

ANEJO N° 8.-
CÁLCULOS MECÁNICOS

ÍNDICE

1.- CÁLCULO DE PASARELAS	2
1.1.- Descripción	2
1.2.- Acciones y clase de servicio	2
1.3.- Cálculos y dimensionamiento.....	2
1.3.1.- Valores de cálculo de las acciones	2
1.3.2.- Combinación de acciones	3
1.3.3.- Factores que influyen en las propiedades mecánicas de la madera	3
1.3.4.- Características de los materiales y condiciones de servicio	3
1.4.- Modelización de las estructuras.....	4
1.5.- Hipótesis de carga. Combinaciones de hipótesis.....	4
1.6.- Determinación de las cargas permanentes	5
1.7.- Comprobación de secciones	5
1.8.- Cálculo de los estribos	11
1.8.1.- Características de los materiales y coeficientes de seguridad	11
1.8.2.- Cálculos	11
2.- CÁLCULO DEL MURO DE ESCOLLERA (PK 0+839,836 A PK 0+879,833).....	15
2.1.- Acciones y referencia al uso de la normativa aplicada para su determinación	15
2.2.- Características de los materiales y coeficientes de seguridad	15
2.3.- Método de cálculo y resultados	16
3.- CÁLCULO DE LAS ESCOLLERAS EN EL PARQUE DE LA MUELA	17

ANEJO N° 8
CÁLCULOS MECÁNICOS

1.-CÁLCULO DE PASARELAS

1.1.-Descripción

Se trata de calcular cuatro pasarelas peatonales de madera de 2,80 m de ancho que se construirán en la senda peatonal que es objeto del presente proyecto. Las características de las pasarelas a calcular son:

Pasarela n°	PK	Longitud del tablero (m)
1	0+760	8,00
2	0+770	11,75
3	1+719	20,00
4	1+840	5,00

Los tableros de las pasarelas están constituidos por vigas principales, riostras, viguetas, diagonales, tablero de piso y barandilla.

La sección de las vigas principales es de 185 x 726 mm, salvo en el caso de las pasarela n°3, cuyas vigas son de 185x 1.188 mm.

Cumpliendo un segundo orden estructural se encuentran las vigas riostras, colocadas perpendicularmente a las anteriores, realizando la doble labor de sustentar los elementos inmediatamente superiores y asegurar la estabilidad transversal de la estructura al servir de arriostramiento a las vigas principales.

El arriostramiento se materializa mediante la colocación de elementos diagonales de sección 145 x70 mm entre las vigas principales y entre las riostras.

El tercer orden estructural lo componen las viguetas, colocadas sobre las vigas riostras. Sobre las viguetas y sobre las vigas principales se dispone directamente el tablero de piso. A ambos lados de la pasarela se coloca la barandilla de tipo no escalable, formada por pies derechos y barrotillos.

Para adaptarse lo máximo posible a la modelización estructural en el cálculo, como viga biapoyada con rótula fija en un extremo y rótula con deslizadera en el otro, se diseñan unos herrajes de apoyo propios para este tipo de pasarelas. Ambos herrajes están formados por tres pletinas de acero galvanizado en caliente que abrazan la viga sobre una placa base horizontal que se alarga a modo de ala para su fijación a la cimentación, reforzada con rigidizadores en la placa lateral exterior. El apoyo deslizante se consigue realizando una ranura con holgura que permita el desplazamiento del perno pasante que sujeta a la viga

1.2.-Acciones y clase de servicio

Las acciones se determinan según DB-SE-AE.

En cuanto a la clase de servicio de la estructura, se asignará a los distintos elementos de la

estructura la clase de servicio CS-3, que corresponde a elementos exteriores a la intemperie sin contacto con el terreno.

1.3.-Cálculos y dimensionamiento

El cálculo de la estructura de madera se efectúa de acuerdo con los requisitos recogidos en el Código Técnico de la Edificación (CTE). Garantizándose los requisitos básicos recogidos en CTE-SE Seguridad Estructural y CTE-SI Seguridad en caso de incendio El cálculo estático se efectúa siguiendo las leyes de resistencia de materiales.

La comprobación de secciones se efectúa mediante el empleo de hojas de cálculo, de acuerdo con la normativa referida.

El objetivo del requisito básico “Seguridad estructural” consiste en asegurar que la estructura tiene un comportamiento adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto (Artículo 10 de la Parte I de Código Técnico de la Edificación).

Las prescripciones aplicadas son:

Documento Básico DB-SE Apartados SE-1 y SE-2
Documento Básico DB-SE-AE Acciones en la Edificación
Documento Básico DB-SE-M Estructuras de madera

El proceso seguido para el cálculo estructural es el siguiente: primero, determinación de situaciones de dimensionado; segundo, establecimiento de las acciones; tercero, análisis estructural; y cuarto dimensionado. Los métodos de comprobación utilizados son el de Estado Límite Último para la resistencia y estabilidad, y el de Estado Límite de Servicio para la aptitud de servicio.

El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB-SE).

SE-1 Y SE-2 RESISTENCIA Y ESTABILIDAD- APTITUD AL SERVICIO

EXIGENCIA BÁSICA SE 1: La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

EXIGENCIA BÁSICA SE 2: La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.

1.3.1.-Valores de cálculo de las acciones

El valor de cálculo de una acción tiene en cuenta los siguientes factores:

- Coeficiente parcial de seguridad para las acciones. Contempla la posibilidad de una desviación desfavorable del valor de las acciones, la posibilidad de falta de precisión en el modelo de las acciones y las incertidumbres en la evaluación del efecto de las mismas

- Valor característico de la acción. En las cargas de carácter permanente es el valor medio. En las cargas variables se adopta un criterio probabilístico o un valor especificado. Estos valores se definen en el Documento Básico DB-SE-AE Acciones en la Edificación

1.3.2.- Combinación de acciones

El C.T.E.-SE-M, establece los coeficientes aplicables a las diferentes combinaciones de acciones. Debido a la variación de la resistencia en función de la duración de la carga (asignada a la acción de más breve duración en una combinación) deberán comprobarse las diversas posibilidades de simultaneidad de las cargas; es posible que una actuación de pocas cargas pero de mucha duración dé lugar a situaciones más desfavorables que la actuación de más acciones con una duración menor.

1.3.3.- Factores que influyen en las propiedades mecánicas de la madera

Los valores característicos de las propiedades mecánicas de la madera se obtienen mediante ensayos realizados en unas condiciones normalizadas de contenido de humedad y duración del ensayo para cada calidad definida en la norma de clasificación. Por este motivo se aplican correcciones a las resistencias cuando estos factores no coinciden con los de referencia.

1.3.3.1.- Contenido de humedad

Al aumentar en contenido de humedad de la madera se disminuyen sus propiedades mecánicas. Los ensayos mecánicos que se realizan para determinar las propiedades de la madera se efectúan en unas condiciones ambientales determinadas (20 + 2° C y 65 + 5% de Humedad Relativa). En la mayoría de las coníferas, estas condiciones ambientales implican un contenido de humedad del 12%. Cuando el contenido de humedad de la madera sea diferente, deberá efectuarse una corrección de sus características mecánicas.

Para ello, las estructuras quedan asignadas a una de las clases de servicios definidas a continuación:

- Clase de servicio 1: Se caracteriza por un contenido de humedad en los materiales correspondiente a una temperatura de 20 ± 2° C y una humedad relativa del aire que solo exceda el 65% unas pocas semanas al año.

En la Clase de servicio 1 el contenido de humedad medio de equilibrio higroscópico en la mayoría de las coníferas no excede el 12%.

- Clase de servicio 2: Se caracteriza por un contenido de humedad en los materiales correspondiente a una temperatura de 20 ± 2° C y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.

En la clase de servicio 2 el contenido de humedad medio de equilibrio higroscópico en la mayoría de las coníferas no excede el 20%.

- Clase de servicio 3: Condiciones climáticas que conduzcan a contenidos de humedad superiores al de la clase de servicio 2.

1.3.3.2.- Duración de la carga

La duración de la carga influye significativamente en la resistencia de la madera.

Los ensayos mecánicos normalizados se realizan con una duración aproximada de la carga de 3 a 7 minutos, siendo preciso corregir sus propiedades para duraciones diferentes.

Las clases de duración de la carga se caracterizan por el efecto de una carga constante actuando por un determinado periodo de tiempo. En las acciones variables la clase de duración correspondiente se determinará basándose en la interacción entre la variación típica de la carga con el tiempo y las propiedades reológicas del material.

Clase de duración	Orden de duración acumulada de la carga característica	Ejemplos de cargas
Permanente	Más de 10 años	Peso propio, cerramientos
Larga duración	6 meses -10 años	andamios
Media duración	1 semana -6 meses	Sobrecarga de uso
Corta duración	Menos de una semana	Nieve, viento
Instantánea		Sismo

1.3.3.3.- Efecto del tamaño de la pieza en la resistencia

Existe una relación entre la resistencia de la madera y el tamaño de la pieza, de forma que cuanto mayor sea su volumen, menor resulta la tensión de rotura. El criterio seguido en la normativa de cálculo para las sollicitaciones de flexión y tracción paralela consiste en tomar un valor de referencia del canto en flexión (o ancho en tracción paralela) y permitir la mayoración de la resistencia para valores inferiores y no modificarla para valores superiores.

1.3.3.4.- Carga compartida

En los sistemas estructurales formados por varias piezas iguales y separadas a una misma distancia, que se encuentran unidas transversalmente por otra estructura secundaria que además de arriostrarlas distribuye la carga, las resistencias de cálculo de las piezas pueden aumentarse multiplicándose por un factor denominado de carga compartida.

1.3.4.- Características de los materiales y condiciones de servicio

Todos los elementos estructurales se resuelven con madera de Pinus sylvestris (Pino silvestre, pino norte) tratada en profundidad en autoclave con sales hidrosolubles.

Para la madera laminada encolada de Pinus sylvestris se asigna una clase resistente GL 24h (Glue Laminated) correspondiéndole las características mecánicas siguientes:

Módulo elástico medio (E 0 m): 116.000 Kp/cm²

Resistencia característica a flexión (f_{mk}): 240 Kp/cm²

Resistencia característica a tracción f_t (ft 0 k):	165 Kp/cm ²
Resistencia característica a tracción \perp (ft 90 k):	4 Kp/cm ²
Resistencia característica a compresión f_c (fc 0 k):	240 Kp/cm ²
Resistencia característica a compresión \perp (fc 90 k):	27 Kp/cm ²
Resistencia característica a cortadura (fvk):	27 Kp/cm ²

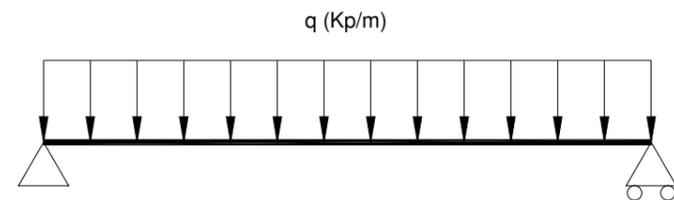
Para la madera aserrada de *Pinus sylvestris* se asigna una clase resistente C18 (coníferas) correspondiéndole las características mecánicas siguientes:

Módulo elástico medio (E 0 m):	90.000 Kp/cm ²
Resistencia característica a flexión (fmk):	180 Kp/cm ²
Resistencia característica a tracción f_t (ft 0 k):	110 Kp/cm ²
Resistencia característica a tracción \perp (ft 90 k):	4 Kp/cm ²
Resistencia característica a compresión f_c (fc 0 k):	180 Kp/cm ²
Resistencia característica a compresión \perp (fc 90 k):	22 Kp/cm ²
Resistencia característica a cortadura (fvk):	3,4 Kp/cm ²

Como ya se indicó, se asignará a los distintos elementos de la estructura la clase de servicio CS-3, que corresponde a elementos exteriores a la intemperie sin contacto con el terreno.

1.4.-Modelización de las estructuras

Se modelizan los elementos estructurales sencillos (viguetas, tablón de pisos, etc.) de acuerdo con el esquema estático de vigas biapoyadas, con carga uniformemente repartida según la figura siguiente:



Se consideran los pesos propios de los elementos estructurales a calcular como carga repartida.

1.5.-Hipótesis de carga. Combinaciones de hipótesis

Para la determinación del peso propio se considera un valor de la densidad de la madera de 500 Kp/m³.



Peso de piso	Tableros : 50 Kg/m ²
Pesos propios	Se determinan en función de la densidad de la madera.
SOBRECARGAS	
(P) Uso	400 Kp/m ² . Aceras, pistas para ciclistas o ciclomotores
(N) Nieve	Zona 1
(V) Viento	-Tipo de entorno III. Zona suburbana, forestal o industrial Coeficiente de exposición: 1,6 Zona C: Vref: 29m/s

COMBINACIONES CONSIDERADAS	
Combinación 1	1,35 x CP
Combinación 2	1,35 x CP + 1,5 x P

En cuanto a las combinaciones de hipótesis, no se tendrá en cuenta la nieve, pues es de un valor muy inferior a la sobrecarga de uso e incompatible con esta (al menos en su valor máximo).

1.6.-Determinación de las cargas permanentes

Elementos de madera (dimensiones en mm)										
Nombre	Material	Pasarela nº1(L=8.000)		Pasarela nº2 (L=11.750)		Pasarela nº3 (L=20.000)		Pasarela nº4 (L=5.000)		
		Ancho	Canto	Ancho	Canto	Ancho	Canto	Ancho	Canto	
Viga	GL 24h	185	726	185	726	185	1188	185	594	
Riostra	GL 24h	90	231	90	231	90	231	90	231	
Vigueta	GL 24h	90	132	90	132	90	132	90	132	
Diagonales	C18	70	145	70	145	70	145	70	145	
Tablón piso	C18	145	45	145	45	145	45	145	45	
Pasamanos	GL 24h	135	66	135	66	135	66	135	66	
Quitamiedos	C18	145	45	145	45	145	45	145	45	
Pies derechos	GL 24h	90	99	90	99	90	99	90	99	

Calidad de elementos metálicos

Los aceros a emplear serán de calidad S-325-JR de límite elástico 2.400 Kp/cm², según Norma EN-1025

Como protección de los herrajes se empleará galvanizado en caliente

Luz	8000		11750		20000		5000
Ancho	2800		2800		2800		2800
Cargas permanentes sobre viguetas (Kp/m)							
Peso propio		5,94		5,94		5,94	5,94
Peso del tablón del piso (Vano=678)		15,26		15,26		15,26	15,26
		21,20		21,20		21,20	21,20
Cargas permanentes sobre riostras (Kp/m)							
Peso propio		10,40		10,40		10,40	10,40
Número de riostras	6		8		14		4
Distancia entre riostras	1460,00		1578,57		1484,62		1433,33
Longitud de riostras	2430,00		2430,00		2800,00		2430,00
Transmitido por viguetas		38,20		41,31		33,71	37,51
Longitud de diagonales	2834,87		2897,72		3169,24		2821,23
Peso de cada diagonal	14,39		14,71		16,08		14,32
Nº de diagonales sobre riostra	2		2		2		2
Peso total de diagonales sobre rios	28,77		29,41		32,17		28,64
Total transmitido por riostras		11,84		12,10		11,49	11,78
Total cargas permanentes sobre riostras		60,44		63,80		55,60	59,68
Cargas permanentes sobre vigas (Kp/m)							
Peso propio		67,16		67,16		109,89	54,95
Nº de vigas	2		2		2		2
Transmitido por las riostras		55,08		52,78		54,49	58,01
Peso pasamanos		4,46		4,46		4,46	4,46
Peso quitamiedos		6,53		6,53		6,53	6,53
Nº de pies derechos por viga	7		10		17		5
Altura de los pies derechos	1.500,00		1.500,00		1.500,00		1.500,00
Peso de cada pie derecho	6,68		6,68		6,68		6,68
Peso total de pies derechos	46,78		66,83		113,60		33,41
Total transmitido por pies derechos		5,85		5,69		5,68	6,68
Total cargas permanentes sobre vigas		139,06		136,60		181,04	130,62

1.7.-Comprobación de secciones

PASARELA Nº1										
Viguetas										
Ancho:	90 mm	Área	A:	118,80	cm ²					
Canto:	132 mm	Momento de inercia y	Iy:	1.724,98	cm ⁴	Ancho del paño soportado:	0,63			
		Momento de inercia z	Iz:	801,90	cm ⁴	Luz:	1,46			
		Módulo resistente y	Wy:	261,36	cm ³	Clase de servicio:	CS-3			
		Módulo resistente z	Wz:	178,20	cm ³					
		Coefficiente de altura	Kh:	1,15						
		Coefficiente parcial de seguridad	γ _m :	1,25						
Clase resistente:	GL24h									
Resistencia a flexión		f _{mk}	240,00							
Resistencia a tracción paralela a la fibra		f _{tk}	165,00							
Resistencia a tracción perpendicular a la fibra		f _{perk}	4,00							
Resistencia a compresión paralela a la fibra		f _{cdk}	240,00							
Resistencia a compresión perpendicular a la fibra		f _{cdok}	27,00							
Resistencia a cortante		f _{vk}	27,00							
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra medio		E _{0medio}	116.000,00							
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra característico		E _{0k}	94.000,00							
Solicitaciones y esfuerzos								Momento máx (Mk)	Cortante máx (Qk)	
								Kgxc	Kg	
	40 PERMANENTE	Kg/m	21,20	Permanente				564,87	15,48	
	400 USO UNIFORME	Kg/m	252,00	Media				6.714,54	183,96	
Comprobación de estados límites últimos. Verificación de resistencia										
	COMBINACIÓN							CP	CP+U	
	Coefficiente de minoración de resistencia			Kmod				0,50	0,65	
	RESISTENCIA A FLEXIÓN									
	Momento de cálculo			Md				762,58	10.834,39	
	Resistencia de cálculo a flexión			f _{md}				110,40	143,52	
	Tensión de cálculo a flexión			sd				2,92	41,45	
	Porcentaje de aprovechamiento a flexión			I _f =sd/f _{md} k _{crit}				2,64%	28,88%	
	RESISTENCIA A CORTANTE									
	Cortante de cálculo			Qd				20,89	296,83	
	Resistencia de cálculo a cortante			f _{vd}				10,80	14,04	
	Tensión de cálculo a cortante			td				0,26	3,75	
	Porcentaje de aprovechamiento a cortante			I _v =td/f _{vd}				2,44%	26,69%	
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación										
U _i : flechas en mm								CARGA	CP	U
Contraflecha U ₀	1	Factor de deformación:		K _{def}				2	0,75	
		Deformación instantánea esperada:		U _i				0,062682314	0,745091652	
		Deformación diferida (considerando fluencia)		U _{máx}				0,188046941	1,303910391	
Flecha admisible instantánea:L/300=		4,87	Criterio 1:	U _i (N)=				0,75	<=L/300=	4,87
Flecha admisible máxima:L/200=		7,30	Criterio 2:	U _{máx} (N)=				1,30	<=L/200=	7,30
			Criterio 3:	U _{máx} (CP)+U _{máx} (N)-U ₀ =				0,49	<=L/200=	7,30

Riostra		PASARELA N°1								
Ancho:	90 mm	Área	A:	207,90	cm ²					
Canto:	231 mm	Momento de inercia y	Iy:	9.244,79	cm ⁴	Ancho del paño soportado:	1,46			
		Momento de inercia z	Iz:	1.403,33	cm ⁴	Luz:	2,43			
		Módulo resistente y	Wy:	800,42	cm ³	Clase de servicio:	CS-3			
		Módulo resistente z	Wz:	311,85	cm ³					
		Coefficiente de altura	Kh:	1,15						
		Coefficiente parcial de seguridad	γ_{m^*} :	1,25						
Clase resistente:	GL24h									
Resistencia a flexión		f_{mk}		240,00						
Resistencia a tracción paralela a la fibra		f_{tdk}		165,00						
Resistencia a tracción perpendicular a la fibra		f_{tdok}		4,00						
Resistencia a compresión paralela a la fibra		f_{cdk}		240,00						
Resistencia a compresión perpendicular a la fibra		f_{cdok}		27,00						
Resistencia a cortante		f_{vk}		27,00						
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra medio		E_{cm}		116.000,00						
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra característico		E_{ck}		94.000,00						
Solicitaciones y esfuerzos						Momento máx (Mk)	Cortante máx (Qk)			
						Kgxc	Kg			
	40	PERMANENTE	Kg/m	60,44	Permanente	4.461,15	73,43			
	400	USO UNIFORME	Kg/m	584,00	Media	43.105,77	709,56			
Comprobación de estados límites últimos. Verificación de resistencia										
COMBINACIÓN						CP	CP+U			
Coeficiente de minoración de resistencia				Kmod		0,50	0,65			
RESISTENCIA A FLEXION										
Momento de cálculo				Md		6.022,56	70.681,21			
Resistencia de cálculo a flexión				fmd		110,40	143,52			
Tensión de cálculo a flexión				sd		7,52	88,31			
Porcentaje de aprovechamiento a flexión				$lf=sd/fmd$ kcrit		6,82%	61,53%			
RESISTENCIA A CORTANTE										
Cortante de cálculo				Qd		99,14	1.163,48			
Resistencia de cálculo a cortante				fvd		10,80	14,04			
Tensión de cálculo a cortante				td		0,72	8,39			
Porcentaje de aprovechamiento a cortante				$lv=td/fvd$		6,62%	59,79%			
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación										
UI: flechas en mm						CARGA	CP	U		
Contraflecha U_0				1	Factor de deformación:	Kdef	2	0,75		
					Deformación instantánea esperada:	Ui	0,26	2,47		
					Deformación diferida (considerando fluencia)	Umáx	0,77	4,33		
Flecha admisible instantánea:L/300=				8,10	Criterio 1:	Ui(N)=	2,47	<=L/300=	8,10	
Flecha admisible máxima:L/200=				12,15	Criterio 2:	Umáx(N)=	4,33	<=L/200=	12,15	
					Criterio 3:	Umáx(CP)+Umáx(N)-U0=	4,09	<=L/200=	12,15	

Viga Principal		PASARELA N°1								
Ancho:	185 mm	Área	A:	1.343,10	cm ²					
Canto:	726 mm	Momento de inercia y	Iy:	589.929,81	cm ⁴	Ancho del paño soportado:	1,4			
		Momento de inercia z	Iz:	38.306,33	cm ⁴	Luz:	8			
		Módulo resistente y	Wy:	16.251,51	cm ³	Clase de servicio:	CS-3			
		Módulo resistente z	Wz:	4.141,23	cm ³					
		Coefficiente de altura	Kh:	1,00						
		Coefficiente parcial de seguridad	γ_{m^*} :	1,25						
Clase resistente:	GL24h									
Resistencia a flexión		f_{mk}		240,00						
Resistencia a tracción paralela a la fibra		f_{tdk}		165,00						
Resistencia a tracción perpendicular a la fibra		f_{tdok}		4,00						
Resistencia a compresión paralela a la fibra		f_{cdk}		240,00						
Resistencia a compresión perpendicular a la fibra		f_{cdok}		27,00						
Resistencia a cortante		f_{vk}		27,00						
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra medio		E_{cm}		116.000,00						
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra característico		E_{ck}		94.000,00						
Solicitaciones y esfuerzos						Momento máx (Mk)	Cortante máx (Qk)			
						Kgxc	Kg			
	40	PERMANENTE	Kg/m	139,06	Permanente	111.248,00	556,24			
	400	USO UNIFORME	Kg/m	560,00	Media	448.000,00	2.240,00			
				6,86						
Comprobación de estados límites últimos. Verificación de resistencia										
COMBINACIÓN						CP	CP+U			
Coeficiente de minoración de resistencia				Kmod		0,50	0,65			
RESISTENCIA A FLEXION										
Momento de cálculo				Md		150.184,80	822.184,80			
Resistencia de cálculo a flexión				fmd		96,00	124,80			
Tensión de cálculo a flexión				sd		9,24	50,59			
Porcentaje de aprovechamiento a flexión				$lf=sd/fmd$ kcrit		9,63%	40,54%			
RESISTENCIA A CORTANTE										
Cortante de cálculo				Qd		750,92	4.110,92			
Resistencia de cálculo a cortante				fvd		10,80	14,04			
Tensión de cálculo a cortante				td		0,84	4,59			
Porcentaje de aprovechamiento a cortante				$lv=td/fvd$		7,77%	32,70%			
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación										
UI: flechas en mm						CARGA	CP	U		
Contraflecha U_0				1	Factor de deformación:	Kdef	2	0,75		
					Deformación instantánea esperada:	Ui	1,08	4,36		
					Deformación diferida (considerando fluencia)	Umáx	3,25	7,64		
Flecha admisible instantánea:L/300=				26,67	Criterio 1:	Ui(N)=	4,36	<=L/300=	26,67	
Flecha admisible máxima:L/200=				40,00	Criterio 2:	Umáx(N)=	7,64	<=L/200=	40,00	
					Criterio 3:	Umáx(CP)+Umáx(N)-U0=	9,89	<=L/200=	40,00	

Viguetas		PASARELA N°2							
Ancho:	90 mm	Área	A:	118,80	cm ²				
Canto:	132 mm	Momento de inercia y	Iy:	1.724,98	cm ⁴	Ancho del paño soportado:	0,63		
		Momento de inercia z	Iz:	801,90	cm ⁴	Luz:	1,58		
		Módulo resistente y	Wy:	261,36	cm ³	Clase de servicio:	CS-3		
		Módulo resistente z	Wz:	178,20	cm ³				
		Coefficiente de altura	Kh:	1,15					
		Coefficiente parcial de seguridad	γ_m :	1,25					
Clase resistente:	GL24h								
Resistencia a flexión		f_{mk}		240,00					
Resistencia a tracción paralela a la fibra		f_{tdk}		165,00					
Resistencia a tracción perpendicular a la fibra		f_{tdk}		4,00					
Resistencia a compresión paralela a la fibra		f_{cdk}		240,00					
Resistencia a compresión perpendicular a la fibra		f_{cdk}		27,00					
Resistencia a cortante		f_{vk}		27,00					
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra medio		E_{dmedio}		116.000,00					
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra característico		E_{dk}		94.000,00					
Solicitaciones y esfuerzos						Momento máx (Mk)	Cortante máx (Qk)		
						Kgxc	Kg		
	40 PERMANENTE	Kg/m	21,20	Permanente		661,55	16,75		
	400 USO UNIFORME	Kg/m	252,00	Media		7.863,66	199,08		
Comprobación de estados límites últimos. Verificación de resistencia									
COMBINACIÓN						CP	CP+U		
Coeficiente de minoración de resistencia				Kmod		0,50	0,65		
RESISTENCIA A FLEXIÓN									
Momento de cálculo				Md		893,09	12.688,58		
Resistencia de cálculo a flexión				fmd		110,40	143,52		
Tensión de cálculo a flexión				sd		3,42	48,55		
Porcentaje de aprovechamiento a flexión				lf=sd/fmd kcrit		3,10%	33,83%		
RESISTENCIA A CORTANTE									
Cortante de cálculo				Qd		22,61	321,23		
Resistencia de cálculo a cortante				fvd		10,80	14,04		
Tensión de cálculo a cortante				td		0,29	4,06		
Porcentaje de aprovechamiento a cortante				lv=td/fvd		2,64%	28,89%		
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación									
UI: flechas en mm									
Contraflecha U_0				1	CARGA	CP	U		
Def deformación instantánea esperada:				Kdef		2	0,75		
Def deformación diferida (considerando fluencia)				Umáx		0,257918917	1,78840004		
Flecha admisible instantánea:L/300=				5,27	Criterio 1:	Ui(N)=	1,02	<=L/300=	5,27
Flecha admisible máxima:L/200=				7,90	Criterio 2:	Umáx(N)=	1,79	<=L/200=	7,90
					Criterio 3:	Umáx(CP)+Umáx(N)-U0=	1,05	<=L/200=	7,90

Riostra		PASARELA N°2							
Ancho:	90 mm	Área	A:	207,90	cm ²				
Canto:	231 mm	Momento de inercia y	Iy:	9.244,79	cm ⁴	Ancho del paño soportado:	1,57857		
		Momento de inercia z	Iz:	1.403,33	cm ⁴	Luz:	2,43		
		Módulo resistente y	Wy:	800,42	cm ³	Clase de servicio:	CS-3		
		Módulo resistente z	Wz:	311,85	cm ³				
		Coefficiente de altura	Kh:	1,15					
		Coefficiente parcial de seguridad	γ_m :	1,25					
Clase resistente:	GL24h								
Resistencia a flexión		f_{mk}		240,00					
Resistencia a tracción paralela a la fibra		f_{tdk}		165,00					
Resistencia a tracción perpendicular a la fibra		f_{tdk}		4,00					
Resistencia a compresión paralela a la fibra		f_{cdk}		240,00					
Resistencia a compresión perpendicular a la fibra		f_{cdk}		27,00					
Resistencia a cortante		f_{vk}		27,00					
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra medio		E_{dmedio}		116.000,00					
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra característico		E_{dk}		94.000,00					
Solicitaciones y esfuerzos						Momento máx (Mk)	Cortante máx (Qk)		
						Kgxc	Kg		
	40 PERMANENTE	Kg/m	63,80	Permanente		4.709,16	77,52		
	400 USO UNIFORME	Kg/m	631,43	Media		46.606,49	767,19		
Comprobación de estados límites últimos. Verificación de resistencia									
COMBINACIÓN						CP	CP+U		
Coeficiente de minoración de resistencia				Kmod		0,50	0,65		
RESISTENCIA A FLEXIÓN									
Momento de cálculo				Md		6.357,36	76.267,10		
Resistencia de cálculo a flexión				fmd		110,40	143,52		
Tensión de cálculo a flexión				sd		7,94	95,28		
Porcentaje de aprovechamiento a flexión				lf=sd/fmd kcrit		7,19%	66,39%		
RESISTENCIA A CORTANTE									
Cortante de cálculo				Qd		104,65	1.255,43		
Resistencia de cálculo a cortante				fvd		10,80	14,04		
Tensión de cálculo a cortante				td		0,76	9,06		
Porcentaje de aprovechamiento a cortante				lv=td/fvd		6,99%	64,51%		
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación									
UI: flechas en mm									
Contraflecha U_0				1	CARGA	CP	U		
Def deformación instantánea esperada:				Kdef		2	0,75		
Def deformación diferida (considerando fluencia)				Umáx		0,27	2,67		
Flecha admisible instantánea:L/300=				8,10	Criterio 1:	Ui(N)=	2,67	<=L/300=	8,10
Flecha admisible máxima:L/200=				12,15	Criterio 2:	Umáx(N)=	4,68	<=L/200=	12,15
					Criterio 3:	Umáx(CP)+Umáx(N)-U0=	4,49	<=L/200=	12,15

Viga Principal		PASARELA N°2								
Ancho:	185 mm	Área	A:	1.343,10	cm ²					
Canto:	726 mm	Momento de inercia y	Iy:	589.929,81	cm ⁴	Ancho del paño soportado:	1,4			
		Momento de inercia z	Iz:	38.306,33	cm ⁴	Luz:	11,75			
		Módulo resistente y	Wy:	16.251,51	cm ³	Clase de servicio:	CS-3			
		Módulo resistente z	Wz:	4.141,23	cm ³					
		Coefficiente de altura	Kh:	1,00						
		Coefficiente parcial de seguridad	γ_m :	1,25						
Clase resistente:	GL24h									
Resistencia a flexión		f_{mk}	240,00							
Resistencia a tracción paralela a la fibra		f_{tdk}	165,00							
Resistencia a tracción perpendicular a la fibra		f_{tdk}	4,00							
Resistencia a compresión paralela a la fibra		f_{cdk}	240,00							
Resistencia a compresión perpendicular a la fibra		f_{cdk}	27,00							
Resistencia a cortante		f_{vk}	27,00							
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra medio		E_{dmedio}	116.000,00							
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra característico		E_{pk}	94.000,00							
Solicitaciones y esfuerzos				Momento máx (Mk)	Cortante máx (Qk)					
				Kgxc	Kg					
	40 PERMANENTE	Kg/m	136,60	Permanente	235.741,72	802,53				
	400 USO UNIFORME	Kg/m	560,00	Media	966.437,50	3.290,00				
			6,83							
Comprobación de estados límites últimos. Verificación de resistencia										
COMBINACIÓN				CP	CP+U					
Coeficiente de minoración de resistencia				Kmod	0,50	0,65				
RESISTENCIA A FLEXIÓN										
Momento de cálculo				Md	318.251,32	1.767.907,57				
Resistencia de cálculo a flexión				fmd	96,00	124,80				
Tensión de cálculo a flexión				sd	19,58	108,78				
Porcentaje de aprovechamiento a flexión				If=sd/fmd kcrit	20,40%	87,17%				
RESISTENCIA A CORTANTE										
Cortante de cálculo				Qd	1.083,41	6.018,41				
Resistencia de cálculo a cortante				fvd	10,80	14,04				
Tensión de cálculo a cortante				td	1,21	6,72				
Porcentaje de aprovechamiento a cortante				Iv=td/fvd	11,20%	47,87%				
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación										
CARGA				CP	U					
Ui: flechas en mm										
Contraflecha U_0	1	Factor de deformación:		Kdef	2	0,75				
		Deformación instantánea esperada:		Ui	4,95	20,31				
		Deformación diferida (considerando fluencia)		Umáx	14,86	35,54				
Flecha admisible instantánea:L/300=		39,17	Criterio 1:	Ui(N)=	20,31	<=L/300=	39,17			
Flecha admisible máxima:L/200=		58,75	Criterio 2:	Umáx(N)=	35,54	<=L/200=	58,75			
			Criterio 3:	Umáx(CP)+Umáx(N)-U0=	49,41	<=L/200=	58,75			

Viguetas		PASARELA N°3								
Ancho:	90 mm	Área	A:	118,80	cm ²					
Canto:	132 mm	Momento de inercia y	Iy:	1.724,98	cm ⁴	Ancho del paño soportado:	0,63			
		Momento de inercia z	Iz:	801,90	cm ⁴	Luz:	1,485			
		Módulo resistente y	Wy:	261,36	cm ³	Clase de servicio:	CS-3			
		Módulo resistente z	Wz:	178,20	cm ³					
		Coefficiente de altura	Kh:	1,15						
		Coefficiente parcial de seguridad	γ_m :	1,25						
Clase resistente:	GL24h									
Resistencia a flexión		f_{mk}	240,00							
Resistencia a tracción paralela a la fibra		f_{tdk}	165,00							
Resistencia a tracción perpendicular a la fibra		f_{tdk}	4,00							
Resistencia a compresión paralela a la fibra		f_{cdk}	240,00							
Resistencia a compresión perpendicular a la fibra		f_{cdk}	27,00							
Resistencia a cortante		f_{vk}	27,00							
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra medio		E_{dmedio}	116.000,00							
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra característico		E_{pk}	94.000,00							
Solicitaciones y esfuerzos				Momento máx (Mk)	Cortante máx (Qk)					
				Kgxc	Kg					
	40 PERMANENTE	Kg/m	21,20	Permanente	584,38	15,74				
	400 USO UNIFORME	Kg/m	252,00	Media	6.946,46	187,11				
Comprobación de estados límites últimos. Verificación de resistencia										
COMBINACIÓN				CP	CP+U					
Coeficiente de minoración de resistencia				Kmod	0,50	0,65				
RESISTENCIA A FLEXIÓN										
Momento de cálculo				Md	788,92	11.208,61				
Resistencia de cálculo a flexión				fmd	110,40	143,52				
Tensión de cálculo a flexión				sd	3,02	42,89				
Porcentaje de aprovechamiento a flexión				If=sd/fmd kcrit	2,73%	29,88%				
RESISTENCIA A CORTANTE										
Cortante de cálculo				Qd	21,25	301,92				
Resistencia de cálculo a cortante				fvd	10,80	14,04				
Tensión de cálculo a cortante				td	0,27	3,81				
Porcentaje de aprovechamiento a cortante				Iv=td/fvd	2,48%	27,15%				
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación										
CARGA				CP	U					
Ui: flechas en mm										
Contraflecha U_0	1	Factor de deformación:		Kdef	2	0,75				
		Deformación instantánea esperada:		Ui	0,06708716	0,797451151				
		Deformación diferida (considerando fluencia)		Umáx	0,201261481	1,395539514				
Flecha admisible instantánea:L/300=		4,95	Criterio 1:	Ui(N)=	0,80	<=L/300=	4,95			
Flecha admisible máxima:L/200=		7,43	Criterio 2:	Umáx(N)=	1,40	<=L/200=	7,43			
			Criterio 3:	Umáx(CP)+Umáx(N)-U0=	0,60	<=L/200=	7,43			

		PASARELA N°3							
90 mm	Área	A:	207,90	cm ²					
231 mm	Momento de inercia y	Iy:	9.244,79	cm ⁴	Ancho del paño soportado:	1,43333			
	Momento de inercia z	Iz:	1.403,33	cm ⁴	Luz:	2,8			
	Módulo resistente y	Wy:	800,42	cm ³	Clase de servicio:	CS-3			
	Módulo resistente z	Wz:	311,85	cm ³					
	Coefficiente de altura	Kh:	1,15						
	Coefficiente parcial de seguridad	γ_{m1} :	1,25						
GL24h									
	f_{mk}		240,00						
	f_{dk}		165,00						
	f_{gdk}		4,00						
	f_{cdk}		240,00						
	f_{c90dk}		27,00						
	f_{vk}		27,00						
	E_{omedio}		116.000,00						
	E_{dk}		94.000,00						
Cargas					Momento máx (Mk)	Cortante máx (Qk)			
					Kgxc	Kg			
40	PERMANENTE	Kg/m	55,60	Permanente	5.448,80	77,84			
400	USO UNIFORME	Kg/m	573,33	Media	56.186,54	802,66			
Estados límites últimos. Verificación de resistencia									
COMBINACIÓN				CP	CP+U				
Coeficiente de minoración de resistencia		Kmod	0,50	0,65					
RESISTENCIA A FLEXIÓN									
Momento de cálculo		Md	7.355,88	91.635,68					
Resistencia de cálculo a flexión		fmd	110,40	143,52					
Tensión de cálculo a flexión		sd	9,19	114,49					
Porcentaje de aprovechamiento a flexión		If=sd/fmd kcrit	8,32%	79,77%					
RESISTENCIA A CORTANTE									
Cortante de cálculo		Qd	105,08	1.309,08					
Resistencia de cálculo a cortante		fvd	10,80	14,04					
Tensión de cálculo a cortante		td	0,76	9,45					
Porcentaje de aprovechamiento a cortante		lv=td/fvd	7,02%	67,27%					
Estados límites de servicio. Verificación de deformación									
CARGA		CP	U						
Factor de deformación:		Kdef	2	0,75					
Deformación instantánea esperada:		Ui	0,41	4,28					
Deformación diferida (considerando fluencia)		Umáx	1,24	7,49					
Instantánea: L/300=		9,33	Criterio 1:	Ui(N)=	4,28	<=L/300=	9,33		
Máxima: L/200=		14,00	Criterio 2:	Umáx(N)=	7,49	<=L/200=	14,00		
			Criterio 3:	Umáx(CP)+Umáx(N)-U0=	7,73	<=L/200=	14,00		

Viga Principal		PASARELA N°3							
Ancho:	185 mm	Área	A:	2.197,80	cm ²				
Canto:	1188 mm	Momento de inercia y	Iy:	2.584.876,54	cm ⁴	Ancho del paño soportado:	1,4		
		Momento de inercia z	Iz:	62.683,09	cm ⁴	Luz:	20		
		Módulo resistente y	Wy:	43.516,44	cm ³	Clase de servicio:	CS-3		
		Módulo resistente z	Wz:	6.776,55	cm ³				
		Coefficiente de altura	Kh:	1,00					
		Coefficiente parcial de seguridad	γ_{m1} :	1,25					
Clase resistente: GL24h									
Resistencia a flexión		f_{mk}	240,00						
Resistencia a tracción paralela a la fibra		f_{dk}	165,00						
Resistencia a tracción perpendicular a la fibra		f_{gdk}	4,00						
Resistencia a compresión paralela a la fibra		f_{cdk}	240,00						
Resistencia a compresión perpendicular a la fibra		f_{c90dk}	27,00						
Resistencia a cortante		f_{vk}	27,00						
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra medio		E_{omedio}	116.000,00						
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra característico		E_{dk}	94.000,00						
Solicitaciones y esfuerzos					Momento máx (Mk)	Cortante máx (Qk)			
					Kgxc	Kg			
	40	PERMANENTE	Kg/m	181,04	Permanente	905.200,00	1.810,40		
	400	USO UNIFORME	Kg/m	560,00	Media	2.800.000,00	5.600,00		
					7,27				
Comprobación de estados límites últimos. Verificación de resistencia									
COMBINACIÓN				CP	CP+U				
Coeficiente de minoración de resistencia		Kmod	0,50	0,65					
RESISTENCIA A FLEXIÓN									
Momento de cálculo		Md	1.222.020,00	5.422.020,00					
Resistencia de cálculo a flexión		fmd	96,00	124,80					
Tensión de cálculo a flexión		sd	28,08	124,60					
Porcentaje de aprovechamiento a flexión		If=sd/fmd kcrit	29,25%	99,84%					
RESISTENCIA A CORTANTE									
Cortante de cálculo		Qd	2.444,04	10.844,04					
Resistencia de cálculo a cortante		fvd	10,80	14,04					
Tensión de cálculo a cortante		td	1,67	7,40					
Porcentaje de aprovechamiento a cortante		lv=td/fvd	15,44%	52,71%					
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación									
CARGA		CP	U						
Factor de deformación:		Kdef	2	0,75					
Deformación instantánea esperada:		Ui	12,58	38,91					
Deformación diferida (considerando fluencia)		Umáx	37,74	68,09					
Flèche admisible instantánea: L/300=		66,67	Criterio 1:	Ui(N)=	38,91	<=L/300=	66,67		
Flèche admisible máxima: L/200=		100,00	Criterio 2:	Umáx(N)=	68,09	<=L/200=	100,00		
			Criterio 3:	Umáx(CP)+Umáx(N)-U0=	65,83	<=L/200=	100,00		

Viguetas		PASARELA N°4							
Ancho:	90 mm	Área	A:	118,80	cm ²				
Canto:	132 mm	Momento de inercia y	Iy:	1.724,98	cm ⁴	Ancho del paño soportado:	0,63		
		Momento de inercia z	Iz:	801,90	cm ⁴	Luz:	1,43		
		Módulo resistente y	Wy:	261,36	cm ³	Clase de servicio:	CS-3		
		Módulo resistente z	Wz:	178,20	cm ³				
		Coefficiente de altura	Kh:	1,15					
		Coefficiente parcial de seguridad	γ_m :	1,25					
Clase resistente:	GL24h								
Resistencia a flexión		f_{mk}		240,00					
Resistencia a tracción paralela a la fibra		f_{tdk}		165,00					
Resistencia a tracción perpendicular a la fibra		f_{tdok}		4,00					
Resistencia a compresión paralela a la fibra		f_{cdk}		240,00					
Resistencia a compresión perpendicular a la fibra		f_{cdok}		27,00					
Resistencia a cortante		f_{vk}		27,00					
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra medio		E_{dmedio}		116.000,00					
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra característico		E_{dk}		94.000,00					
Solicitaciones y esfuerzos						Momento máx (Mk)	Cortante máx (Qk)		
						Kgxc	Kg		
	40	PERMANENTE	Kg/m	21,20		Permanente	541,90	15,16	
	400	USO UNIFORME	Kg/m	252,00		Media	6.441,44	180,18	
Comprobación de estados límites últimos. Verificación de resistencia									
COMBINACIÓN						CP	CP+U		
Coeficiente de minoración de resistencia				Kmod		0,50	0,65		
RESISTENCIA A FLEXIÓN									
Momento de cálculo				Md		731,56	10.393,72		
Resistencia de cálculo a flexión				fmd		110,40	143,52		
Tensión de cálculo a flexión				sd		2,80	39,77		
Porcentaje de aprovechamiento a flexión				$lf=sd/fmd$ kcrit		2,54%	27,71%		
RESISTENCIA A CORTANTE									
Cortante de cálculo				Qd		20,46	290,73		
Resistencia de cálculo a cortante				fvd		10,80	14,04		
Tensión de cálculo a cortante				td		0,26	3,67		
Porcentaje de aprovechamiento a cortante				$lv=td/fvd$		2,39%	26,15%		
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación									
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación									
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación									
Ui: flechas en mm						CARGA	CP	U	
Contraflecha U_0	1	Factor de deformación:				Kdef	2	0,75	
		Deformación instantánea esperada:				Ui	0,057686972	0,685713065	
		Deformación diferida (considerando fluencia)				Umáx	0,173060916	1,199997864	
Flecha admisible instantánea:L/300=		4,77	Criterio 1:			Ui(N)=	0,69	<=L/300=	4,77
Flecha admisible máxima:L/200=		7,15	Criterio 2:			Umáx(N)=	1,20	<=L/200=	7,15
			Criterio 3:			Umáx(CP)+Umáx(N)-U0=	0,37	<=L/200=	7,15

Riostra		PASARELA N°4							
Ancho:	90 mm	Área	A:	207,90	cm ²				
Canto:	231 mm	Momento de inercia y	Iy:	9.244,79	cm ⁴	Ancho del paño soportado:	1,43		
		Momento de inercia z	Iz:	1.403,33	cm ⁴	Luz:	2,43		
		Módulo resistente y	Wy:	800,42	cm ³	Clase de servicio:	CS-3		
		Módulo resistente z	Wz:	311,85	cm ³				
		Coefficiente de altura	Kh:	1,15					
		Coefficiente parcial de seguridad	γ_m :	1,25					
Clase resistente:	GL24h								
Resistencia a flexión		f_{mk}		240,00					
Resistencia a tracción paralela a la fibra		f_{tdk}		165,00					
Resistencia a tracción perpendicular a la fibra		f_{tdok}		4,00					
Resistencia a compresión paralela a la fibra		f_{cdk}		240,00					
Resistencia a compresión perpendicular a la fibra		f_{cdok}		27,00					
Resistencia a cortante		f_{vk}		27,00					
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra medio		E_{dmedio}		116.000,00					
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra característico		E_{dk}		94.000,00					
Solicitaciones y esfuerzos						Momento máx (Mk)	Cortante máx (Qk)		
						Kgxc	Kg		
	40	PERMANENTE	Kg/m	59,68		Permanente	4.405,06	72,51	
	400	USO UNIFORME	Kg/m	572,00		Media	42.220,04	694,98	
Comprobación de estados límites últimos. Verificación de resistencia									
COMBINACIÓN						CP	CP+U		
Coeficiente de minoración de resistencia				Kmod		0,50	0,65		
RESISTENCIA A FLEXIÓN									
Momento de cálculo				Md		5.946,82	69.276,88		
Resistencia de cálculo a flexión				fmd		110,40	143,52		
Tensión de cálculo a flexión				sd		7,43	86,55		
Porcentaje de aprovechamiento a flexión				$lf=sd/fmd$ kcrit		6,73%	60,31%		
RESISTENCIA A CORTANTE									
Cortante de cálculo				Qd		97,89	1.140,36		
Resistencia de cálculo a cortante				fvd		10,80	14,04		
Tensión de cálculo a cortante				td		0,71	8,23		
Porcentaje de aprovechamiento a cortante				$lv=td/fvd$		6,54%	58,60%		
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación									
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación									
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación									
Ui: flechas en mm						CARGA	CP	U	
Contraflecha U_0	1	Factor de deformación:				Kdef	2	0,75	
		Deformación instantánea esperada:				Ui	0,25	2,42	
		Deformación diferida (considerando fluencia)				Umáx	0,76	4,24	
Flecha admisible instantánea:L/300=		8,10	Criterio 1:			Ui(N)=	2,42	<=L/300=	8,10
Flecha admisible máxima:L/200=		12,15	Criterio 2:			Umáx(N)=	4,24	<=L/200=	12,15
			Criterio 3:			Umáx(CP)+Umáx(N)-U0=	4,00	<=L/200=	12,15

Viga Principal		PASARELA N°4							
Ancho:	185	mm	Área	A:	1.098,90	cm ²			
Canto:	594	mm	Momento de inercia y	Iy:	323.109,57	cm ⁴	Ancho del paño soportado:	1,4	
			Momento de inercia z	Iz:	31.341,54	cm ⁴	Luz:	5	
			Módulo resistente y	Wy:	10.879,11	cm ³	Clase de servicio:	CS-3	
			Módulo resistente z	Wz:	3.388,28	cm ³			
			Coefficiente de altura	Kh:	1,00				
			Coefficiente parcial de seguridad	γ_{m1} :	1,25				
Clase resistente:		GL24h							
Resistencia a flexión			f_{mk}		240,00				
Resistencia a tracción paralela a la fibra			f_{tdk}		165,00				
Resistencia a tracción perpendicular a la fibra			f_{tdok}		4,00				
Resistencia a compresión paralela a la fibra			f_{cdk}		240,00				
Resistencia a compresión perpendicular a la fibra			f_{cdok}		27,00				
Resistencia a cortante			f_{vk}		27,00				
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra medio			E_{cmedio}		116.000,00				
Módulo de elasticidad paralelo a la fibra característico			E_{dk}		94.000,00				
Solicitaciones y esfuerzos							Momento máx (Mk)	Cortante máx (Qk)	
							Kgxc	Kg	
	40	PERMANENTE	Kg/m	130,62			Permanente	40.818,75	326,55
	400	USO UNIFORME	Kg/m	560,00			Media	175.000,00	1.400,00
				6,77					
Comprobación de estados límites últimos. Verificación de resistencia									
		COMBINACIÓN					CP	CP+U	
		Coefficiente de minoración de resistencia			Kmod		0,50	0,65	
		RESISTENCIA A FLEXIÓN							
		Momento de cálculo			Md	55.105,31		317.605,31	
		Resistencia de cálculo a flexión			fmd	96,00		124,80	
		Tensión de cálculo a flexión			sd	5,07		29,19	
		Porcentaje de aprovechamiento a flexión			If=sd/fmd kcrit	5,28%		23,39%	
		RESISTENCIA A CORTANTE							
		Cortante de cálculo			Qd	440,84		2.540,84	
		Resistencia de cálculo a cortante			fvd	10,80		14,04	
		Tensión de cálculo a cortante			td	0,60		3,47	
		Porcentaje de aprovechamiento a cortante			lv=td/fvd	5,57%		24,70%	
Comprobación de estados límites de servicio. Verificación de deformación									
U1: flechas en mm							CARGA	CP	U
Contraflecha U_0	1	Factor de deformación:					Kdef	2	0,75
		Deformación instantánea esperada:					U1	0,28	1,22
		Deformación diferida (considerando fluencia)					Umáx	0,85	2,13
Flecha admisible instantánea: $L/300=$		16,67	Criterio 1:				U1(N)=	1,22	$\leq L/300=$ 16,67
Flecha admisible máxima: $L/200=$		25,00	Criterio 2:				Umáx(N)=	2,13	$\leq L/200=$ 25,00
			Criterio 3:				Umáx(CP)+Umáx(N)-U0=	1,98	$\leq L/200=$ 25,00

1.8.-Cálculo de los estribos

1.8.1.-Características de los materiales y coeficientes de seguridad

El ancho de fisura admisible se ha elegido teniendo en cuenta que se trata de estructuras exteriores sujetas a precipitaciones medias anuales superiores a 600 mm (Clase general de exposición IIa de la tabla 8.2.2 de la Instrucción EHE). Por tanto, entrando en la tabla 5.1.1.2 de la EHE se obtiene una abertura máxima de fisura de 0,3 mm.

Por otra parte, teniendo en cuenta los valores mínimos de la resistencia compatibles con los requisitos de durabilidad recogidos en la tabla 37.3.2.b de la Instrucción, se debería adoptar el valor de 25 kN/mm² para la resistencia del hormigón.

El recubrimiento mínimo fijado por la Instrucción en la tabla 37.2.4.1 es de 20 mm para la clase de exposición que nos ocupa y un período de vida útil de 50 años, aunque hemos adoptado 40 mm, del lado de la seguridad.

1.8.2.-Cálculos

Se consideran las siguientes hipótesis:

- Tablero cargado: actuación del empuje del terreno y sobrecarga de 4 kN/m² en el trasdós y la reacción del tablero cargado.
- Tablero descargado; actuación del empuje del terreno y sobrecarga de 4 kN/m² en el trasdós y la reacción del tablero descargado.

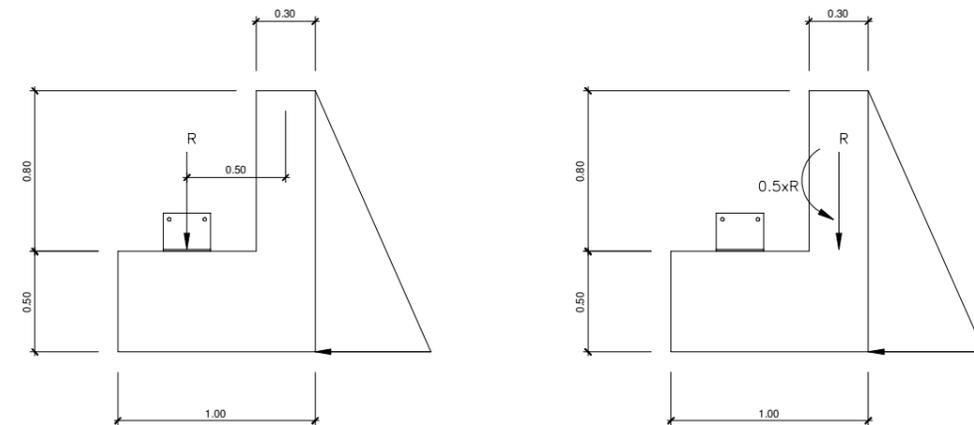
Con carácter general, para el cálculo del armado, una vez obtenidos los esfuerzos, se emplea una hoja de cálculo en la que se evalúa la necesidad de armado a rotura, con la teoría del momento tope, y la de armado a fisuración, de acuerdo con las prescripciones de la EHE.

Dimensionaremos los estribos de la pasarela n°3, que es la más desfavorable.

De acuerdo con los cálculos del apartado anterior las reacciones del tablero son:

Carga	Reacción (kN)
Permanente	18,10
Sobrecarga	56,00
Total	74,10

El esquema de cargas es el que se indica en la parte izquierda de la siguiente figura, y es estáticamente equivalente al representado en la zona derecha de la misma figura:



En las hojas de cálculo adjuntas figuran los valores adoptados para las características de los materiales y del terreno, así como los valores de los coeficientes de seguridad al vuelco y al deslizamiento y las tensiones transmitidas al terreno.

Tanto los coeficientes de seguridad como las tensiones transmitidas al terreno se consideran admisibles, teniendo en cuenta que los cargaderos se apoyan sobre un muro de escollera.

CÁLCULO DE ESFUERZOS EN EL ESTRIBO (HIPÓTESIS A)

Datos del relleno		Datos geométricos	
Densidad seca	18,00 kN/m ³	Altura del alzado	0,80 m
Ángulo de rozamiento interno	30 °	Espesor del alzado	0,30 m
Índice de huecos	0,3	Anchura del talón (dorsal)	0,00 m
Densidad saturada	21,00 kN/m ³	Anchura de la puntera (frontal)	0,70 m
Densidad sumergida	11,00 kN/m ³	Canto de la zapata	0,50 m
Coefficiente de empuje activo	0,44	Anchura total de la zapata	1,00 m
Coefficiente de rozamiento	0,58		

Datos del terreno de cimentación	
Ángulo de rozamiento interno	40 °
Cohesión	0 kN/m ²
Coefficiente de minoración	0,66
Cohesión minorada	0,00 kN/m ³
Coefficiente de rozamiento minorado	0,55

Solicitaciones externas	
Sobrecarga uniforme dorsal (Sd)	4,00 kN/m ²
Momento transmitido en coronación	37,05 mxkN
Cortante transmitido en coronación	0,00 kN
Axil transmitido en coronación	74,10 kN
Altura de tierras dorsal	1,30 m
Altura de tierras frontal	1,00 m
Altura del nivel freático dorsal	0,00 m
Altura del nivel freático frontal	0,00 m

Empujes unitarios	
Debido a la sobrecarga Sd (e1)	1,76 kN/m
Terreno seco dorsal (e2)	10,30 kN/m
Terreno sumergido dorsal (e3)	0,00 kN/m
Agua frontal (e4)	0,00 kN/m

Fuerzas favorables			
Descripción	Fuerza	Excentricidad	Momento
	(kN)	(m)	(mxkN)
Peso del alzado	6,00	0,85	5,10
Peso de la zapata	12,50	0,50	6,25
Peso del terreno seco dorsal	0,00	1,00	0,00
Peso del terreno sumergido dorsal	0,00	1,00	0,00
Axil transmitido en coronación	74,10	0,85	62,99
Sobrecarga	0,00	1,00	0,00
Peso del terreno frontal	6,30	0,35	2,21
Peso del agua frontal	0,00	0,35	0,00
Subpresión	0,00	0,00	0,00
TOTAL FUERZAS FAVORABLES	98,90	0,77	76,54

Fuerzas desfavorables			
Descripción	Fuerza	Excentricidad	Momento
	(kN)	(m)	(mxkN)
Empuje de la sobrecarga dorsal	2,29	0,65	1,49
Empuje del terreno seco dorsal	6,69	0,43	2,90
Empuje del terreno sumergido (rectangular)	0,00	0,00	0,00
Empuje del terreno sumergido (triangular)	0,00	0,00	0,00
Cortante transmitido en coronación	0,00	1,30	0,00
Momento transmitido en coronación			37,05

Empuje del agua frontal	0,00	0,00	0,00
TOTAL FUERZAS DESFAVORABLES	8,98	4,61	41,44

Coeficientes de seguridad	
Coefficiente de seguridad al vuelco	1,51
Coefficiente de seguridad al deslizamiento	4,99

Esfuerzos en el c.g. de la zapata	Axil	Momento
	(kN)	(mxkN)
	98,9	14,35

Tensiones	Dorsal	Frontal
	(kN/m ²)	(kN/m ²)
	12,82	184,98

Esfuerzos de cálculo del muro	Cortante	Excentricidad	Momento	Axil
	(kN)	(m)	(mxkN)	(t)
Empuje de la sobrecarga dorsal	1,41	0,40	0,56	
Empuje del terreno seco dorsal	2,53	0,27	0,68	
Empuje del terreno sumergido (rectangular)	0,00	0,00	0,00	
Empuje del terreno sumergido (triangular)	0,00	0,00	0,00	
Cortante transmitido en coronación	0,00	0,80	0,00	
Momento transmitido en coronación			37,05	
Empuje del agua frontal	0,00	0,00	0,00	
TOTAL ESFUERZOS	3,94	9,71	38,29	80,10

Momentos en la puntera	
Pendiente del diagrama de tensiones	-172,17
Distancia de la sección de referencia	0,75 m
Tensión en la sección de referencia	56,72 kN/m ²
Momento producido por la ley de tensiones	39,47 mxkN
Momento producido por el peso propio	-3,47 mxkN
Momento producido por el peso del agua	0,00 mxkN
Momento producido por el peso de las tierras	-2,49 mxkN
TOTAL MOMENTO EN LA PUNTERA	33,51 mxkN

Cortantes en la puntera	
Distancia de la sección de referencia	0,20 m
Tensión en la sección de referencia	150,55 kN/m ²
Cortante producido por la ley de tensiones	33,55 kN
Cortante producido por el peso propio	-2,50 kN
Cortante producido por el peso del agua	0,00 kN
Cortante producido por el peso de las tierras	0,00 kN
TOTAL CORTANTE EN LA PUNTERA	31,05 kN

RESUMEN DE ESFUERZOS DE CÁLCULO	M	N	V
	(m x kN)	(kN)	(kN)
ALZADO	38,29	80,10	3,94
PUNTERA	33,51		31,05

CÁLCULO DE ESFUERZOS EN EL ESTRIBO (HIPÓTESIS B)

Datos del relleno		Datos geométricos	
Densidad seca	18,00 kN/m ³	Altura del alzado	0,80 m
Ángulo de rozamiento interno	30 °	Espesor del alzado	0,30 m
Índice de huecos	0,3	Anchura del talón (dorsal)	0,00 m
Densidad saturada	21,00 kN/m ³	Anchura de la puntera (frontal)	0,70 m
Densidad sumergida	11,00 kN/m ³	Canto de la zapata	0,50 m
Coefficiente de empuje activo	0,44	Anchura total de la zapata	1,00 m
Coefficiente de rozamiento	0,58		

Datos del terreno de cimentación	
Ángulo de rozamiento interno	40 °
Cohesión	0 kN/m ²
Coefficiente de minoración	0,66
Cohesión minorada	0,00 kN/m ³
Coefficiente de rozamiento minorado	0,55

Solicitaciones externas	
Sobrecarga uniforme dorsal (Sd)	4,00 kN/m ²
Momento transmitido en coronación	9,05 mxkN
Cortante transmitido en coronación	0,00 kN
Axil transmitido en coronación	18,10 kN
Altura de tierras dorsal	1,30 m
Altura de tierras frontal	1,00 m
Altura del nivel freático dorsal	0,00 m
Altura del nivel freático frontal	0,00 m

Empujes unitarios	
Debido a la sobrecarga Sd (e1)	1,76 kN/m
Terreno seco dorsal (e2)	10,30 kN/m
Terreno sumergido dorsal (e3)	0,00 kN/m
Agua frontal (e4)	0,00 kN/m

Fuerzas favorables			
Descripción	Fuerza	Excentricidad	Momento
	(kN)	(m)	(mxkN)
Peso del alzado	6,00	0,85	5,10
Peso de la zapata	12,50	0,50	6,25
Peso del terreno seco dorsal	0,00	1,00	0,00
Peso del terreno sumergido dorsal	0,00	1,00	0,00
Axil transmitido en coronación	18,10	0,85	15,39
Sobrecarga	0,00	1,00	0,00
Peso del terreno frontal	6,30	0,35	2,21
Peso del agua frontal	0,00	0,35	0,00
Subpresión	0,00	0,00	0,00
TOTAL FUERZAS FAVORABLES	42,90	0,67	28,94

Fuerzas desfavorables			
Descripción	Fuerza	Excentricidad	Momento
	(kN)	(m)	(mxkN)
Empuje de la sobrecarga dorsal	2,29	0,65	1,49
Empuje del terreno seco dorsal	6,69	0,43	2,90
Empuje del terreno sumergido (rectangular)	0,00	0,00	0,00
Empuje del terreno sumergido (triangular)	0,00	0,00	0,00
Cortante transmitido en coronación	0,00	1,30	0,00
Momento transmitido en coronación			9,05

Empuje del agua frontal	0,00	0,00	0,00
TOTAL FUERZAS DESFAVORABLES	8,98	1,50	13,44

Coeficientes de seguridad	
Coefficiente de seguridad al vuelco	1,76
Coefficiente de seguridad al deslizamiento	2,16

Esfuerzos en el c.g. de la zapata	Axil	Momento
	(kN)	(mxkN)
	42,9	5,95

Tensiones	Dorsal	Frontal
	(kN/m ²)	(kN/m ²)
	7,22	78,58

Esfuerzos de cálculo del muro	Cortante	Excentricidad	Momento	Axil
	(kN)	(m)	(mxkN)	(t)
Empuje de la sobrecarga dorsal	1,41	0,40	0,56	
Empuje del terreno seco dorsal	2,53	0,27	0,68	
Empuje del terreno sumergido (rectangular)	0,00	0,00	0,00	
Empuje del terreno sumergido (triangular)	0,00	0,00	0,00	
Cortante transmitido en coronación	0,00	0,80	0,00	
Momento transmitido en coronación			9,05	
Empuje del agua frontal	0,00	0,00	0,00	
TOTAL ESFUERZOS	3,94	2,61	10,29	24,10

Momentos en la puntera	
Pendiente del diagrama de tensiones	-71,37
Distancia de la sección de referencia	0,75 m
Tensión en la sección de referencia	25,42 kN/m ²
Momento producido por la ley de tensiones	16,89 mxkN
Momento producido por el peso propio	-3,47 mxkN
Momento producido por el peso del agua	0,00 mxkN
Momento producido por el peso de las tierras	-2,49 mxkN
TOTAL MOMENTO EN LA PUNTERA	10,93 mxkN

Cortantes en la puntera	
Distancia de la sección de referencia	0,20 m
Tensión en la sección de referencia	64,31 kN/m ²
Cortante producido por la ley de tensiones	14,29 kN
Cortante producido por el peso propio	-2,50 kN
Cortante producido por el peso del agua	0,00 kN
Cortante producido por el peso de las tierras	0,00 kN
TOTAL CORTANTE EN LA PUNTERA	11,79 kN

RESUMEN DE ESFUERZOS DE CÁLCULO	M	N	V
	(m x kN)	(kN)	(kN)
ALZADO	10,29	24,10	3,94
PUNTERA	10,93		11,79

MURO. ALZADO.ARMADURA VERTICAL				0	
Tipo	Muro		Cuantías mínimas (cm2)		
GEOMETRÍA					
Ancho (b)	1,00 m				BS500
Canto (h)	0,30 m		Pilares		12,00
Área de hormigón (Ac)(m2)	0,25 cm2		Losas		5,4
Recubrimiento de la armadura principal (e)	0,04 m		Vigas		7,112
Recubrimiento de la armadura secundaria (ep)	0,04 m		Muros Horizontal		9,6
Recubrimiento de los cercos	0,00 m		Muros Vertical		2,7
Diámetro de la armadura principal	12,00 mm				
Diámetro de la armadura secundaria	12,00 mm				
Diámetro de la armadura envolvente principal	0,00 mm				
Diámetro de los cercos	0,00 mm				
Número de barras transversales por sección	0,00				
Diámetro de la armadura envolvente secundaria	0,00 mm				
Canto útil (d)	0,2540 m				
Recubrimiento mecánico (dp)	0,0460 m				
ESFUERZOS SIN MAYORAR					
Momento (M)	38,29 m x kN				
Cortante (V)	3,94 kN				
Axil (N)	80,10 kN				
COEFICIENTES DE SEGURIDAD					
γ_f	1,60				
γ_s	1,15				
γ_c	1,50				
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES					
fck	25,00 N/mm2				
fyk	500,00 N/mm2				
Hormigonado vertical	SI				
CÁLCULO A FLEXIÓN			CÁLCULO A CORTANTE		
Md	61,26	m x kN	σ'_{cd} (N/mm2)	0,4272	
Vd	6,31	kN	K	1	
Nd	128,16	kN	ρ	0,00223	
fcd	15,00	N/mm2	ξ	1,887356509	
fyd	434,78	N/mm2	Vu1 (kN)	1143	
m1	-369,58		Vu2 (kN)	101,9479419	
m2	-217,40		Vcu (kN)	84,95661822	
alfa	0,48		Vsu (kN)	-78,65	
Uo	3810,00	kN	As (cm2)	6,90000	
Uscálculo	204,74	kN	Asmín (cm2)	6,9	
Usmín	179,29		Nº de cercos	0	
As1	4,71	cm2	Armadura de cortante	NO	
Cuantía mínima	4,12	cm2			
Cuantía mínima por tipo de estructura	2,70	cm2			
Cuantía adoptada	4,71	cm2			
	5	ϕ			12
ARMADURAS QUE SE DISPONEN					
Armadura	PRINCIPAL	SECUNDARIA			
Nº de redondos	5	5			
ϕ	12	12			
As (cm2)	5,654866776	5,654866776			
COMPROBACIÓN A FISURACIÓN					
Beta	1,70				
Recubrimiento ©(mm)	40,00				
s (mm)	200,00				
K1	0,125				
K2	0,500				
Ac,eficaz(cm2)	750,00				
Es (kN/m2)	200000000,00				
Ec(kN/m2)	27264041,80				
n	7,3357				
sm (mm)	199,58				
fct,m (kN/m2)	2564,96				
ro1	0,0022263				
ro2	0,00222633				

Momento de ...	SECC. FISURADA	SECCIÓN SIN FISURAR	
	cálculo	fisuración	cálculo
Posición de la fibra neutra (m)	0,04228	0,15	
Inercia (m4)	0,00021120	0,002294867	
Momento (m x kN)	38,29	43,32654044	38,29
Tensión en la fibra superior (kN/m2)	7664,816932	3098,96392	2769,69647
Tensión en la armadura inferior (kN/m2)	281575,1133	12444,92652	10770,25113
Tensión en la fibra inferior (kN/m2)		2564,96392	2235,69647
esm (mm)	0,00002154		
wk (mm)	0,01		

MURO. ZAPATA. ARMADURA PRINCIPAL				0	
Tipo	Losa		Cuantías mínimas (cm2)		
GEOMETRÍA					
Ancho (b)	1,00 m				BS500
Canto (h)	0,50 m		Pilares		20,00
Área de hormigón (Ac)(m2)	0,45 cm2		Losas		9
Recubrimiento de la armadura principal (e)	0,04 m		Vigas		12,656
Recubrimiento de la armadura secundaria (ep)	0,04 m		Muros Horizontal		16
Recubrimiento de los cercos	0,00 m		Muros Vertical		4,5
Diámetro de la armadura principal	16,00 mm				
Diámetro de la armadura secundaria	16,00 mm				
Diámetro de la armadura envolvente principal	0,00 mm				
Diámetro de los cercos	0,00 mm				
Número de barras transversales por sección	0,00				
Diámetro de la armadura envolvente secundaria	0,00 mm				
Canto útil (d)	0,4520 m				
Recubrimiento mecánico (dp)	0,0480 m				
ESFUERZOS SIN MAYORAR					
Momento (M)	33,51 m x kN				
Cortante (V)	31,05 kN				
Axil (N)	0,00 kN				
COEFICIENTES DE SEGURIDAD					
γ_f	1,60				
γ_s	1,15				
γ_c	1,50				
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES					
fck	25,00 N/mm2				
fyk	500,00 N/mm2				
Hormigonado vertical	No				
CÁLCULO A FLEXIÓN			CÁLCULO A CORTANTE		
Md	53,62	m x kN	σ'_{cd} (N/mm2)	0	
Vd	49,69	kN	K	1	
Nd	0,00	kN	ρ	0,00222	
fcd	16,67	N/mm2	ξ	1,665190105	
fyd	434,78	N/mm2	Vu1	2260	
Uo	7533,33	kN	Vu2 (kN)	160,0112965	
Us1	119,58	cm2	Vcu (kN)	133,3427471	
As1	2,75	cm2	Vsu (kN)	-83,66	
Cuantía mínima	8,15	cm2	As (cm2)	7,66667	
Cuantía mínima por tipo de estructura	9	cm2	Asmín (cm2)	7,666666667	
Cuantía de cálculo a flexión	9,00	cm2	Nº de cercos	0	
	5	ϕ			16
			Armadura de cortante	NO	
ARMADURAS QUE SE DISPONEN					
Armadura	PRINCIPAL	SECUNDARIA			
Nº de redondos	5	5			
ϕ (mm)	16	16			
As (cm2)	10,05309649	10,0530965			
COMPROBACIÓN A FISURACIÓN					

Beta	1,70
Recubrimiento ©(mm)	40,00
s (mm)	200,00
K1	0,125
K2	0,500
Ac,eficaz(cm2)	1250,00
Es (kN/m2)	200000000,00
Ec(kN/m2)	27264041,80
n	7,3357
sm (mm)	219,47
fct,m (kN/m2)	2564,96
ro1	0,0022241
ro2	0,00222414

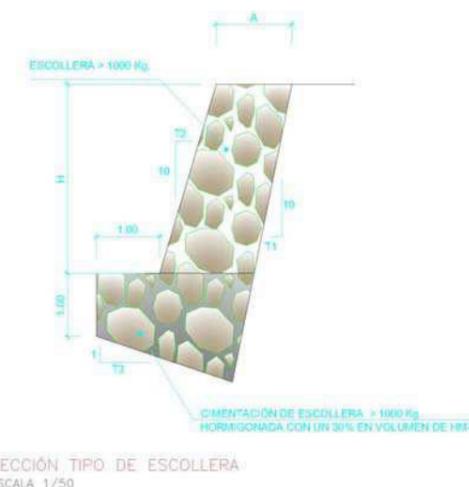
Momento de ...	SECC. FISURADA	SECCIÓN SIN FISURAR		Tensión adoptada
	cálculo	fisuración	cálculo	
Posición de la fibra neutra (m)	0,07238	0,25		
Inercia (m4)	0,00119355	0,010717581		
Momento (m x kN)	33,51	109,960831	33,51	
Tensión en la fibra superior (kN/m2)	2032,417977	2564,96392	781,7255413	
Tensión en la armadura inferior (kN/m2)	78190,9396	15203,1079	4633,460012	4633,460012
Tensión en la fibra inferior (kN/m2)		2564,96392	781,7255413	
esm (mm)		0,00000927		
wk (mm)		0,00		

2.-CÁLCULO DEL MURO DE ESCOLLERA (PK 0+839,836 A PK 0+879,833)

2.1.-Acciones y referencia al uso de la normativa aplicada para su determinación

Para el cálculo de las escolleras se ha tenido en cuenta la publicación “Recomendaciones para el diseño y construcción de muros de escollera en obras de carreteras” del Ministerio de Fomento (Mayo de 1998).

Siguiendo la referida publicación, se considera la actuación del empuje del terreno y, en las escolleras de sostenimiento, de una sobrecarga vertical de 3 T/ml situada a la altura del plano que contiene la coronación de la escollera.



2.2.-Características de los materiales y coeficientes de seguridad

Ángulo de rozamiento interno del terreno	FI=	35,000 °
Ángulo de rozamiento terreno-muro	DE=	16,667 °
Ángulo de rozamiento terreno-cimiento	FE=	25,000 °
Peso específico del muro	PM=	1,700 t/m ³
Peso específico del relleno	PR=	1,900 t/m ³

Coefficiente de seguridad al deslizamiento $\geq 1,5$

Coefficiente de seguridad al vuelco ≥ 2

Se considera que la tensión admisible del terreno es de 2 kp/cm². Esta tensión admisible corresponde a terrenos arenosos finos para una profundidad cimentación de 1 m., lo cual está del lado de la seguridad ya que se han detectado afloramientos de roca en la zona de implantación de las obras.

Las características geométricas de la escollera son las siguientes:

ESCOLLERAS							
Ubicación	DIMENSIONES						
	Clase	Tipo	T1	T2	T3	A(m)	Hmáx(m)
Senda	Contención	1	1	2	3	0,8	3

2.3.-Método de cálculo y resultados

En la hoja de cálculo adjunta se obtienen los valores de los coeficientes de seguridad al vuelco y al deslizamiento y las tensiones transmitidas al terreno, según el método de Coulomb.

Tanto los coeficientes de seguridad como las tensiones transmitidas al terreno se consideran admisibles.

ESCOLLERA TIPO 1

DATOS GEOTÉCNICOS

Ángulo de rozamiento interno del terreno	FI=	35,000 °
Ángulo de rozamiento terreno-muro	DE=	16,667 °
Ángulo de rozamiento terreno-cimiento	FE=	25,000 °
Ángulo del talud del relleno	BE=	30,000 °
Peso específico del muro	PM=	1,700 t/m ³
Peso específico del relleno	PR=	1,900 t/m ³

DATOS GEOMÉTRICOS

Inclinación del trasdós	T ₁ =	1,000
Inclinación del intradós	T ₂ =	2,000
Inclinación del cimiento	T ₃ =	3,000
Espesor del muro en la coronación	AC=	0,800 m
Espesor del muro en la base	AB=	1,100 m
Altura del muro (alzado)	H=	3,000 m
Altura total del muro	HT=	4,645 m
Longitud de la puntera	X ₀ =	1,000 m
Altura de la puntera	Y ₀ =	1,000 m
Altura de la zapata (parte posterior)	Y ₁ =	1,645 m
Anchura inclinada de la base de la zapata	X ₁ =	2,040 m

DATOS DE CARGAS

Sobrecarga uniforme	So=	0,000 t/m ²
---------------------	-----	------------------------

RESULTADOS DE EMPUJES SOBRE EL TERRENO

Coefficiente de empuje activo	KA=	0,354
Empuje activo de tierras	E ₁ =	7,249 t
Empuje sobrecarga	E ₂ =	0,000 t
Empuje total tierras y sobrecarga	E ₃ =	7,249 t
Empuje normal tierras y sobrecarga	E ₄ =	3,558 t
Empuje tangencial tierras y sobrecarga	E ₅ =	6,316 t

RESULTADOS DE PESOS DEL MURO

Peso del alzado	PA=	4,845 t
Peso de la zapata	PZ=	4,582 t
Peso total del muro	PT=	9,427 t
Volumen del alzado	VA=	2,850 m ³
Volumen de la zapata	VZ=	2,695 m ³
Volumen del hormigón de la zapata (25% s/ volumen de la zapata)	VHZ=	0,674 m ³
Volumen total del muro	VT=	5,545 m ³
Componente normal del peso	CNP=	8,943 t
Componente tangencial del peso	CTP=	2,981 t

COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Coefficiente de rozamiento zapata-cimientos	CR _{c,z} =	0,466
Esfuerzos normales	EN=	12,501 t
Esfuerzos tangenciales	ET=	3,335 t
COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO (>=1,50)	C_{sh}=	1,748

MOMENTOS VOLCADORES

Distancia empuje	DEm=	0,489 m
Momento volcador del empuje	MVE=	3,548 m*t
Distancia sobrecarga	DS=	1,235 m
Momento volcador de la sobrecarga	MVS=	0,000 m*t
Total momentos volcadores	TMV=	3,548 m*t

MOMENTOS ESTABILIZADORES

Distancia fuerza estabilizadora	DFE=	1,438 m
Momento total estabilizador	MTE=	13,554 m*t

COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL VUELCO

COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL VUELCO (>=2,00)	C_{sv}=	3,820
---	------------------------	--------------

Distancia al borde de la resultante	DBR=	0,800 m
Tensión máxima sobre el terreno		2,169 t/m ²
Tensión mínima sobre el terreno		10,086 t/m ²

3.-CÁLCULO DE LAS ESCOLLERAS EN EL PARQUE DE LA MUELA

Estas escolleras son aún más estables frente al vuelco y deslizamiento que la escollera calculada en el apartado anterior, ya que su altura es inferior, su ancho en coronación es menor y los taludes de sus paramentos son más tendidos, por lo que no es necesario realizar los cálculos correspondientes.

Sin embargo, resulta necesario asegurarse de que no se produce el arrastre de los bloques de la escollera por el agua en condiciones desfavorables de flujo.

La ecuación que se utiliza para estimar el coeficiente de estabilidad de la escollera es la siguiente:

$$F = \frac{(\rho_e - \rho_w) \cdot 9,81 \cdot D \cdot \cos \theta}{\tau}$$

Siendo :

ρ_e : Peso específico de la escollera = 2,65 T/m³

ρ_w : Peso específico del agua = 1,00 T/m³

D : Diámetro de la escollera = 0,9 m

θ : Ángulo que forma el intradós de la escollera con la horizontal (45°)

τ : Esfuerzo cortante sobre la escollera

El valor del esfuerzo cortante se obtiene mediante la fórmula:

$$\tau = \rho_w \cdot 9,81 \cdot y \cdot j$$

Siendo :

y : Calado = 3,75 m

j : Pendiente del cauce = 0,01

Sustituyendo los valores de los respectivos parámetros en la fórmula anterior, se obtiene:

ρ_e	2,65 T/m ³
ρ_w	1 T/m ³
θ	45 °
D	0,9 m
y	3,75 m
j	0,01
τ	0,367875 T/m ²
F	1,33340136

Por tanto, con un diámetro de 0,9 m se obtiene un coeficiente de seguridad de 1,33. Este diámetro corresponde a un peso del bloque de unos 1000 Kg.

Oviedo, Agosto de 2011

ASISTENCIA TÉCNICA

EL INGENIERO DE CAMINOS, C. Y P.



FDO: JESÚS VILANOVA RAMOS

COLEGIADO N° 7.601