	22.2	15.3	60	81	7.3	0.0	1.5	3.7	0.0	3.2	182
Septiembre	17.4	21.2	13.7	73	80	8.3	0.0	1.3	3.3	0.0	4.2	170
Octubre	15.1	18.7	11.3	116	80	11.5	0.0	0.9	2.9	0.0	3.1	130
Noviembre	11.8	15.3	8.4	134	78	12.9	0.0	0.9	1.1	0.1	2.8	96
Diciembre	9.9	13.3	6.5	117	76	13.6	0.1	0.8	1.1	0.6	3.3	86
Año	13.5	17.1	9.9	1062	78	127.8	1.0	15.1	31.0	2.9	36.0	1670

Leyenda

- T** Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM** Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm** Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R** Precipitación mensual/anual media (mm)
- H** Humedad relativa media (%)
- DR** Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN** Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT** Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF** Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH** Número medio mensual/anual de días de helada
- DD** Número medio mensual/anual de días despejados
- I** Número medio mensual/anual de horas de sol

A continuación se adjuntan datos climatológicos de estaciones próximas:



3.4.2.- Descripción del sistema de climatización adoptado

Se empleará un sistema de expansión directa reversible con recuperación de calor en el refrigerante, condensado por aire con la unidad condensadora situada en el exterior, en la bancada existente de la unidad actual.

El sistema de climatización estará compuesto por un conjunto de equipos que tienen como objetivo el control de las variables propias de los locales a acondicionar: temperatura seca, humedad relativa, grado de pureza del aire, velocidad del aire y nivel sonoro.

Este sistema substituirá al actualmente existente formado por una unidad exterior y una red de conductos que distribuyen el aire a todo el Edificio y que no funciona bien ya que no existe control de temperatura por local y estos son muy diferentes en cuanto a cargas térmicas orientación y horario de ocupación.

Los citados equipos son:

3.4.2.1.- Unidad Condensadora o Unidad Exterior (UE)

Debido al tamaño del edificio se ha seleccionado una única unidad de Bomba de Calor que será la encargada de la producción de frío o calor, dependiendo de la época del año. Se ha seleccionado con recuperación de calor del refrigerante que da la posibilidad de tener frío y calor a la vez.

La UE es la encargada de realizar el intercambio de calor entre el refrigerante y el aire exterior. Este equipo contendrá los compresores, válvulas de expansión y ventiladores de tipo helicoidal para la condensación.

La unidad se instalará sobre bancada y con soportes antivibratorios en el exterior del Edificio de Control.

3.4.2.2.- Suministro de aire primario.

El suministro de aire primario se hace directamente a las unidades interiores de tipo cassette por medio de un ventilador con los escalones de filtración indicados en el RITE.

Este ventilador se situará en el exterior del Edificio y se aprovechará la red de conductos existente.

Asimismo se ha previsto ventilación mecánica en la Sala de Juntas y en el Taller/Almacén además de en los aseos y vestuarios.

Para los aseos se han previsto sistemas de extracción independientes compuestos por ventiladores, red de conductos y rejillas de extracción.

3.4.2.3.- Unidades Interiores tipo cassette (UI)

Se trata de equipos ventiloconvectores a dos tubos de refrigerante que se encargarán de contrarrestar la carga interior debida a las cargas de los locales: ocupantes, transmisión por muros y forjados, ventanas, iluminación interior, etc.

Todos estos equipos estarán ubicados en el espacio entre el falso techo y el forjado, y anclados a este último. Desde su posición, estos equipos distribuirán el aire a través de las salidas de que disponen.

3.4.2.4.- Red de tuberías de refrigerante

Las unidades interiores se conectarán directamente a la unidad exterior a través de cajas de distribución de calor/frío mediante tuberías de cobre de calidad frigorífica. Estas tuberías estarán aisladas térmicamente en todo su recorrido.

3.4.2.5.- Redes de Conductos de aire.

Para la impulsión del aire de ventilación (aire primario) se ha previsto aprovechar la red de conductos metálicos existentes que lo conducen desde la unidad de ventilación hasta las unidades terminales.

El aire de extracción también se lleva de forma conducida hasta el exterior.

3.4.2.6.- Elementos terminales de difusión y retorno.

En los puntos finales de la red de impulsión y antes de conectarse con las unidades terminales se ubicarán reguladores de caudal constante. Se utilizarán rejillas de retorno, rejillas de extracción o bocas de extracción, según el caso para la extracción del aire.

3.4.2.7.- Elementos de regulación y control.

Serán los encargados encender, apagar, y regular el sistema y sus equipos dependiendo de las condiciones de temperatura y horarios establecidos, a través de sensores de ambiente que recogerán las señales y se comunicarán con la unidad exterior para intercambiar información, y actuarán sobre el sistema para mantener las condiciones de confort con el menor consumo energético posible.

4.- CÁLCULOS DE LA DESODORIZACIÓN

4.1.- CRITERIOS DE DISEÑO

El principio básico es que el valor de la afección odorífera en el exterior de la parcela no supere 10 OUE/m³ durante el 98% 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/m ³
	Mercaptanos (CH ₃ SH)	< 1 mg/m ³
	Amoniaco (NH ₃)	< 18 mg/m ³
Zonas no accesibles (depósitos cubiertos)	Sulfhídrico (SH ₂)	< 25 mg/m ³
	Mercaptanos (CH ₃ SH)	< 2,5 mg/m ³
	Amoniaco (NH ₃)	< 50 mg/m ³
Garantías en el aire desodorizado	Sulfhídrico (SH ₂)	< 0,1 mg/m ³
	Mercaptanos (CH ₃ SH)	< 0,1 mg/m ³
	Amoniaco (NH ₃)	< 0,2 mg/m ³
	Aminas (CH ₃ NH ₂)	< 0,2 mg/m ³

Salvo BIOFILTROS, 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 tamicos 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.

Las renovaciones del aire por zonas serán, como mínimo:

- Espesamiento y deshidratación: > 10 renovaciones/h
- Edificio de pretratamiento: > 10 renovaciones/h

Los puntos de extracción del aire viciado serán definidos detalladamente, así como el sistema de ajuste de los caudales extraídos.

Las conducciones serán preferiblemente de polipropileno o de acero galvanizado, siendo la velocidad máxima de circulación del aire por ellas de 10 m/s.

4.2.- CÁLCULO DE LA DESODORIZACIÓN

Desodorización				
Aspiraciones localizadas de los elementos exteriores de proceso				
Espesador fangos				
nº tanques		1		Ud
superficie		44,2		m ²
altura sobre lámina de agua		0,8		m
volumen		35,3		m ³
Renovaciones/hora		10		renov/h
Caudal a desodorizar		360		m ³ /h
Tubería aspiración individual		125		mm
Velocidad circulación		8,2		m/s
Aspiración tolva de fangos				
nº tanques		1		Ud
superficie		12,3		m ²
altura libre sobre fango		3		m
volumen		37		m ³
Renovaciones/hora		10		renov/h
Caudal a desodorizar		370		m ³ /h
Tubería aspiración		125		mm
Velocidad circulación		8,4		m/s
Aspiraciones en edificios				
Zona de pretratamiento				
Dimensiones	<u>L</u>	<u>A</u>	<u>H</u>	m
	22	14	5	m
Volumen:				m ³
Volumen total			1540	m ³
Renovaciones/hora:			10	veces/h
Caudal a desodorizar			15400	m ³ /h
Tubería aspiración			700	mm
Velocidad circulación			11,1	m/s
Zona de Tratamiento Primario				
Dimensiones	<u>L</u>	<u>A</u>	<u>H</u>	m
	22	21	5	m
Volumen:				m ³
Volumen total			2310	m ³
Renovaciones/hora:			6	veces/h
Caudal a desodorizar			13860	m ³ /h
Tubería aspiración			700	mm
Velocidad circulación			10,0	m/s
Zona de deshidratación:				
Dimensiones	<u>L</u>	<u>A</u>	<u>H</u>	m
	12	14	5	m
Volumen:				m ³
Volumen total			840	m ³
Renovaciones/hora: teniendo en cuenta que hay aspiraciones localizadas			10	veces/h
Caudal a desodorizar			8400	m ³ /h

Desodorización		
Tubería aspiración	500	mm
Velocidad circulación	11,9	m/s
<hr/>		
Total a desodorizar	38390	m ³ /h
Adoptado	1 líneas de: 39000	m ³ /h
Tramo final de la tubería aspiración	1100	mm
Velocidad resultante	11,4	m/s
<hr/>		
Sistema:	Filtración relleno biológico	
Velocidad circulación:	0,5	m/s
Sección necesaria:	21,67	m ²
Número de filtros:	1	Ud
Sección unitaria necesaria:	21,67	m ²

4.3.- CARÁCTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE DESODORIZACIÓN DEL EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO Y DECANTACIÓN PRIMARIA

4.3.1.- Características generales

La solución técnica propuesta se basa en la utilización de la tecnología denominada Biofiltros Percoladores (Biotrickling Filters). En los biofiltros percoladores desarrollados por TECNIUM, el H₂S es oxidado a SO₄²⁻ y H⁺ bajo condiciones aerobias sin la necesidad de adición de reactivo químico alguno. Los biofiltros percoladores se caracterizan por utilizar un relleno sintético (e.j.: plástico, roca de lava, espuma de poliuretano, cerámico, metálico, etc.) que bien puede ser depositado en el interior del reactor de forma desordenada, o estructurada. La biomasa crece sobre la superficie de este material formando lo que se conoce como la biopelícula, donde tiene lugar la oxidación biológica. La rigidez y baja densidad del material de relleno utilizado por TECNIUM, junto con su baja pérdida de carga, nos permite diseñar nuestras instalaciones con alturas de relleno relativamente altas, siendo habitual la división del lecho en uno más segmentos.

En comparación con los biofiltros convencionales, donde el relleno utilizado es de naturaleza orgánica, otro aspecto que caracteriza a los biofiltros percoladores es la existencia de una recirculación continua sobre el lecho que nos permite:

- Mantener la biopelícula húmeda.
- Lavar los sulfatos generados en la oxidación y controlar el pH del líquido recirculado en torno al valor deseado.
- Controlar el grosor de la biopelícula mediante su desprendimiento, evitando el crecimiento excesivo de la biomasa.
- Proveer a las bacterias de los nutrientes necesarios para su crecimiento.

Con el objetivo de optimizar el crecimiento de las bacterias y su actividad, el pH de la solución líquida debe mantenerse en el rango ácido. El punto de trabajo deseado se alcanza mediante el control del caudal de agua alimentado al reactor. Este caudal, que bien puede ser efluente secundario de una EDAR o, en su defecto, agua de red previa adición de los nutrientes necesarios. El diluido efluente de los biofiltros percoladores no es una corriente problemática en cuanto a su tratamiento se refiere, ya que puede ser dirigida a cabeza de planta y tratada con el resto del agua residual.

El líquido de recirculación, almacenado en la parte inferior del reactor, es recirculado de forma continua mediante bombas centrífugas, con elevadas prestaciones funcionales, tanto químicas como mecánicas.

La utilización de un indicador de nivel con 3 niveles de contacto y una electroválvula permiten regular el caudal de agua de entrada al biofiltro y mantener constante el nivel de líquido en el interior del mismo.

En resumen, las principales ventajas de la tecnología de biofiltro percolador son:

- Nulo coste de explotación asociado a la adición de reactivos químicos ya que estos no se requieren.
- Nulo coste de tratamiento de efluentes, ya que éstos pueden ser conducidos directamente a la cabecera de la depuradora mezclados con el resto de las aguas.
- Automatización absoluta del proceso, sin necesidad de controles directos y diarios sobre el equipo.

4.3.2.- Condiciones de operación

- . Caudal de gas a tratar : 40.000 m³/h
- . Composición del gas a tratar : Aire + H₂S + COV
- . Concentración media de H₂S : 10 mg/m³
- . Temperatura : 20°C
- . Líquido de lavado : H₂O tratada (1)
- . Humedad del gas a la salida del bioscrubber : 100 %
- . Eficacia de absorción estimada : 98% sobre el H₂S
- . Pérdida de carga de equipos : 1.500 Pa
- . Pérdida de carga de conductos : 1.000 Pa (supuesto)
- . Pérdida de carga total : 2.500 Pa
- . Presión de diseño : Atmosférica

(1) En caso de utilización de agua con suficiente contenido en nutrientes, principalmente N y P (por ejemplo el efluente procedente del reactor biológico del tratamiento de aguas) no se requeriría el aporte externo de nutrientes de nutrientes en el proceso. En caso contrario bastaría con dosificar una pequeña cantidad de disolución de NPK. En cualquier caso, el agua utilizada deberá tener un contenido en SST < 150 mg/l y deberá estar exenta de halógenos.

4.3.3.- Especificaciones técnicas de los equipos base

3.a) Equipos de tratamiento biológico:

1 BIOTRICKLING TECNIUM vertical, modelo BTFSS - 42, con las siguientes dimensiones y características generales:

Material barrera química : Resina estervinilica /fibra de vidrio

Material refuerzo mecánico : Resina ortoftálica / fibra de vidrio

Color de acabado : Blanco RAL 9010

Diámetro : 4.200 m.m

Altura total aproximada : 11.500 m.m

Espesor de construcción : 6 m.m

Capacidad de líquido

contenido en el fondo 14.000 l

Elementos de contacto utilizados

o Tipo : Inorgánico desordenado con gran superficie específica y baja pérdida de carga tipo Bitec Separador de gotas

o Tipo : Láminas activas para flujo vertical

o Material : Polipropileno

Accesorios

o Medidor de pérdida de carga de los internos con indicación visual.

o Indicador de nivel con 3 puntos de consigna y electroválvula para entrada automática de agua. Alimentación 220 VAC.

o Medidor de pH y 1 electroválvula para purga automática.

o Rebosadero con cierre hidráulico y drenaje.

1 BOMBA centrífuga TECNIUM horizontal para recirculación del líquido de lavado, modelo BHCKK – 6.16, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido : Polipropileno

Acoplamiento al motor : Directo

Caudal : 70 m³/h

Altura manométrica total : 18 m.c.l.

Estanqueidad eje : Cierre mecánico simple interior

Tecnum IP-5

Materiales del cierre mecánico

o Rotor : CSi

o Estator : CSi

o Juntas : NBR

Potencia instalada : 11 kW

Tensión motor : 380/660 V

Velocidad angular del motor : 2.900 r.p.m.

Protección del motor : IP-55

Peso : Kg

1 VENTILADOR centrífugo TECNIUM, modelo MMSKI - 8080 con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido : Turbina: AISI 316

Difusor: Polipropileno

Acoplamiento al motor : Poleas / correas

Caudal : 40.000 m³/h

Presión estática : 2.500 Pa

Estanqueidad eje : Deflector limitador de fugas

Potencia instalada : 37 kW

Tensión motor : 380/660 V

Velocidad angular del motor : 1.450 r.p.m.

Protección del motor : IP-55

3.b) Equipos de aporte de nutrientes:

1 DEPÓSITO TECNIUM, modelo DPFKK – 10, para contener una solución de nutrientes, con las siguientes características:

Material : Polipropileno

Color de acabado : Gris RAL 7032

Diámetro : 1.000 m.m

Altura total : 1.400 m.m

Espesor : 5 m.m

Capacidad : 1.000 l

Accesorios incluidos

o Boca de hombre para inspección de DN 500.

o Rebosadero, drenaje y aireación.

1 BOMBA DOSIFICADORA DOSAPRO, modelo GA - 45 con motor, con las siguientes características:

Material de las partes en contacto con el fluido : Polipropileno

Caudal : 4 ÷ 45 l/h

Presión : 2 bar

Potencia instalada : 0'12 kW

Tensión del motor : 220/380 V

Protección del motor : IP-55

Tuberías, válvulas y accesorios de alimentación de nutrientes entre depósito y biotrickling en PVC. La tubería se suministrará en PVC flexible enfundada en tubería de PVC rígido, dejando las curvas libres para eliminar esfuerzos por cambio brusco de dirección. Se incluyen válvulas de seguridad en impulsión para retorno a la aspiración de la bomba en caso de sobrepresión en tubería.

COMPLEMENTOS

4.a) Conductos de aire y Tuberías de líquidos:

· Tuberías, accesorios y válvulas de interconexión entre equipos, en PP para la recirculación de líquidos, y en PP para la unión entre biotrickling y ventilador, con juntas en EPDM y tornillería en AISI 304, con premontaje en nuestra fábrica de la instalación de lavado propuesta en la presente oferta. Se incluye manómetro con membrana separadora y válvulas de aislamiento y purga en el circuito de recirculación de líquido. Se incluye conducto de salida de gases de 2 m de altura y DN 1.000 con toma de muestras roscada de DN 100.

OTROS ELEMENTOS :

Pasamuros, así como elementos de impermeabilización y estanqueidad de los orificios practicados en la obra civil para el paso de conductos.

Chimenea, toma muestras y escalera con plataforma de acceso a la misma.

Montaje.

Medios de elevación necesarios para la descarga e implantación de los equipos en obra.

Conductos de captación de aire hasta el equipo de lavado.

Conducción de drenajes y reboses hasta arquetas de recogida

Cuadro eléctrico.

Obra civil.

Instalación eléctrica y acometida eléctrica a cuadro.

Tuberías para vehiculización de H₂O hasta la unidad de lavado.

Tuberías de carga de nutrientes de los depósitos de almacenamiento.

Instalación neumática.

ANEJO-H: SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS

ÍNDICE

1.-	OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO.....	1
2.-	CRITERIOS DE DISEÑO	1
3.-	EDIFICIOS.....	1
3.1.-	EDIFICIO DE EXPLOTACIÓN CONJUNTA.....	1
3.2.-	EDIFICIO DE BIOFILTROS.....	6
3.3.-	EDIFICIO DE CONTROL.....	7
4.-	URBANIZACIÓN	10
5.-	INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA	10
6.-	EMISIONES SONORAS.....	11
6.1.-	NORMATIVA APLICABLE.....	11
6.2.-	CRITERIOS DE DISEÑO.....	11
6.3.-	FOCOS SONOROS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	13
6.4.-	FUENTES DE EMISIÓN EN FASE DE FUNCIONAMIENTO	15
6.4.1.-	Fuentes en el exterior de la parcela	15
6.4.2.-	Fuentes en el interior de las edificaciones.....	17
6.4.3.-	Edificio de pretratamiento	19
6.4.4.-	Edificio de Biofiltros	19

1.- OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente documento tiene por objeto definir los criterios arquitectónicos de las edificaciones de la EDAR de Tapia de Casariego.

2.- CRITERIOS DE DISEÑO

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.

A la hora de proyectar las edificaciones se ha tenido presente que son instalaciones donde el personal de la planta debe de realizar tareas de mantenimiento y explotación.

Se dimensionan los edificios con suficiente amplitud de manera que la sustitución de bombas, válvulas y equipos de gran volumen podrán ser reparados o sustituidos con totalmente facilidad.

Todos los edificios se proyectan con polipastos o puentes grúa que permiten cargar cualquier equipo en cualquier punto del edificio, cargando o descargando los equipos bien en su punto de colocación o en el punto de acceso al edificio. Los edificios son dotados de grandes puertas permitiendo la entrada de vehículos de carga.

Los edificios y diferentes etapas de tratamiento se diseñan con amplias plataformas de trabajo que en el caso de encontrarse en altura se instalan barandillas. Las escaleras son como mínimo de un metro de ancho con tabicas de altura normalizada y huella amplia que permiten la subida y bajada con pequeñas cargas de forma segura.

3.- EDIFICIOS

El anteproyecto 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

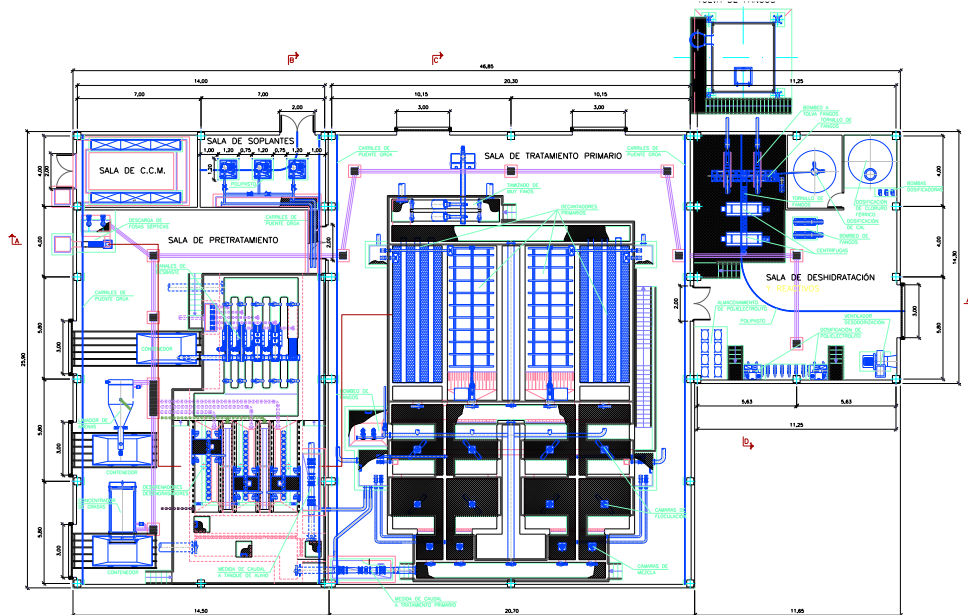
3.1.- EDIFICIO DE EXPLOTACIÓN CONJUNTA

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

El edificio de explotación conjunta se diseña con cuatro salas:

- Sala de CCM's, con una dimensión de 7.0x4.0m y suelo técnico de altura 0.5m.
- Sala de soplantes, con una superficie de 7.0x4.0m
- Sala del pretratamiento, con una superficie de 21.65x14.50m
- Sala de tratamiento primario con una superficie de 20.70x25.90m
- Sala de deshidratación con una superficie de 11.25x14.30m



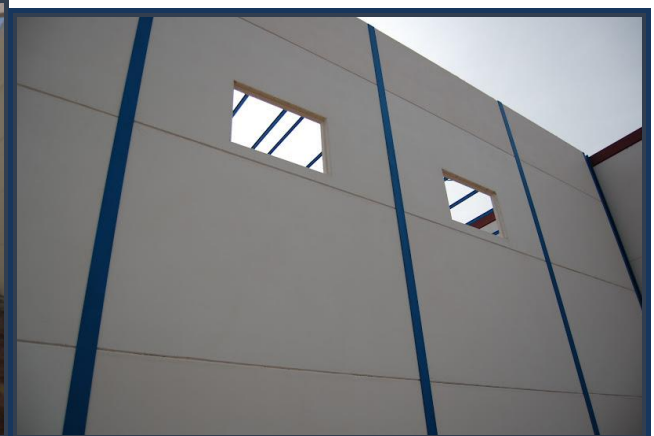
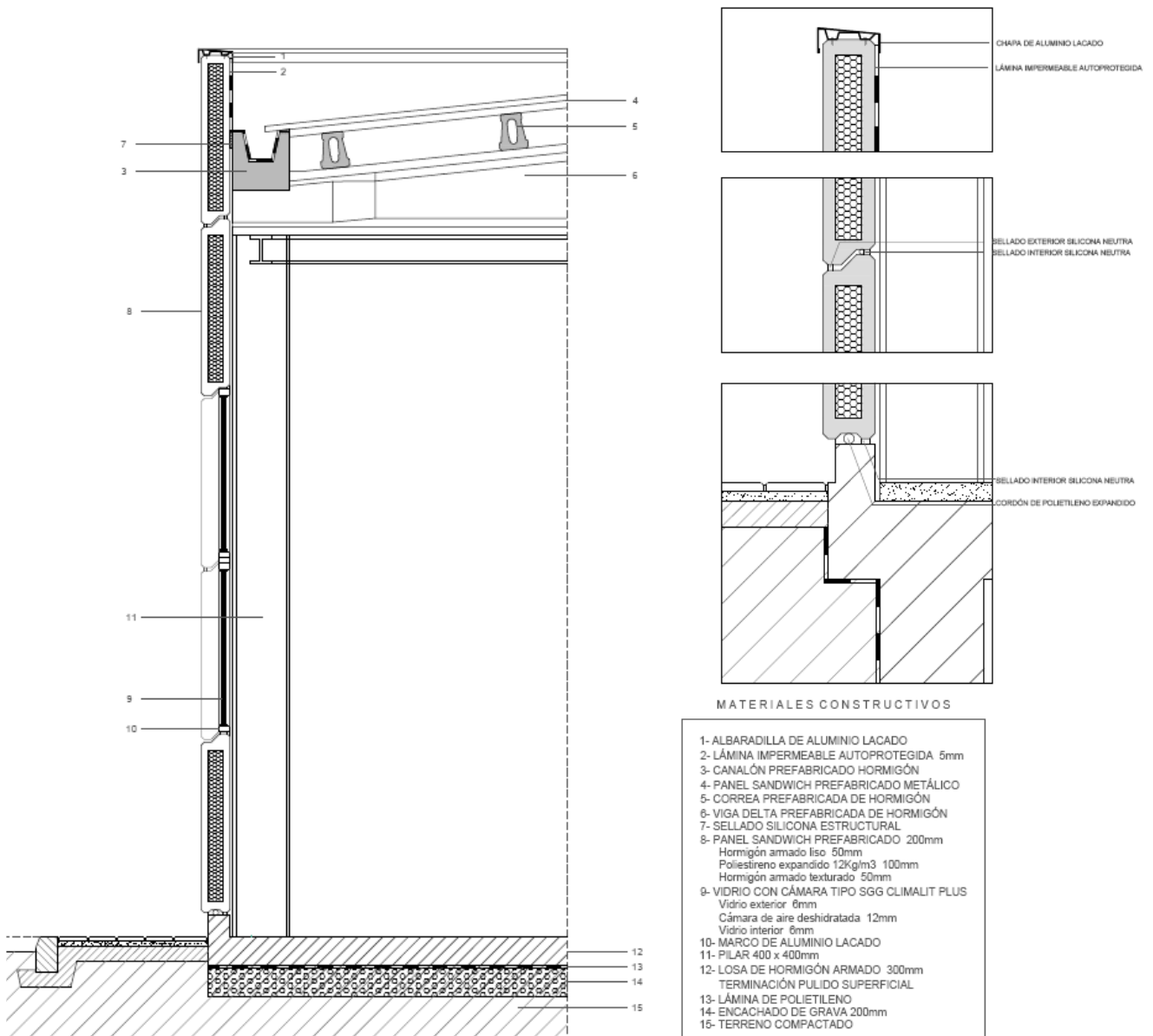
Se diseña una estructura monolítica mediante la formación de pórticos paralelos a base de elementos prefabricados HA45-IIa, tanto soportes como vigas, de hormigón armado y de hormigón pretensado, con cubiertas en general inclinadas formadas por vigas prefabricadas tipo delta, de inercia variable, con 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

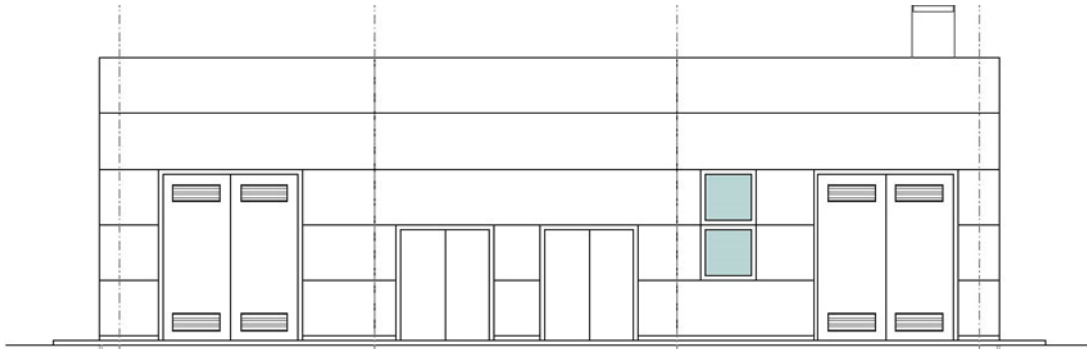
Perimetralmente se dispondrá de jácenas en U, H y L con 40 cm de canto, que se encargarán de recoger las aguas vertidas y actuarán como canalón.

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.

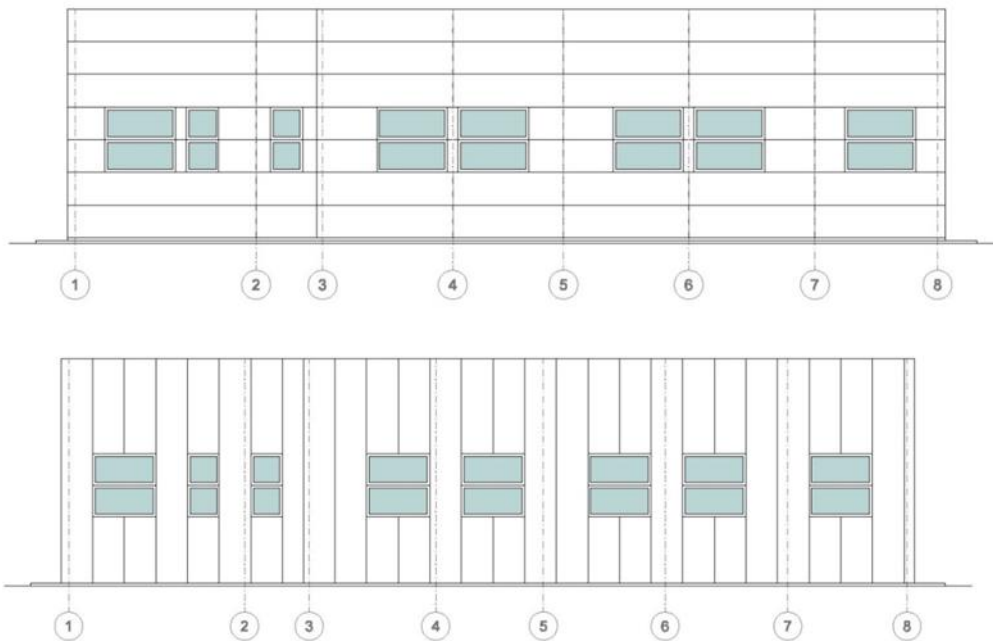


Con objeto de dotar de aspecto estético exterior se distinguen diversos acabados: lico o rugoso y acanalado



En cuanto a la disposición de los paneles en fachadas se prevén dos posibilidades:

- Horizontales. Permite utilizar los paneles como arriostramiento horizontal de los pórticos estructurales y a su vez conforman los adintelados de los huecos del edificio (portones, puertas de acceso y ventanas) sin necesidad de otros elementos constructivos suplementarios.
- Verticales. Tiene como ventaja que su puesta en obra tiene una mayor facilidad, aunque no se pueden utilizar para el arriostramiento de la estructura y precisan de dinteles suplementarios para los huecos.



La elección de disposición de una u otra posibilidad dependerá de las circunstancias de la construcción, tanto en plazo como económicas, así como de las condiciones de fabricación de la firma especializada de prefabricados que se seleccione.

Como excepción al panel sándwich pesado de hormigón armado se prevé la instalación de panel modular sándwich ligero metálico industrializado en la envolvente de la estructura metálica cuando proceda para dotar de un mejor aspecto estético.

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 perfilaría 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 perfilera 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.

Cubierta de los edificios

Como ya se ha expuesto se prevén vigas prefabricadas tipo delta de inercia variable con pendiente en el ala superior del 10% y correas igualmente prefabricadas, tales que permitan el acoplamiento de cubiertas ligeras de tipo inclinado.

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

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

La formación de las cubiertas se realizará mediante panel modular sándwich ligero metálico industrializado, constituido por capas exterior e interior de acero galvanizado, con tratamiento anticorrosión prelacado al horno y con núcleo intermedio aislante. Las juntas entre paneles se realizarán con tapetas de unión estanca.

La formación de los canalones de recogida de aguas pluviales se prevé mediante el tratamiento de las correspondientes vigas de atado y coronación prefabricadas previstas al efecto, en el caso de la estructura prefabricada, o mediante la incorporación del elemento complementario al panel en el caso de la estructura metálica previsto por la firma especializada.

Perimetralmente se realiza la formación de peto interior de paneles de fachada, desde coronación hasta cubierta o canales con chapa galvanizada y prelacada, perfil comercial TE-30. Cortes, solapes, esquinas interiores, adaptado a bayonetas si procede, accesorios de fijación, portes y montaje.

Acabados exteriores

Como criterio general se ha establecido que los acabados exteriores de los edificios e instalaciones auxiliares presenten tonalidades cromáticas acordes con las características del entorno, preferentemente rojizas para las cubiertas y ocre o terrosas para los paramentos, dando preferencia a los acabados mates sobre los brillantes o metalizados y al cumplimiento de la normativa urbanística.

Losa y solados

Se dispondrá de una losa de hormigón armado HA-30/B/20/IV-Qb de espesor 20 cm, apoyada sobre un enchachado de grava 20/40 o 40/80 de 20 cm y lámina de polietileno 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

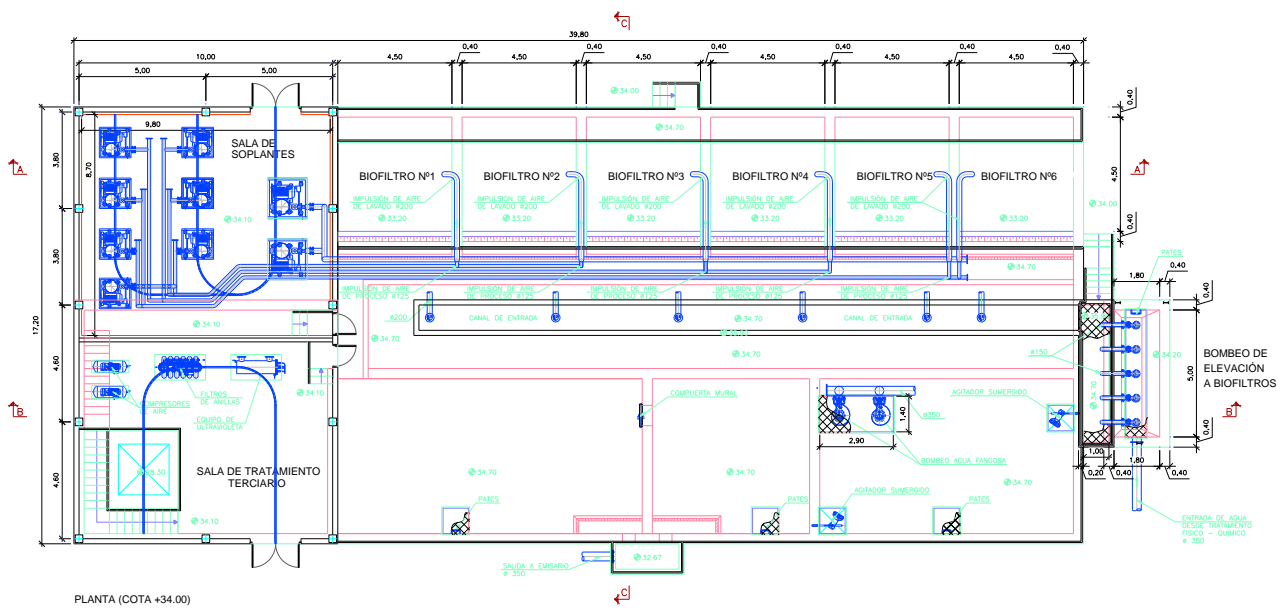
mm, bandeja de acero galvanizado inferior, núcleo de madera de fibra alta densidad en su interior, incluso recubrimiento superior de estratificado o inferior de aluminio revestido y perímetro formado por perfil de PVC, apoyado sobre estructura reticular semirrígida formados por una varilla de acero galvanizado 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.

3.2.- EDIFICIO DE BIOFILTROS

El edificio de BIOFILTROS está configurado por dos salas:

- Sala de soplantes de 7.8x10m
- Sala de bombes y terciarios con una superficie de 9.20x10.0m



PLANTA (COTA +34.00)

Los biofiltros no se cubrirán con objeto de establecer un aspecto estético de tipo piscina y rebosadero

Se establece la cota de solera a la 34.10, con una altura de pilares de 5.0m.

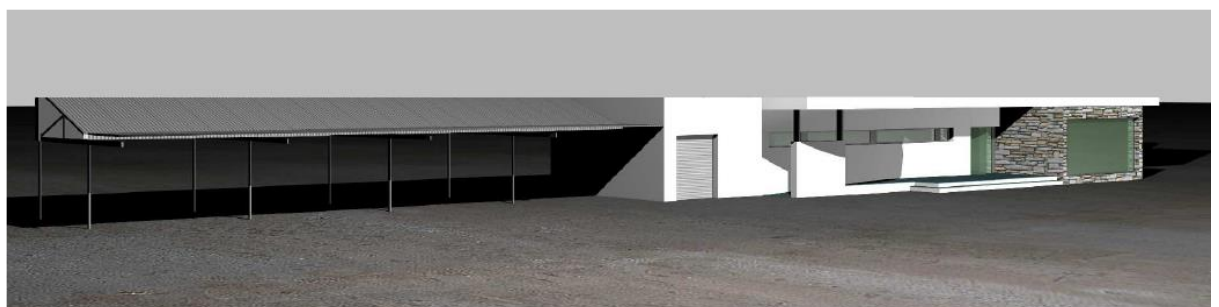
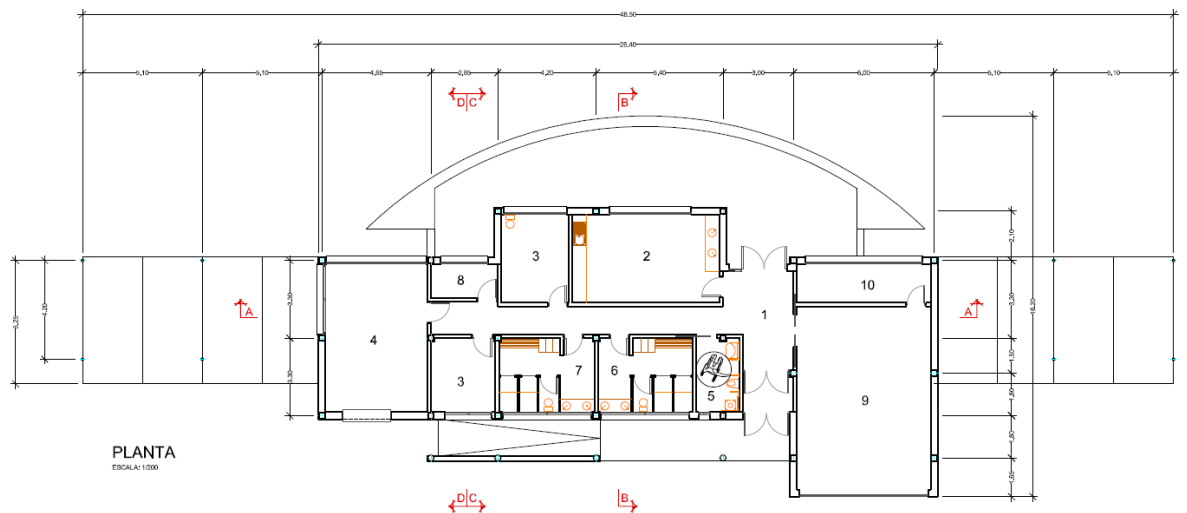
Las características de la estructura serán similares a los expuestos para el edificio de explotación conjunta del pretratamiento, si bien a efectos presupuestarios se ha considerado:

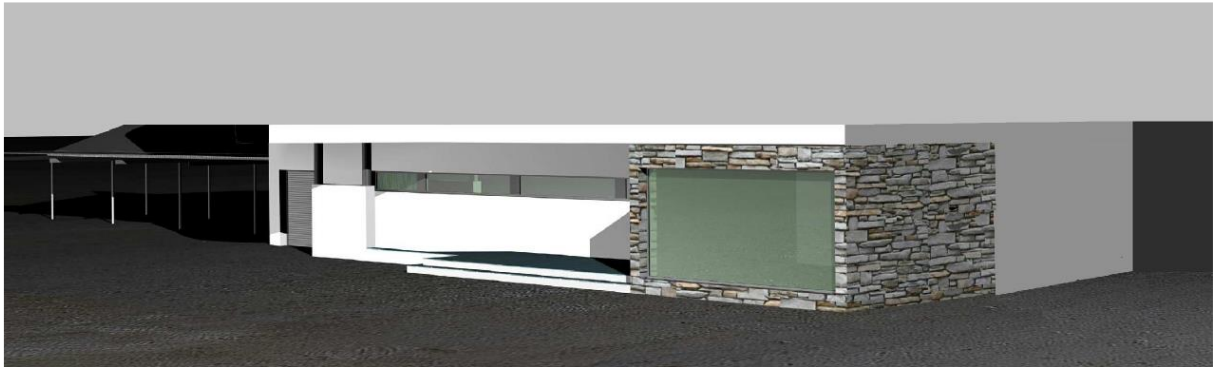
- Forjado compuesto de losa alveolar de hormigón pretensado, de 20 cm. de canto y 1.2m de anchura, capa de compresión de 5 cm hormigón HA-25/P/20/ IIa N/mm², con tamaño máximo del árido de 20mm, elaborado en central, con pp/ de zunchos y armadura de reparto #5/20-20 y negativos de refuerzo(1.88kg/m²), incluso apoyos de neopreno conforme a norma vigente.
- Impermeabilización de cubierta con lámina de betún modificado con elastómeros de 4Kg/m² de masa nominal, con armadura constituida por fieltro de poliéster, totalmente adherida mediante calor, previa imprimación con 0,30 Kg/m² de emulsión bituminosa de color negro, incluso limpieza previa del soporte, imprimación, mermas y solapes, remate perimetral, chapas de cierre, formación de niveles con hormigón aligerado, y recubrimiento con gravilla 4-10 de toda la superficie con un espesor mínimo de 5cm.

3.3.- EDIFICIO DE CONTROL

Se dispondrá de un edificio de control de 250 m² con las siguientes salas y configuración que incluirá: Recepción; Oficinas; Laboratorio; Vestuarios; Sala de control; Un almacén; Un taller para mantenimiento; Aseos

LEYENDA DE ESTANCIAS	
1	HALL PRINCIPAL
2	LABORATORIO
3	DESPACHO
4	TALLER
5	ASEO DISCAPACITADOS
6	VESTUARIO FEMENINO
7	VESTUARIO MASCULINO
8	SALA DE MÁQUINAS Y ALMACÉN
9	SALA DE CONTROL
10	SALA DE CUADROS ELÉCTRICOS

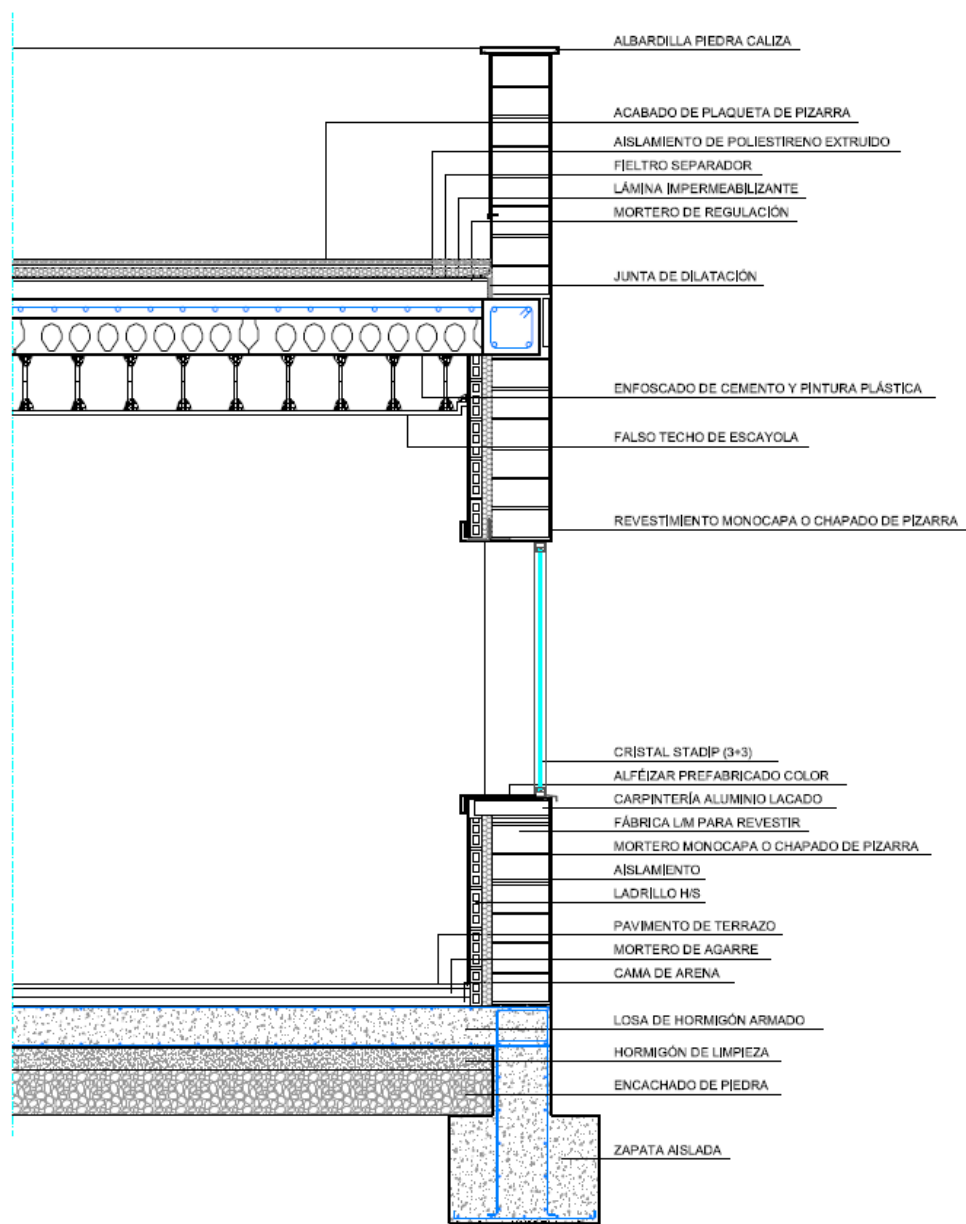




Tendrá las siguientes características:

- 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.



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 hoja 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 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, 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.

5.- 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:

m ²	Preparación del terreno	1.500,00
m ²	Formación césped rústico<5000 m ²	1.500,00

ud	Plantación de Lonicera periclymenum cont. 1 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.

6.- EMISIONES SONORAS

6.1.- NORMATIVA APLICABLE

La normativa aplicable a la EDAR es la vigente a nivel municipal, autonómico y estatal (prevalece la más restrictiva de las 3), detallada a continuación:

- Ley 37/2003, de 17 de Noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Al tratarse de un sector del territorio con predominio de uso industrial, los niveles máximos permitidos serán de **65 dB(A)** en periodo diurno (de 7 a 19 horas) y vespertino (de 19 a 23 horas) y de **55 dB(A)** en periodo nocturno (de 23 a 7 horas).
- Documento básico DB-HR, “Protección frente al ruido”, del Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).
- Ordenanza municipal sobre protección del medio ambiente contra la emisión de ruidos y vibraciones.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

6.2.- CRITERIOS DE DISEÑO

Para realizar el estudio de emisiones sonoras, en primer lugar se identifican las principales fuentes generadoras de ruido de las instalaciones proyectadas y su ubicación en las mismas.

A continuación, se estiman las emisiones potenciales de ruido de las instalaciones hacia el exterior partiendo de los siguientes datos:

- Niveles de potencia y/o presión sonora de las principales máquinas y fuentes de ruido.
- Valores de aislamiento acústico de los cerramientos y de la medianería utilizada en la construcción de la EDAR.
- Altura media de todos los edificios de las instalaciones, que pueden actuar como pantallas acústicas.
- Número de camiones que circulan diariamente en la carga/descarga de elementos residuales u otros en las instalaciones.

Finalmente, estas emisiones de ruido se introducen en el modelo informático CADNA, el cual da como resultado los niveles de inmisión sonora en la parcela.

En el caso de superar los límites de emisión hacia el exterior de la parcela, se propondrán medidas correctoras tales como:

- Aislamiento acústico de aquellas fuentes ubicadas en el exterior de los edificios mediante elementos de insonorización.
- Aislamiento acústico de aquellas fuentes ubicadas en el interior de edificios mediante elementos de insonorización.
- Aumentar el aislamiento acústico de aquellos recintos que contienen en su interior una fuente de ruido importante.

En el caso de superar los niveles acústicos en el interior de los edificios, se tomarán acciones preventivas contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, tal y como dicta el Real Decreto 286/2006. Así, se establecen dos tipos de límite, por nivel de ruido acumulado a lo largo de la jornada laboral por cada uno de los trabajadores y por nivel de ruido instantáneo. Los límites establecidos son:

Situación	$L_{Aeq'd}$	L_{pic}
1. Valores límites de exposición	87 dB _A	140 dB _C
2. Valores superiores que dan lugar a una acción	85 dB _A	137 dB _C
3. Valores inferiores que dan lugar a una acción	80 dB _A	135 dB _C
4. Sin acción asociada	< 80 dB _A	< 135 dB _C

Se puede observar que, cuando un trabajador acumula un nivel de ruido superior a igual a 80 dB(A) o un nivel instantáneo de 135 dB(C), deben realizarse acciones preventivas que vienen especificadas a continuación:

Acciones preventivas (R.D.286/2006)	≤80 dBA	≤80 dBA y/o ≥ 135 dBC L_{pic}	≥85 dBA y/o ≥ 137 dBC L_{pic}	≥87 dBA y/o ≥ 140 dBC L_{pic}
Información y formación a los trabajadores y/o representantes	-	Sí	Sí	Sí
Evaluación de la exposición al ruido	-	Cada 3 años	Anual	Anual
Protectores auditivos individuales	-	-	Uso obligatorio personal expuesto	Uso obligatorio personal expuesto
Señalización de las zonas de exposición	-	-	Sí (restringir acceso)	Sí (restringir acceso)
Control médico auditivo	-	Sí (si existe riesgo; mínimo cada 3 años)	Sí (mínimo cada 3 años)	Sí
Programa técnico/organizativo para reducir exposición al ruido	-	-	Sí	Sí

En la Ley 7/1997, de 11 de agosto, de protección contra la contaminación acústica y en el Decreto 150/1999, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica, se establecen cuatro clases de zonas de sensibilidad acústica, y según ellas se establecen los siguientes valores de recepción del ruido en el ambiente exterior:

Zona	L_{pAeq} (de 8 a 22 horas)	L_{pAeq} (de 22 a 8 horas)
Zonas de alta sensibilidad acústica (A)	60	50

Zonas de moderada sensibilidad acústica (B)	65	55
Zonas de baja sensibilidad acústica (C)	70	60
Zonas de servidumbre (D)	75	65

Zonas de alta sensibilidad acústica: sectores del territorio que admitan una protección alta contra el ruido, como áreas sanitarias, docentes, culturales o espacios protegidos.

Zonas de moderada sensibilidad acústica: sectores del territorio que admitan una percepción del nivel sonoro medio como viviendas, hoteles o zonas de especial protección como los centros históricos. Zonas de baja sensibilidad acústica: sectores del territorio que admitan una percepción del nivel sonoro elevado como restaurantes, bares, locales o centros comerciales.

Zonas de servidumbre: sectores del territorio afectados por servidumbres sonoras a favor de sistemas generales de infraestructuras viarias, ferroviarias o otros equipos públicos que las reclamen.

La propagación del ruido tiene unos condicionantes a tener en cuenta a la hora de prever el tipo de impacto ambiental que puede producirse. Así esta propagación depende del tipo de fuentes, de la distribución en el espacio, de la topografía del terreno y de las condiciones atmosféricas. Lo más interesante en este caso resulta saber por qué motivos o en qué condiciones esta propagación del ruido va a disminuir; estas son:

- Por dispersión de la energía en el aire: el ruido disminuye con la distancia.
- Por atenuación del sonido en el aire: en esta influye la humedad relativa (atenuación menor cuanto más humedad), la lluvia, la nieve, el viento y la temperatura.
- Por reflexión y difracción en obstáculos: vallas, muros vegetación (herbácea, arbustiva, arbórea).
- Por fenómenos de reflexión y formación de sombras por variaciones de la presión y temperatura: la velocidad del sonido aumenta con la temperatura y con la presión atmosférica.
- Por reflexión y absorción por el suelo: va a depender de las características del suelo.

Por otra parte, conviene indicar cuáles son las fuentes que pueden generar aumentos significativos de los niveles sonoros en fase de construcción y funcionamiento de la depuradora

6.3.- FOCOS SONOROS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

En fase de construcción el aumento de los niveles sonoros se generará como consecuencia de:

- Las excavaciones necesarias para la construcción de la depuradora.
- El tráfico de camiones.
- Funcionamiento de los motores de los vehículos destinados al transporte de material y al movimiento de maquinaria de obra y operaciones de carga y descarga.

Cabe destacar que dada la localización del emplazamiento, en una zona agrícola-forestal, este tipo de operaciones, salvo la del tráfico de camiones resultante de la actividad del Matadero municipal, no se desarrollan normalmente. El principal foco de aumento de los niveles sonoros durante la fase de construcción lo constituirán las excavaciones y las voladuras.

Según la “Guía práctica para el control del ruido ambiental en canteras y graveras”, de Santiago Gayubas, J.C. (1998), el valor de la presión sonora causado por las operaciones de excavación y voladuras, tiene una propagación hemiesférica, reduciéndose en función de la siguiente ecuación: $10 \log (2 \pi r^2)$ siendo r la distancia de la fuente al receptor en metros. Las viviendas más cercanas al emplazamiento de la EDAR se encuentran a unos 250 m medidos en línea recta. Por tanto, a la distancia $r = 250$ m, el nivel acústico generado por las operaciones de excavación se reducirá en unos 56 dB (A).

De acuerdo con las limitaciones establecidas la contaminación acústica, en horario diurno (establecido legalmente entre las 8:00 y las 22:00 horas) el nivel de ruido permitido en el exterior para un uso industrial sería de 75 dB (A).

Durante esta fase para los trabajos de movimiento de tierras, dado que los niveles de emisión de perforadoras, mototraillas, palas cargadoras, volquetes, tractores, motoniveladoras y demás maquinaria a emplear en la obra, varía entre un mínimo de 80-107 dB (A) y un máximo de 83-120 dB (A), el nivel resultante en las viviendas más cercanas será siempre inferior a los 75 dB (A) establecidos como máximo nivel de ruido permitido por la legislación municipal, aún sin tener en cuenta la amortiguación debida a la vegetación y a la orografía del terreno.

Para el caso de las voladuras, según la publicación anteriormente mencionada, el nivel de ruido, de tipo impulsivo, variará entre 70 y 140 dB (A) de modo que el valor más elevado del nivel sonoro no será superior a 84 dB (A), sin tener en cuenta la amortiguación del terreno natural ni de la vegetación existente. Aplicando el ábaco de Makaewa, en el que se considera el efecto barrera sobre el ruido como la distancia mínima entre emisor y receptor, el nivel acústico se reducirá en todo caso por encima de 10 decibelios, de modo que el nivel resultante se situará por debajo de los 75 dB (A).

Dado que no se conoce a este nivel de estudio qué proporciones de los distintos materiales aparecerán durante los movimientos de tierras, consideraremos que la mayor parte de los mismos corresponde a tierras.

Suponiendo un periodo de 9 meses para la realización de la excavación, el número de camiones de 30 toneladas que transportará sobranes de obra será de 25 al día. Para el cálculo de este nivel acústico se ha tenido en cuenta la metodología de García Sencherme (1983) en su publicación “Ruido de tráfico urbano e interurbano”, por la que el nivel de ruido causado por el tráfico viario responde a la ecuación:

$$F = 10 \log [(1-p) \times 10^{F1/10} + p \times 10^{F2/10}]$$

$$F1 = 26,7 \log V + 5,5$$

$$F2 = 13,7 \log qV + 38,5$$

Siendo:

F: Nivel sonoro debido a la tipología del tráfico, en dB (A)

F1: Nivel sonoro debido a vehículos ligeros, en dB (A)

F2: Nivel sonoro debido a vehículos pesados, en dB (A) $v1$: velocidad de vehículos ligeros, = 60 Km/h v_p : velocidad de vehículos pesados, = 40 Km/h p : porcentaje de vehículos pesados, en tanto por uno.

A las expresiones anteriores hay que sumar las correspondientes a los incrementos o reducciones debidas a los factores que se relacionan a continuación:

Incremento acústico debido a la intensidad viaria: $A1 = 10 \log (IMH)$ De acuerdo con el estudio de tráfico, la estimación de la intensidad media horaria (IMH) durante los periodos diurno y nocturno se determina mediante las fórmulas siguientes: $IMH_d = IMD (\%V_d/16)$ $IMH_n = IMD (\%V_n/8)$

En donde:

A1: incremento acústico debido a la intensidad viaria, en dB (A)

IMD: intensidad media diaria de vehículos

IMHd: intensidad media horaria de vehículos durante el día en nº vehículos /hora

IMHn: intensidad media horaria de vehículos durante la noche, en nº de vehículos/hora

%Vd: porcentaje de vehículos durante el número de horas del período diurno, en tanto por uno.

%Vn: porcentaje de vehículos durante el número de horas del período nocturno, en tanto por uno. 2) Atenuación del tráfico rodado debido a la distancia.

Responde a la ecuación:

$2 = - 10 \log d$ Siendo: A2 = atenuación acústica debido a la distancia entre eje de la calzada y el punto, en dB (A).

d = distancia del foco emisor al receptor, en m. Según García Sencherms (1983) el nivel máximo generado por el paso de un vehículo disminuye a razón de 6 dB (A) cada vez que se duplica la distancia a la fuente (estimada en 1,5 m para el caso de vehículos), aunque en términos de nivel sonoro equivalente se reduce tan solo 3 dB (A).

Esta conclusión viene a coincidir aproximadamente con el valor obtenido mediante la fórmula de $10 \times \log d$.

El nivel sonoro en el punto de recepción (Leq,d) vendrá determinado por la expresión:

$$Leq,d = F + A1 - A2$$

Aunque no se disponen de datos concretos, teniendo en cuenta las características de la vía, se considera como velocidad la de 50 Km/h para los automóviles y de 30 Km/h para los camiones.

En cuanto al tráfico, los vehículos pesados van a constituir la componentemayoritaria del mismo, y se estima un porcentaje del 85%. Dicho tráfico se realiza fundamentalmente por el día, estimándose el mismo en un 82% y el resto por la noche.

A pesar de no disponer de datos de aforo, consideraremos la hipótesis de reparto de tráfico con una IMD de 1.000-2.000 vehículos al día. Partiendo del supuesto más desfavorable como es el transporte, durante las horas laborables diurnas, de todo el sobrante, circulando por la carretera con un incremento de vehículos pesados de 25 camiones al día el nivel sonoro equivalente continuo resultante es de 57,05 dB (A).

De acuerdo con lo recogido en el Decreto 150/1999, la mayor parte del recorrido se hará por terrenos que podrían calificarse como zona D, de servidumbres y servicios generales, con valores límites de Leq de 75 dB (A) durante el día.

6.4.- FUENTES DE EMISIÓN EN FASE DE FUNCIONAMIENTO

6.4.1.- Fuentes en el exterior de la parcela

Se deberá tener en cuenta que las viviendas más cercanas se encuentran a 400 m del emplazamiento de la depuradora, por lo que la reducción del nivel sonoro será como mínimo de 56 dB (A), según la expresión recogida anteriormente.

Además las bombas y demás instalaciones sonoras (soplantes, etc.) irán dentro de edificaciones que darán lugar a una atenuación acústica no inferior a 24 dB (A).

Por otra parte, se viene demostrando en los estudios al efecto que el nivel de ruido disminuye cada 20 m a razón de 1-2 dB hasta la distancia de 200 m del foco emisor (mayor disminución en los primeros 100 m). Por ello, para estimar el nivel de ruido que supone, se muestran en el siguiente cuadro los valores habituales del nivel de presión sonora producido por distintas fuentes.

db	Fuente de sonido	db	Fuente de sonido
155	Sirena próxima	70	Oficina ruidosa
140	Jet (umbral de dolor)	60	Conversación
130	Prensa hidráulica	50	Oficina
120	Claxon fuerte	40	Biblioteca
110	Camiones	30	Estudio de grabación
100	Metro y avión de hélice	20	Reloj eléctrico (3 m)
90	Orquesta sinfónica	10	Crujido de hierba

Asimilando el ruido que puede producir la maquinaria de la depuradora a la banda de 70-80 dB (A) a 1 m del foco emisor, consideraremos el punto de emisión situado en la zona central de la planta. A partir de este punto se calcula la distancia a la que el nivel sería igual al permitido, y se traza una línea isófona. La distancia al foco emisor produce una disminución de la potencia acústica de manera proporcional a la superficie del círculo en el que se desarrolla el frente de onda.

La fórmula que permite obtener el nivel de presión acústica para una distancia de un foco dado es la siguiente: siendo:

$$L_w = L_p - 10 \log(4\pi \times r^2)$$

L_p = nivel de presión acústica de un foco a una distancia de 1 m (dB (A)) = 80 dB (A)

L_w = nivel de emisión o nivel de presión acústica calculado para una distancia de 0,28 m (dB (A)).

En la tabla adjunta se muestran los niveles de presión acústica para una distancia de un foco dado.

Distancia (m)	Lp (dB A)	Lw (dB A)
0,28	80	80,06
1	80	69,01
2,5	80	61,05
5	80	55,03
10	80	49,01
20	80	42,99
30	80	39,47
40	80	36,97
50	80	35,03
100	80	29,01
200	80	22,99
250	80	21,05
300	80	19,47
400	80	16,96

Aún a pesar de la cercanía de las viviendas a **400 m** de la planta depuradora, los incrementos en los niveles de ruido estimados para estas distancias son de **16.96 dB (A)**, sin tener en cuenta la atenuación provocada por la vegetación y por la propia orografía del terreno, por lo que no es de esperar la superación del límite establecidos, con unos valores de recepción del ruido en el ambiente exterior para viviendas residenciales de por debajo de 50 dB (A) en horario diurno y de 45 dB (A) en horario nocturno

6.4.2.- Fuentes en el interior de las edificaciones

Las principales fuentes de emisión sonora son las motorizaciones instaladas en los edificios de explotación conjunta (pretratamiento) y edificio de BIOFILTROS

El cálculo de los niveles de ruido interior en los distintos recintos de la planta se ha basado en los datos proporcionados por el cliente y se han supuesto los valores de absorción acústica de los materiales utilizados en los recintos.

Para calcular estos niveles de ruido en el interior de cada uno de los edificios de la planta, se deben conocer todos los factores que intervienen en la propagación del ruido. A continuación se definen brevemente cada uno de ellos:

Coefficiente de absorción α . Dado que la energía sonora en un recinto tratado con material absorbente disminuye respecto a cuando no existe tratamiento acústico, debemos aceptar que se produce una disipación de energía sonora en otras formas de energía. Esta disipación de la energía sonora se denomina absorción acústica. La capacidad de absorción sonora se debe a las pérdidas de energía sonora en la superficie o en el espesor del material, dependiendo de su estructura, densidad, elasticidad y otras propiedades físicas.

El coeficiente de absorción promedio ($\bar{\alpha}$) de una sala es el valor promedio de absorción a una banda de frecuencias determinada. Se calcula para cada frecuencia, a partir de todos los materiales de la sala, según la superficie que ocupen. Se calcula como la suma de absorciones proporcionadas por cada material dividida entre la superficie total de la sala.

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot \alpha_i}{S}$$

Para calcular el nivel de presión sonora (SPL) en el interior de cada edificio, se ha utilizado la siguiente formulación, teniendo en cuenta de forma aproximada las distancias entre las fuentes de ruido y los paramentos de la sala:

$$SPL = 10 \cdot \log W_{pc} \frac{\left[\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right]}{p_0^2}$$

Donde:

R: constante de la sala (parámetro indicativo del grado de absorción de la sala, o en otras palabras, de su nivel de reverberación). Relaciona el coeficiente medio de absorción de la sala con su superficie total.

r: distancia fuente-receptor.

Q: directividad de la fuente. Caracteriza la radiación espacial de la fuente sonora. También se representa con el índice de directividad DI expresado en decibelios ($DI=10\log Q$).

W: potencia acústica de la fuente (wattios).

ρc : impedancia del aire (405,92 kg·m-2·s-1).

p_0 : presión umbral (20 μ Pascales).

En el caso de las fuentes de ruido situadas al aire libre (agitadores, decantadores, etc.), se han introducido directamente los niveles de emisión acústica facilitados por el cliente en el software de simulación acústica.

Finalmente, también se ha considerado la circulación de camiones por el interior de las instalaciones como una fuente de ruido que ha sido representada como un emisor lineal en la simulación acústica.

En el caso de los edificios que albergan fuentes de ruido potenciales, a partir del índice de aislamiento acústico (R_A) y el coeficiente de absorción (α) de cada uno de ellos se han determinado de forma teórica los niveles de ruido en su interior, y consecuentemente, en el exterior de éstos.

A continuación se detallan los paramentos exteriores que se utilizarán, según información facilitada por el cliente, y sus correspondientes características acústicas.

Paramento	Descripción	Índice de aislamiento acústico (R_A)	Utilizado en
Fachada	Panel de sándwich prefabricado de hormigón texturizado	49,02 dBA	Todos los edificios
Cubierta ligera	Panel de sándwich nervado de aluminio	29 dBA	Todos los edificios ¹

A continuación se muestran los espectros de absorción acústica de los elementos constructivos que intervienen en los cálculos de los niveles interiores en los recintos de la EDAR, citados anteriormente (fachadas y cubiertas).

Paramento	Coeficiente de absorción α por bandas de frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Panel de sándwich prefabricado de hormigón texturizado	0,03	0,05	0,08	0,09	0,1	0,12
Panel de sándwich nervado de aluminio	0,04	0,04	0,06	0,07	0,1	0,09

Para poder realizar los cálculos se han supuesto espectros de potencia acústica de las fuentes de ruido totalmente planos, es decir, de la misma potencia por cada banda de frecuencia de análisis (de 125 a 4000 Hz).

El estudio del ruido en el interior de las salas de trabajo se ha realizado tratando de analizar las situaciones más restrictivas acústicamente, es decir:

- considerando las fuentes más ruidosas de cada edificio como las predominantes en éstos y obviando las menos ruidosas (10 dB o más por debajo) y
- asumiendo que estas fuentes de ruido están ubicadas muy próximas a los paramentos límite de estos.

Con estas suposiciones lo que se pretende es asegurar el cumplimiento de la normativa vigente en cualquier situación dentro de la futura EDAR, permitiendo que cualquier combinación de funcionamiento de máquinas y de posición de receptores (trabajadores) se mantenga dentro de los valores límite establecidos por la legislación.

¹ Excepto para la cubierta del edificio existente de cogeneración y la cubierta de la sala de silos del edificio de deshidratación, que se ha considerado que tienen un índice de aislamiento acústico de 58 dBA.

6.4.3.- Edificio de pretratamiento

La fuente de ruido principal situada en el interior del edificio de pretratamiento es el puente grúa y cuchara bivalva cuyo nivel de emisión es de 85 dB SPL (1 m) y funciona durante 2,5 horas al día. El resto de fuentes de ruido ubicadas en este edificio tienen un nivel de emisión inferior a 60 dB SPL (1 m).

Suponiendo que la jornada laboral de un trabajador es de 8 horas, si estuviera expuesto al ruido generado por el puente grúa y cuchara bivalva durante todo su período de funcionamiento (2,5 horas), y el resto de tiempo (5,5 horas) estuviera en un ambiente silencioso (< 60 dBA), el nivel de exposición diario equivalente, LAeq,d, en decibelios A, sería de:

$$LA_{eq,d} = 10 \cdot \log \left[\left(\frac{1}{8} \right) \cdot \left(2,5 \cdot 10^{(85/10)} + 5,5 \cdot 10^{(60/10)} \right) \right] = 80,0 \text{ dBA}$$

Este nivel LAeq,d de 80,0 dBA corresponde con el valor inferior de exposición que da lugar a una acción (LAeq,d = 80 dBA). En consecuencia, sería necesario dotar a los trabajadores con protectores auditivos en caso de que algún trabajador estuviera expuesto al ruido generado por el puente grúa y cuchara bivalva durante todo su período de funcionamiento (2,5 horas).

6.4.4.- Edificio de Biofiltros

Las fuentes de ruido situadas en el interior del edificio de turbo-compresores son los soplantes biológicos, cuyo nivel de emisión se estima en 70 dB SPL (1 m) y funcionan durante 12,83 horas al día, y los ventiladores, cuyo nivel de emisión es de 69 dB SPL (1 m) y funcionan también durante 12,83 horas al día.

Suponiendo que la jornada laboral de un trabajador es de 8 horas, si estuviera expuesto al ruido generado por los turbo-compresores y los ventiladores durante toda su jornada, el nivel de exposición diario equivalente, LAeq,d, en decibelios A, sería de:

$$LA_{eq,d} = 10 \cdot \log \left[\left(\frac{1}{8} \right) \cdot \left(8 \cdot 10^{(70/10)} \right) \right] = 70,0 \text{ dBA}$$

Este nivel LAeq,d de 70,0 dBA no supera el valor inferior de exposición que da lugar a una acción (LAeq,d = 80 dBA), por lo tanto, cumple con lo establecido en el Real Decreto 286/2006.

ANEJO-I: ESTUDIO DE EXPLOTACIÓN

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- ESTUDIO DE EXPLOTACIÓN	1

1.- INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta el Estudio de Costes de Explotación de la EDAR de Tapia.

Se ha tomado como referencia los caudales medios para el año tipo, el que ha servido para el diseño de la EDAR, 4800 m³ diarios.

En el estudio de costes, se ha estimado que la etapa estival es de tres meses, durante los cuales los consumos serán del 50% del resto del año.

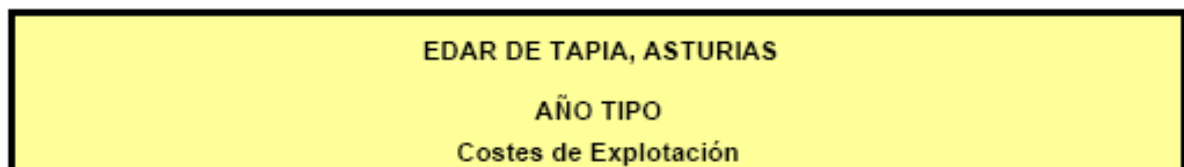
2.- ESTUDIO DE EXPLOTACIÓN

En las páginas siguientes se adjunta la justificación de los costes, tanto fijos como variables, de los que se deduce el coste tipo del m³ de agua tratada.

En este estudio se contempla:

- ✚ Plan de control analítico
- ✚ Actividades de mantenimiento-escenario diseño
- ✚ Resumen mantenimiento-diseño
- ✚ Consumos eléctricos en un año tipo
- ✚ Estudio del coste energético-escenario diseño
 - ✓ Costes de explotación
 - ✓ Gastos fijos
 - ✓ Gastos variables

Resumen de los costes de explotación



Se presenta el estudio de costes de explotación para un año tipo, es decir, se considera en estos costes un período de 12 meses.

Se ha realizado el estudio de costes para el escenario de Proyecto, caudal nominal

Según la población servida planteamos el escenario de EDAR que exija una presencia de personal de 8 horas diarias, incluido fines de semana y festivos

Anteproyecto de saneamiento y EDAR
de Tapia de Casariego. Fase 1 (Asturias)

PLAN DE CONTROL ANALÍTICO

Nº muestras/Determinación	A01	A07	A09	F03	F04	F10	F12	S03	Número Total de Muestras Anuales	€/año	
Tipo de Muestra	Integrada	Integrada	Integrada	puntual	puntual	puntual	puntual	puntual			
PUNTO DE MUESTRA	LINEA DE AGUA			ANÁLITICA DEL FANGO							
	AGUA BRUTA	PROCESO BIOLÓGICO	AGUA TRATADA	RECIRCUL	FANGO ESPES Gr	SOBRENAD ESPESADO	ESCUR DESHDRAT	FANGO DESHDRAT			
FRECUENCIA	semanal	semanal	semanal	semanal	semanal	semanal	semanal	semanal			
Nº DE UNIDADES DE PROCESO A ANALIZAR											
PARÁMETRO ANALÍTICO	DBO ₅	2		2					208,00	802,72	
	DQO	2		2					208,00	1.543,38	
	SST	2		2					208,00	87,38	
	NO ₂	0,50		0,50					52,00	226,88	
	NO ₃	0,50		0,50					52,00	226,88	
	NH ₄	0,50		0,50					52,00	226,88	
	NTK	0,50		0,50					52,00	226,88	
	SO ₄	0,50		0,50					52,00	226,88	
	N Total	0,50		0,50					52,00	226,88	
	P Total	0,50		0,50					52,00	226,88	
	T	en continuo		en continuo						0,00	0,00
	pH	en continuo		en continuo		1,0		1,0		104,00	320,32
	Turbidez	en continuo		en continuo						0,00	0,00
	SSLMe		1							52,00	28,12
	SSLMv		1							52,00	28,12
	VF30		1							52,00	0,73
	IVF		1							52,00	0,73
	SSs				0					0,00	0,00
	SSv				0					0,00	0,00
	STs					1,0	1,0	1,0	1,0	208,00	118,48
	STv					1,0			1,0	104,00	68,24
	Acetres y grasas	0,08		0,08						8,32	168,11
	Metales pesados	0,08		0,08						8,32	1.890,72
Coliformes fecales			0,08						4,16	58,00	
Coliformes Totales			0,08						4,16	58,00	
Estreptococos fecales			0,08						4,16	58,00	
Escherichia Coli			0,08						4,16	58,00	
Análisis Microscópico		2							104,00	188,28	
TOTALES									1.828,84	8.868,04	

Se considera que el año tiene 52 semanas

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO - ESCENARIO DISEÑO

	Tipo	Equipo	Nº Unidades		Coste anual
Predictivo	Vibración	Soplantes	9	1,00 Uds/año	622,71 €
	Termografía	Cuadro y CT	2	1,00 Uds/año	1.453,08 €
	Análisis aceite	Centrifugas	1	1,00 Uds/año	200,00 €
	Análisis aceite	Reductores varios	4	1,00 Uds/año	800,00 €
	TOTAL PREDICTIVO				3.075,79 €
Metrológico	Instrumentación de campo	Caudalímetros	8	0,50 Uds/año	380,00 €
		Medidores físicos: turbidez, phmetros, Redox, etc.	4	0,50 Uds/año	196,00 €
	Equipos de Laboratorio	pHmetro, Termómetros, conductímetro, oxímetro portátiles.	4	0,50 Uds/año	84,00 €
		Espectrofotómetro	1	1,00 Uds/año	70,00 €
		Turbidímetro	1	1,00 Uds/año	70,00 €
		Bloques termostáticos	1	1,00 Uds/año	42,00 €
		Balanzas	1	1,00 Uds/año	56,00 €
TOTAL METROLÓGICO				898,00 €	

Anteproyecto de saneamiento y EDAR
de Tapia de Casariego. Fase 1 (Asturias)

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO - ESCENARIO DISEÑO							
	Tipo	Equipo	Nº Unidades			Coste anual	
Reglamentario	Productos Químicos		1	0,50 Uds/año	600,00 €	300,00 €	
	Calderines, compresores y aparatos a presión		1	0,25 Uds/año	250,00 €	62,50 €	
	Líneas aéreas y CT		1	1,00 Uds/año	120,00 €	120,00 €	
	CT		1	1,00 Uds/año	450,00 €	450,00 €	
	Baja Tensión		1	0,50 Uds/año	1.350,00 €	675,00 €	
	Aparatos de elevación		2	0,50 Uds/año	150,00 €	150,00 €	
	Extintores		12	1,00 Uds/año	10,00 €	120,00 €	
TOTAL REGLAMENTARIO						1.877,50 €	
Preventivo	Nivel I	Centrifugas	2	0,50 Uds/año	858,00 €	858,00 €	
	Nivel I	Soplantes	9	0,33 Uds/año	839,14 €	2.517,41 €	
	Nivel I	Compresores	2	0,20 Uds/año	791,44 €	316,58 €	
	Respuestas en revisiones.		Bombas sumergibles	12	0,25 Uds/año	470,83 €	1.412,49 €
			Bombas horizontales	2	0,25 Uds/año	458,69 €	229,35 €
			Bombas tornillo	8	0,25 Uds/año	458,69 €	917,39 €
			Tamices	6	0,50 Uds/año	533,00 €	1.599,00 €
			Puentes	4	0,25 Uds/año	533,00 €	533,00 €
			Agitadores	12	0,25 Uds/año	405,56 €	1.216,68 €
			Otros	2	1,00 Uds/año	500,00 €	1.000,00 €
TOTAL PREVENTIVO						10.599,89 €	
Consumibles mantenimiento	Reposición Material Taller		1	1,0 Uds/año	500,00 €	500,00 €	
	Consumo lubricante y grasas		1	2,0 Uds/año	400,00 €	800,00 €	
	Material menor de mantenimiento		1	4,0 Uds/año	200,00 €	800,00 €	
	TOTAL CONSUMIBLES MANTENIMIENTO						2.100,00 €

RESUMEN MANTENIMIENTO - DISEÑO		TOTAL	
Caudal	m³/año	1.752.000	
Caudal	m³/día	4.800	
Costes		€/año	
Conservación Obra Civil	€/año	4.000,00	
	€/mes		333,33
Mantenimiento Especializado			
Mantenimiento predictivo	€/año	3.075,79	
	€/mes		256,32
Mantenimiento metrológico	€/año	898,00	
	€/mes		74,83
Mantenimiento reglamentario	€/año	1.877,50	
	€/mes		156,46
Mantenimiento preventivo	€/año	10.599,89	
	€/mes		883,32
Consumibles mantenimiento	€/año	2.100,00	
	€/mes		175,00
Mantenimiento Correctivo	€/año	2.000,00	
	€/mes		166,67
TOTAL MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO		20.551,18	
TOTAL (€/año)		24.551,18	

Anteproyecto de saneamiento y EDAR de Tapia de Casariego. Fase 1 (Asturias)

CCM-1

RECEPCIÓN Y PRETRATAMIENTO

D Arranque directo
VF variador de frecuencia
I Motor con inversor
CL Cuadro local

DESIGNACION	Pot. Instalada		Sim			SALIDA	Energía Consumida	
	Uds	KW	Uds	KW abs. red	KW simult.		Horas	KWh/Día
Agitador cámara recepción	1	3,00	1	2,72	2,72	D	2,0	5,45
Válvula reguladora	1	0,25	1	0,23	0,23	VF	6,0	1,38
Reja vaciado camiones fosas	1	0,30	2	0,28	0,55	D	2,0	1,11
Bombas vaciado fosas	2	2,20	1	2,04	2,04	D	2,0	4,07
Compuertas desbaste	10	0,50	2	0,48	0,96	I	0,2	0,19
Rejas desbaste	4	1,00	2	0,90	1,81	D	6,0	10,83
Tornillo compactador	1	4,00	1	3,56	3,56	D	6,0	21,38
Compuertas aislamiento desarenado	3	0,50	1	0,48	0,48	I	0,2	0,10
Puente desarenador	3	0,25	3	0,23	0,69	CL	24,0	16,62
Rasqueta flotantes	3	0,25	3	0,23	0,69	D.CL	2,0	1,38
Bomba arenas	3	1,00	3	0,90	2,71	D.CL	12,0	32,50
Compuerta flotantes	2	0,25	2	0,23	0,46	D.CL	2,0	0,92
Concentrador arenas	1	0,33	1	0,30	0,30	D	12,0	3,66
Concentrador de grasas	1	0,50	1	0,48	0,48	D	12,0	5,74
Soplantes desarenador	4	4,00	3	3,56	10,69	D	16,0	171,02
Desodorización	1	15,00	1	13,42	13,42	D	12,0	161,07
Compuerta a F-Q / Biológico	1	0,50	1	0,48	0,48	VF	6,0	2,87
Compuerta a Tanque de alivios	1	0,50	1	0,48	0,48	I	0,0	0,00
Compuerta a Línea de by-pass	1	0,50	1	0,48	0,48	I	0,0	0,00
Puente grúa edificio pretratamiento	1	4,00	1	3,56	3,56	CL	1,0	3,56
TOTAL RECEPCIÓN Y PRETRATAMIENTO	45	64,78	47					443,85

CCM-2

TRATAMIENTO PRIMARIO

DESIGNACION	Pot. Instalada		Sim			SALIDA	Energía Consumida	
	Uds	KW	Uds	KW abs. red	KW simult.		Horas	KWh/Día
Compuertas entrada a F-Q	4	0,50	2	0,48	0,96	I	0,2	0,19
Agitador mezcla	4	2,00	4	1,91	7,64	D	12,0	91,72
Agitador floculación	4	1,50	4	1,43	5,73	D	12,0	68,79
Dosificadores cloruro férrico	3	0,20	2	0,19	0,39	VF	8,0	3,10
Equipo preparación de polielectrolito	1	4,00	1	3,56	3,56	CL	8,0	28,50
Dosificadores polielectrolito	3	0,50	2	0,48	0,96	VF	8,0	7,65
Compuertas aislamiento decantadores	4	0,50	2	0,48	0,96	I	0,2	0,19
Mecanismo barredor de fango	4	2,00	4	1,91	7,64	D	12,0	91,72
Bombas de fangos	2	4,00	1	3,56	3,56	D	8,0	28,50
Compuertas canales tamices	4	0,50	2	0,48	0,96	I	0,2	0,19
Tamices muy finos	2	1,00	2	0,90	1,81	D	6,0	10,83
Tornillo de muy finos	1	0,75	2	0,68	1,35	D	6,0	8,13
Decantador de alivios	1	1,00	1	0,90	0,90	D	4,0	3,61
Bombas vaciado alivios	2	3,00	1	2,72	2,72	VF	4,0	10,90
Puente grúa edificio fisico quimico	1	4,00	1	3,56	3,56	CL	1,0	3,56
TOTAL TRATAMIENTO PRIMARIO	40	55,85	45					358

Anteproyecto de saneamiento y EDAR de Tapia de Casariego. Fase 1 (Asturias)

CCM-3

TRATAMIENTO BIOLÓGICO Y TERCIARIO

DESIGNACION	Pot. Instalada		Sim			SALIDA	Energía Consumida	
	Uds	KW	Uds	KW abs. red	KW simult		Horas	KWh/Día
Bombas elevación a Biofiltros	5	3,00	4	2,72	10,90	VF	12,0	130,75
Válvulas maniobra Biofiltros	30	0,25	2	0,23	0,46	I	4,0	1,85
Soplantes proceso biológico	7	20,00	6	17,78	106,67	VF	14,0	1493,33
Soplantes lavado biofiltros	2	40,00	1	36,09	36,09	VF	2,0	72,17
Bombas lavado Biofiltros	2	25,00	1	22,93	22,93	VF	2,0	45,86
Bombas recuperación aguas lavado	2	4,00	1	3,56	3,56	D	16,0	57,01
Agitador tanque aguas fangosas	1	5,00	1	4,45	4,45	D	16,0	71,26
Puente grúa edificio Biológico	1	4,00	1	3,56	3,56	CL	0,2	0,71
Ventiladores sala soplantes	2	0,50	2	0,48	0,96	D	12,0	11,47
Compuertas a gua depurada	2	0,50	1	0,48	0,48	I	0,2	0,10
Bomba impulsión a terciario	2	10,00	1	9,20	9,20	VF	4,0	36,78
Desinfección UV	1	10,00	1	9,20	9,20	D	4,0	36,78
Filtración anillas	1	1,00	1	0,90	0,90	D	4,0	3,61
TOTAL TRATAMIENTO BIOLÓGICO Y TERCIARIO	58	342,50			209			1962

CCM-4

LINEA DE FANGOS

DESIGNACION	Pot. Instalada		Sim			SALIDA	Energía Consumida	
	Uds	KW	Uds	KW abs. red	KW simult		Horas	KWh/Día
Espesador	1	1,00	1	0,90	0,90	D	24,0	21,67
Bombas de fangos a centrífuga	3	2,00	2	1,91	3,82	D	7,0	26,75
Equipo preparación de polielectrolito	1	4,00	1	3,56	3,56	CL	7,0	24,94
Dosificadores polielectrolito	3	0,50	2	0,48	0,96	VF	7,0	6,69
Centrífugas	2	18,00	1	16,11	16,11	CL	7,0	112,75
Tornillo transportador fangos	1	3,00	1	2,72	2,72	D	7,0	19,07
Filtro de mangas silo de cal	1	0,50	1	0,48	0,48	D	0,2	0,10
Mezclador rompebóvedas cal	1	3,00	1	2,72	2,72	D	7,0	19,07
Tornillo silo de cal	1	0,50	1	0,48	0,48	VF	7,0	3,35
Mezclador fango con cal	1	5,00	1	4,45	4,45	D	7,0	31,18
Bomba elevación a silo fangos	1	7,50	1	6,90	6,90	D	7,0	48,28
Compuerta vaciado silo	1	0,50	1	0,48	0,48	I	0,2	0,10
TOTAL LINEA DE FANGOS	17	68,50			44			314

SERVICIOS GENERALES

Instrumentación	40	0,03	40	0,03	1,20		24,0	28,80
Electrovalvulas	20	0,05	4	0,06	0,24		2,0	0,48
Compresor aire de servicio	2	7,50	1	6,90	6,90	D	8,0	55,17
Grupo presión agua servicios	3	4,00	2	3,56	7,13	CL	8,0	57,01
Bombeo de vaciados	2	10,00	1	9,20	9,20	CL	8,0	73,56

	%simult							
Alumbrado Edificio pretratamiento	1	8,00	50%		4,00		6,0	24,00
Alumbrado Edificio F-Q	1	6,00	50%		3,00		6,0	18,00
Alumbrado Edificio Biológico	1	6,00	50%		3,00		6,0	18,00
Alumbrado exterior	1	10,00	100%		10,00		8,0	80,00
Cuadros tomas de corriente	4	10,00	20%		8,00		4,0	32,00
Laboratorios y despachos	4	4,00	50%		8,00		8,0	64,00
Sala de control	1	10,00	50%		5,00		8,0	40,00
Climatización edificio control	3	4,00	75%		9,00		8,0	72,00

SERVICIOS GENERALES	83	157			75			563
----------------------------	-----------	------------	--	--	-----------	--	--	------------

TOTAL POTENCIA, KW	689	419	3640
Simultaneidad global	70%		
Margen seguridad	20%		
Coseno Fi, con batería de condensadores	0,96		

TOTAL POTENCIA TRAF0, KVA	367				
Caudal tratado	4800	m3/día	Consumo eléctrico	0,758	KW/m3

Anteproyecto de saneamiento y EDAR de Tapia de Casariego. Fase 1 (Asturias)

Estudio del Coste Energético - ESCENARIO DISEÑO

Estudio según diferentes tarifas 3 o 6

	Invierno	Verano	TOTAL
Potencia contratada	176 kW	353 kW	
Consumo energía	1.820,03 kWh/día	3.640,06 kWh/día	
Total en el período	331.246 kWh	666.131 kWh	997.377 kWh/año

Período 1 = Punta
Período 2 = Llano
Período 3 = Valle

Zona	De lunes a Viernes					
	Invierno			Verano		
	Período 1	Período 2	Período 3	Período 1	Período 2	Período 3
1	17-23	8-17, 23-24	0-8	10-16	8-10, 16-24	0-8
	Sábados, domingos y días festivos					
1	0	18-24	0-18	0	18-24	0-18

Días	Invierno	Verano	Total
Laborables	123	124	247
Sábados	26	26	52
Domingos	26	26	52
Festivos	7	7	14
TOTAL	182	183	365

Porcentaje de funcionamiento	Período 1	Período 2	Período 3	TOTAL
Invierno	8,4%	18,1%	23,4%	49,9%
Verano	8,5%	18,2%	23,4%	50,1%
TOTAL	16,9%	36,3%	46,8%	100,0%

Estudio del Coste Energético - ESCENARIO DISEÑO

	Término de potencia (€/kW y año)	Término de energía (€/kWh)
Período tarifario 1	15,72	0,12704
Período tarifario 2	9,69	0,114955
Período tarifario 3	2,22	0,078917

Coste energético

Término de Potencia	Período 1	Período 2	Período 3	TOTAL
Invierno	233,64 €	309,12 €	91,47 €	634,23 €
Verano	235,54 €	311,07 €	91,83 €	638,44 €
TOTAL	469,18 €	620,18 €	183,31 €	15.272,08 €

Consumo energético	Período 1	Período 2	Período 3	TOTAL
Invierno	55.966 kWh	120.122 kWh	155.158 kWh	331.246 kWh
Verano	112.842 kWh	241.761 kWh	311.529 kWh	666.131 kWh
TOTAL	168.808 kWh	361.883 kWh	466.686 kWh	997.377 kWh

Coste energético

Término de Energía	Período 1	Período 2	Período 3	TOTAL
Invierno	7.109,91 €	13.808,63 €	12.244,57 €	33.163,12 €
Verano	14.335,44 €	27.791,61 €	24.584,90 €	66.711,95 €
TOTAL	21.445,35 €	41.600,24 €	36.829,48 €	99.875,07 €

Coste total anual de la energía eléctrica según tarificación 3.1:

115.147,15 €

Anteproyecto de saneamiento y EDAR de Tapia de Casariego. Fase 1 (Asturias)

Estudio del Coste Energético - ESCENARIO DISEÑO

Estudio según la Tarifa 6.X (mercado libre 6 períodos)

Consumo energético	Tipo A	Tipo A1	Tipo B	Tipo B1	Tipo C	Tipo D	TOTAL
Período 1	27.300 kWh	40.041 kWh					67.341 kWh
Período 2	45.501 kWh	40.041 kWh					85.541 kWh
Período 3			28.210 kWh	19.565 kWh			47.776 kWh
Período 4			47.017 kWh	32.609 kWh			79.626 kWh
Período 5					127.402 kWh		127.402 kWh
Período 6	36.401 kWh	40.041 kWh	37.614 kWh	26.087 kWh	63.701 kWh	385.847 kWh	589.690 kWh
							997.376,90 kW

Tarifa 6.X	Término de Potencia	Término de energía
Tensión: > 1 y ≤ 36 kV	€/kW y año	€/kWh
Período 1	10,52	0,140257
Período 2	5,26	0,119624
Período 3	3,86	0,118288
Período 4	3,86	0,106749
Período 5	3,86	0,098264
Período 6	1,75	0,073853

Tarifa 6.X	Tipo A	Tipo A1	Tipo B	Tipo B1	Tipo C	Tipo D	TOTAL
Coste consumo energía							
Período 1	3.829,08 €	5.615,99 €					9.445,07 €
Período 2	5.442,98 €	4.789,83 €					10.232,81 €
Período 3			3.336,96 €	2.314,34 €			5.651,30 €
Período 4			5.019,07 €	3.480,97 €			8.500,03 €
Período 5					12.519,05 €		12.519,05 €
Período 6	2.688,29 €	2.957,12 €	2.777,90 €	1.926,61 €	4.704,52 €	28.495,92 €	43.550,37 €
TOTAL							89.898,64 €

Estudio del Coste Energético - ESCENARIO DISEÑO

Tarifa 6.X	Tipo A	Tipo A1	Tipo B	Tipo B1	Tipo C	Tipo D	TOTAL
Relación Potencia contratada							
Período 1	15 kWh	11 kWh					25,13 kW
Período 2	24 kWh	11 kWh					34,80 kW
Período 3			7 kWh	10 kWh			17,88 kW
Período 4			12 kWh	17 kWh			29,81 kW
Período 5					41 kWh		40,60 kW
Período 6	19 kWh	11 kWh	10 kWh	14 kWh	20 kWh	131 kWh	204,61 kW
							352,84 kW

Tarifa 6.X	Tipo A	Tipo A1	Tipo B	Tipo B1	Tipo C	Tipo D	TOTAL
Coste Término de Potencia							
Período 1	152,54 €	111,86 €					264,41 €
Período 2	127,12 €	55,93 €					183,05 €
Período 3			28,92 €	40,11 €			69,03 €
Período 4			48,20 €	66,85 €			115,05 €
Período 5					156,72 €		156,72 €
Período 6	33,83 €	18,61 €	17,48 €	24,25 €	35,53 €	228,38 €	358,07 €
TOTAL							13.755,99 €

Coste total anual de la energía eléctrica según tarificación 6.X: 103.654,63 €

Tipo de tarifa seleccionada: **6.X**
 Coste del término de potencia: 13.755,99 €
 Coste del término de energía: 89.898,64 €

EDAR DE TAPIA, ASTURIAS

Costes de Explotación

Se realiza con los siguientes criterios:

Caudal medio de proyecto 4.800,00 m³/día m3/día
1752000 m3/año

Tiempo considerado para el estudio: 12 meses

Dosis medias de todos los reactivos a emplear.

Gastos Fijos

Personal

El personal que se dispone es el siguiente:

- 1 Analista de Laboratorio. Desarrollará su trabajo a jornada parcial de Lunes a Viernes.
- 1 Responsable de explotación, Técnico de Grado Medio. Desarrollará su trabajo a jornada parcial de Lunes a Viernes, se encargará de la organización del personal de explotación.
- 2 Oficiales 1º electromecánicos, encargados de las tareas de mantenimiento de las instalaciones. Desarrollarán su trabajo de Lunes a Viernes en un turno.
- 2 Peones Especialistas, encargados de las labores de operación de las instalaciones y, eventualmente, de apoyar las tareas de mantenimiento.

La justificación de la necesidad de esta distribución, es la siguiente:

- Oficiales Electromecánicos

Oficial 1º Electromecánico en los turnos de mañana y tarde todos los días laborables.

Número de turnos diarios:	1 Ud.
Número de personas por turno:	1 Ud.
Número de horas por turno:	8 Ud.
Días trabajados al año :	365 d/año
Total horas a cubrir:	2.920 h/año
Horas aproximadas convenio:	1.780 h/año h.
Nº de personas necesario:	1,64 Ud.
Nº de personas dispuesto:	2,00 Ud.

Como el número dispuesto se ajusta al necesario con un ligero margen, no es necesario considerar horas extra en la valoración.

- Peones especialistas

Peones especialistas en los turnos de mañana, tarde y noche todos los días del año

	día	noche
Número de turnos diarios:	1	0 Ud.
Número de personas por turno:	1	0 Ud.
Número de horas por turno:	8	0 Ud.
Días trabajados al año :	365	365 d/año
Total horas a cubrir:		2.920 h/año
Horas aproximadas convenio:		1.780 h/año h.
Nº de personas necesario:		1,64 Ud.
Nº de personas dispuesto:		2 Ud.

A continuación, se presenta el cuadro resumen de los costes del personal donde los costes que figuran llevan incluidos los conceptos de gastos generales y beneficio industrial.

Personal			
Personal	Salario Anual	Jornada	
1 Analista de laboratorio	26.000,00 €	0,50	13.000,00 €
1 Encargado general	28.000,00 €	0,25	7.000,00 €
2 Oficial electromecánico 1ª	24.200,00 €	1,00	48.400,00 €
2 Peón especialista	22.000,00 €	1,00	44.000,00 €
Total Coste Anual Personal			112.400,00 €
Coste unitario repercutido en ejecución material			307,95 €/día

Mantenimiento, Conservación Y Reparaciones

Equipos Electromecánicos	20.551,18 €
Plan de Pintura:	1.800,00 €
Obra civil:	4.000,00 €
Total Coste Anual - Mantenimiento	26.351,18 €
Coste unitario repercutido en ejecución material	72,20 €/día

Administrativos y Varios

Primas seguros	2.400,00 €
----------------	------------

Energía Eléctrica, Término Potencia

Maxima potencia simultanea media	419 kW
Margen seguridad	20%
Coseno φ:	0,95
Hay bateria de condensadores	
Prevision necesaria	551 kVA
Simultaneidad media respecto a la simultaneidad máxima	80%
Potencia simultanea media (potencia recomendada transformación)	441 kVA
Potencia a contratar:	352,8 kW

Elección Tipo de Tárifa

Consumo diario	3.640 kWh
Consumo mensual	110.718,54 kWh/mes

Comparación tarifa eléctrica más adecuada

Según el estudio de selección de tipo de tarificación se ha seleccionado la siguiente:

Tipo de tarifa seleccionada:	6.X
Coste anual del término de potencia planta:	13.755,99 €

Coste unitario repercutido en ejecución material	37,69 €/día
---	--------------------

Desodorización

El sistema adoptado no precisa consumibles

Resumen de Costes Fijos Año tipo de Explotación

Total Personal	112.400,00 €
Total Mantenimiento	26.351,18 €
Total Administrativos y Varios	15.279,04 €
Electricidad, Término Fijo	13.755,99 €

Total Costes Fijos Periodo de Explotación 167.786,21 € /año

Caudal Tratado	Caudal diario	Período	Caudal tratado
Total caudal tratado en período considerado:			1.752.000 m ³
Repercusión de costes fijos en costes de producción			459,69 €/día

Gastos Variables

Caudal	Sobre Caudales Medio de Proyecto		Caudal total
	Caudal diario	Período Explotación	
Verano	4.800 m ³ /día	91 días	438.000 m ³
Invierno	4.800 m ³ /día	274 días	1.314.000 m ³
Total			1.752.000 m³

Tratamiento terciario			
Verano	4.800 m ³ /día	91 días	438.000 m ³
Invierno	4.800 m ³ /día	90 días	432.000 m ³
Total			870.000 m³

Tratamiento UV en Tratamiento Terciario

Horas operación anuales	8760 h
Factor medio de utilización	49,7% %
Potencia media aplicada:	4 kW
Garantía de desinfección:	3285 horas
Precio lámpara:	320 €
Número de equipos:	2
Nº lámparas por equipo:	8 Uds
Nº lámparas totales	16 Uds
Nº lámparas a sustituir	6 Uds
Costes de Operación	1.920,00 €/año
Contrato de mantenimiento:	500,00 €/año
Total:	2.420,00 €/año

Coste Unitario Repercutido en Ejecución Material 0,0028 €/m³

Energía Eléctrica

El costo de la energía eléctrica en función del estudio de la selección de tarifa es:

Tipo de tarifa:	6.X
Coste anual del término de energía:	89.898,64 €

Coste Unitario Repercutido en Ejecución Material 0,0513 €/m³

Reactivos de Proceso

Cloruro Férrico en F-Q

Polielectrolito para Físico Químico

Caudal medio diario		4.800 m ³ /día
Dosis media de aplicación		1 mg/l
Consumo diario al 100%		4,80 Kg/día
Forma comercial de suministro, en gránulo, en sacos de 25 Kg		100%
Consumo diario:		4,80 Kg/día
Días de Período de funcionamiento:		120 días/año
Consumo en el período de explotación:		576,00 Kg/año
Precio	4,00 €/Kg	
Coste en el período de explotación:		2.304,00 €/año
Coste unitario repercutido en ejecución material		0,0013 €/m³

Polielectrolito para tratamiento de fangos en deshidratación

Fangos deshidratados a estabilizar:	T Alta	1752 Kg/día
	T Baja	876,00 Kg/día
	Total	399.675,00 Kg/año
Fangos a deshidratar:	Equivalente diario	1.095,00 Kg/día
Dosis media total		6 gr/kg
Factor utilización con fango nominal		100%
Consumo anual al 100%		2.398 Kg/año
Forma comercial de suministro, en gránulo, en sacos de 25 Kg		100%
Precio	4,00 €/Kg	
Coste en el período de explotación:		9.592,20 €/año
Coste unitario repercutido en ejecución material		0,0055 €/m³
Total en Reactivos para el Período de Explotación		15.172,20 €/año
Coste unitario por reactivo repercutido en ejecución material		0,0087 €/m³

Transporte y Evacuación de Fangos

Peso fango a secar diariamente en verano:	1.752,00 Kg/día
Peso fango a secar diariamente en invierno:	876,00 Kg/día
Peso de fango a secar en el período de explotación:	399.675 Kg/año
Concentración:	22 %
Peso de materia seca en el período de explotación:	1.817 Tm
Densidad:	1.050 Kg/m ³
Volumen total a extraer:	1.730 m ³
Tasa de transporte y destino final:	35,00 €/m ³
Coste en el período de explotación:	60.556,82 €/año
Coste unitario repercutido en ejecución material	0,0346 €/m ³

Residuos del Pretratamiento

	Desbastes	0,79 m ³ /día
Evacuación a vertedero	Tamizado	0,99 m ³ /día
	Arenas	0,48 m ³ /día
Volumen de residuos diarios:		2,26 m ³ /día
Volumen de grasas:		0,24 m ³ /día
Transporte y Tasa de retirada residuos:	35 €/m ³	
Tasa de retirada de grasas:	290 €/m ³	
Tasa de retirada residuos pretratamiento:	28.812,00 €/año	
Tasa de retirada grasas:	25.404,00 €/año	
Total retirada y tratamiento de residuos	54.216,00 €/año	
Coste unitario repercutido en ejecución material	0,0309 €/m ³	

Resumen de Gastos Variables

Desinfección UV en el Tratamiento Terciario:	2.420,00 €/año
Energía Eléctrica de la EDAR:	89.898,64 €/año
Reactivos de la EDAR:	15.172,20 €/año
Retirada de Residuos:	54.216,00 €/año
Total Gastos Variables:	161.706,84 €/año
Caudal Tratado:	1.752.000 m ³
Repercusion, ejecución material :	0,09230 €/m ³
Coste variable por 1,000 m ³ de agua producida:	92,30 €/1.000 m ³

Resumen de los Costes de Explotación

EDAR DE TAPIA, ASTURIAS

Total Gastos Fijos Anuales:	167.786,21 €
Total Gastos Variables Anuales:	161.706,84 €
Total Anual:	329.493,05 €
Costes Fijos:	459,69 €/día
Costes Variables:	92,30 €/1.000 m ³
	0,0923 €/m ³
Total caudal tratado anualmente en la EDAR:	1.752.000 m ³ /año
Coste previsto media anual en año tipo	0,18807 €/m ³