ANEJO Nº 4

CÁLCULOS

4.1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

4.1.1.- RED POR GRAVEDAD. COLECTORES.

4.1.2.- RED EN PRESIÓN. TUBERÍA DE IMPULSIÓN

4.1.3.- ESTACIÓN DE BOMBEO

4.1.4.- ALIVIADERO SUBMARINO

4.2.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES

4.2.1.- CÁMARA DE TORMENTAS.

4.2.2.- ESTRUCTURA.

4.2.3.- ANEXO I. ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO.

4.2.4.-ANEXO II CÁLCULOS POR ORDENADOR.

4.2.5.-LISTADOS.

4.3.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

4.3.1.- LÍNEA ELÉCTRICA. ALIMENTACIÓN AL C.T.

4.3.2.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

4.1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

4.1.1.- RED POR GRAVEDAD. COLECTORES.

4.1.2.- RED EN PRESIÓN. TUBERÍA DE IMPULSIÓN

4.1.3.- ESTACIÓN DE BOMBEO

4.1.3.1. Justificación de la capacidad del depósito.

4.1.4.- ALIVIADERO SUBMARINO

4.1.4.1. Datos básicos.

4.1.1- RED POR GRAVEDAD

COLECTORES

4.1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

4.1.1.- RED POR GRAVEDAD. COLECTORES.

Se realiza el cálculo de los distintos colectores incluidos en el proyecto.

Comprobaremos la capacidad hidráulica del colector, por la fórmula de Manning- Strickler.

$$Q_{LL} = \frac{1}{n} * A * R_H^{2/3} * J^{1/2}$$

n = 0,008
A = Sección del conducto en m^2
R_H = Radio Hidráulico.
J = Pendiente del conducto en mm.
Q_{LL} = Caudal a sección llena en m^3/ seg.

4.1.1.1.- Colector de aguas pluviales C1.

El colector C1 recoge el agua pluvial de las calles Avda. Entremares y parte de Avda. Playa Serena (Ø400 – 630 – 800 mm), así como de las transversales que acometen a ella. En la arqueta P21 recibe también el agua que le llega del colector C2 (Ø 1000 mm) y llega a la cámara de tormentas con 1 Ø 800 mm y 1 Ø 1000 mm

Se proyecta un conducto de PEAD coextruida de doble pared, 8 KN/m2 de rigidez circunferencial, con los diámetros indicados.

- Tramo 1 Ø 400 mm.

∅int 338,17 mm
J = 0,002500
S = 0,0898 m^2

Aplicando Manning-Strickler obtenemos:

Q_{LL} = 0,108 m^3/seg → 108 l/seg.
V_{LL} = 1,20 m/seg.

- Tramo 2Ø 630 mm.

∅int 531, 34 mm
J = 0,0025
S = 0,2217 m^2

Aplicando Manning-Strickler obtenemos:

Q_{LL} = 0,361 m^3/seg → 361 l/seg.
V_{LL} = 1,63 m/seg.

<u>- Tramo 3 Ø800 mm.</u>

∅int 675,57 mm.
J = 0,0025
S = 0,3584 m^2

Aplicando Manning-Strickler obtenemos:

Q_{LL} = 0,684 m^3/seg → 684 l/seg.
V_{LL} = 1,91 m/seg.

<u>- Tramo 4 Ø1000 mm. + Ø 800 mm</u>
Para la tubería Ø1000 mm
∅int 844,34 mm.
J = 0,0034
S = 0,5599 m^2

Aplicando Manning-Strickler obtenemos:
Q_{LL} = 1,448 m^3/seg → 1448 l/seg.
V_{LL} = 2,59 m/seg.

Para la tubería Ø800 mm
∅int 675,57 mm.
J = 0,0034
S = 0,3584 m^2

Aplicando Manning-Strickler obtenemos:
Q_{LL} = 0,799 m^3/seg → 799 l/seg.
V_{LL} = 2,23 m/seg.

4.1.1.2.- Colector de aguas pluviales C2.

El colector C2 comienza a la altura de la zona de aparcamiento del campo de golf Playa Serena II, continua por la Avda. Paseo del Golf hasta la Avda. Playa Serena, por donde discurre hasta el entronque con el colector C1 en la arqueta P21.

El diámetro inicial es Ø400mm hasta el pozo P39 donde recibe el agua del colector C3, pasando a Ø700mm hasta el pozo P46, donde recibe el agua de los ramales R16, R17 y R18, colocando tubería de Ø1000mm hasta el P21.

- Tramo 1 Ø 400 mm.

∅int 338,17 mm.
J = 0,0478
S = 0,0898 m^2

Aplicando Manning-Strickler obtenemos:

Q_{LL} = 0,150 m^3/seg → 150 l/seg.
V_{LL} = 1,66 m/seg.

- Tramo 2 Ø700 mm.

∅int 600 mm.
J = 0,0025
S = 0,2827 m^2

Aplicando Manning-Strickler obtenemos:
Q_{LL} = 0,499 m^3/seg → 499 l/seg.
V_{LL} = 1,76 m/seg.

- Tramo 3 Ø1000 mm.

∅int 844,34 mm.
J = 0,0025
S = 0,559 m^2

Aplicando Manning-Strickler obtenemos:
Q_{LL} = 1,241 m^3/seg → 1241 l/seg.
V_{LL} = 2,22 m/seg.

4.1.1.3.- Colector de aguas pluviales C3.

El colector C3 comienza en la C/ Porto Alegre con Ø 400mm, recoge el agua de los ramales R12, R13, R14 y R15, pasando a Ø 700mm hasta su conexión con el colector C2 en el pozo P39.

- Tramo 1 Ø 400 mm.

∅int 338,17 mm.
J = 0,004135
S = 0,0898 m^2

Aplicando Manning-Strickler obtenemos:
Q_{LL} = 0,139 m^3/seg → 139 l/seg.
V_{LL} = 1,55 m/seg.

- Tramo 2 Ø 700 mm.

∅int 600 mm.
J = 0,001975
S = 0,2827 m^2

Aplicando Manning-Strickler obtenemos:
Q_{LL} = 0,443 m^3/seg → 443 l/seg.
V_{LL} = 1,57 m/seg.

4.1.1.4.- Colector de aguas pluviales C4.

El colector C4 comienza en la parte alta de la C/ Diagonal con Ø400mm, en el pozo P85, recoge el agua del ramal 6 y pasa a Ø630mm. En el pozo P86, recoge el agua del ramal R5 y R7 pasando a Ø800mm hasta llegar a la cámara de tormentas.

- Tramo 1 Ø 400 mm.

∅int 338,17 mm.
J = 0,002728
S = 0,0898 m^2

Aplicando Manning-Strickler obtenemos:

Q_{LL} = 0,113 m^3/seg → 113 l/seg.
V_{LL} = 1,26 m/seg.

- Tramo 2 Ø360 mm.

∅int 531,34 mm.
J = 0,0154
S = 0,2217 m^2

Aplicando Manning-Strickler obtenemos:

Q_{LL} = 0,895 m^3/seg → 895 l/seg.
V_{LL} = 4,04 m/seg.

- Tramo 3 Ø800 mm.

∅int 675,57 mm.
J = 0,004983
S = 0,3584 m^2

Aplicando Manning-Strickler obtenemos:
Q_{LL} = 0,966 m^3/seg → 966 l/seg.
V_{LL} = 2,70 m/seg.

Para el resto de ramales menores que acometen a los colectores principales, se ha realizado el cálculo de forma análoga, reflejando los resultados en la tabla "Capacidad hidráulica de los colectores"

Se incluye a continuación una Tabla en la que se recogen las variaciones de caudales y velocidades en función de la altura de llenado, de acuerdo con el modelo establecido por THORMANN Y FRANKE.

COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE SECCIONES. FÓRMULAS APLICABLES

TABLA DE THORMANN Y FRANKE. VARIACIONES DE CAUDALES Y VELOCIDADES EN FUNCIÓN DE LA ALTURA DE LLENADO

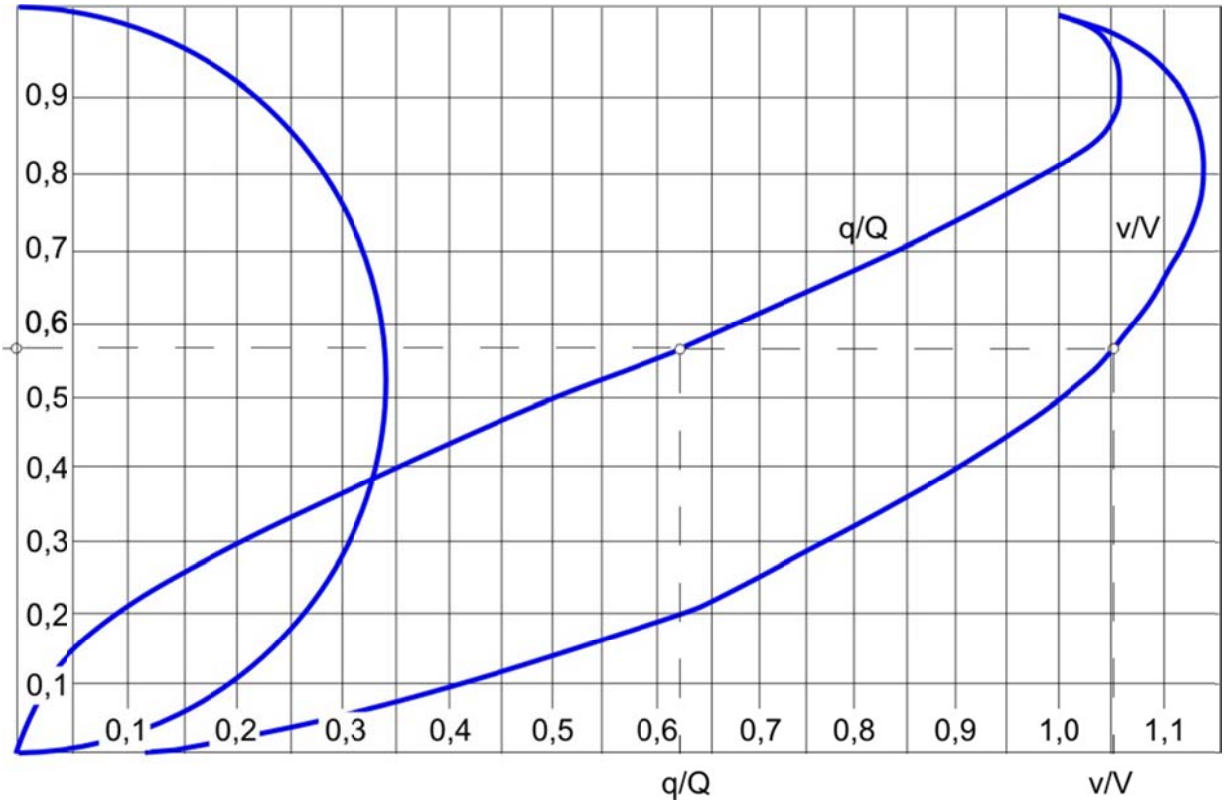
Q` / Q	h / D	v` / v	Q` / Q	h / D	v` / v	Q` / Q	h / D	v` / v
0,001	0,023	0,17	0,031	0,118	0,47	0,061	0,164	0,57
0,002	0,032	0,21	0,032	0,120	0,47	0,062	0,166	0,57
0,003	0,038	0,24	0,033	0,122	0,48	0,063	0,167	0,57
0,004	0,044	0,26	0,034	0,123	0,48	0,064	0,168	0,58
0,005	0,049	0,28	0,035	0,125	0,48	0,065	0,17	0,58
0,006	0,053	0,29	0,036	0,127	0,49	0,066	0,171	0,58
0,007	0,057	0,30	0,037	0,129	0,49	0,067	0,172	0,58
0,008	0,061	0,32	0,038	0,130	0,50	0,068	0,174	0,59
0,009	0,065	0,33	0,039	0,132	0,50	0,069	0,175	0,59
0,010	0,068	0,34	0,040	0,134	0,50	0,070	0,176	0,59
0,011	0,071	0,35	0,041	0,135	0,51	0,071	0,177	0,59
0,012	0,074	0,36	0,042	0,137	0,51	0,072	0,179	0,59
0,013	0,077	0,36	0,043	0,138	0,51	0,073	0,18	0,60
0,014	0,080	0,37	0,044	0,140	0,52	0,074	0,181	0,60
0,015	0,083	0,38	0,045	0,141	0,52	0,075	0,182	0,60
0,016	0,086	0,39	0,046	0,143	0,52	0,076	0,183	0,60
0,017	0,088	0,39	0,047	0,145	0,53	0,077	0,185	0,61
0,018	0,091	0,40	0,048	0,146	0,53	0,078	0,186	0,61
0,019	0,093	0,41	0,049	0,148	0,53	0,079	0,187	0,61
0,020	0,095	0,41	0,050	0,149	0,54	0,080	0,188	0,61
0,021	0,098	0,42	0,051	0,151	0,54	0,081	0,189	0,62
0,022	0,100	0,42	0,052	0,152	0,54	0,082	0,191	0,62
0,023	0,102	0,43	0,053	0,153	0,55	0,083	0,192	0,62
0,024	0,104	0,43	0,054	0,155	0,55	0,084	0,193	0,62
0,025	0,106	0,44	0,055	0,155	0,55	0,085	0,194	0,62
0,026	0,108	0,45	0,056	0,158	0,55	0,086	0,195	0,63
0,027	0,110	0,45	0,057	0,159	0,56	0,087	0,196	0,63
0,028	0,112	0,45	0,058	0,160	0,56	0,088	0,197	0,63
0,029	0,114	0,46	0,059	0,162	0,56	0,089	0,199	0,63
0,030	0,116	0,46	0,060	0,163	0,57	0,090	0,200	0,63

Q` / Q	h / D	v` / v	Q` / Q	h / D	v` / v	Q` / Q	h / D	v` / v
0,091	0,201	0,64	0,210	0,309	0,80	0,510	0,506	1,00
0,092	0,202	0,64	0,220	0,316	0,81	0,520	0,512	1,01
0,093	0,203	0,64	0,230	0,324	0,82	0,530	0,519	1,01
0,094	0,204	0,64	0,240	0,331	0,83	0,540	0,525	1,02
0,095	0,205	0,64	0,250	0,339	0,84	0,550	0,531	1,02
0,096	0,206	0,65	0,260	0,346	0,85	0,560	0,537	1,02
0,097	0,207	0,65	0,270	0,353	0,86	0,570	0,543	1,03
0,098	0,208	0,65	0,280	0,360	0,86	0,580	0,550	1,03
0,099	0,21	0,65	0,290	0,367	0,87	0,590	0,556	1,03
0,100	0,211	0,65	0,300	0,374	0,88	0,600	0,562	1,04
0,105	0,216	0,66	0,310	0,381	0,89	0,610	0,568	1,04
0,110	0,221	0,67	0,320	0,387	0,89	0,620	0,575	1,04
0,115	0,226	0,68	0,330	0,394	0,90	0,630	0,581	1,05
0,120	0,231	0,69	0,340	0,401	0,91	0,640	0,587	1,05
0,125	0,236	0,69	0,350	0,407	0,92	0,650	0,594	1,05
0,130	0,241	0,7	0,360	0,414	0,92	0,660	0,6	1,05
0,135	0,245	0,71	0,370	0,420	0,93	0,670	0,607	1,06
0,140	0,250	0,72	0,380	0,426	0,93	0,680	0,613	1,06
0,145	0,254	0,72	0,390	0,433	0,94	0,690	0,62	1,06
0,150	0,259	0,73	0,400	0,439	0,95	0,700	0,626	1,05
0,155	0,263	0,74	0,410	0,445	0,95	0,710	0,633	1,05
0,160	0,263	0,74	0,420	0,451	0,96	0,720	0,64	1,07
0,165	0,272	0,75	0,430	0,458	0,96	0,730	0,645	1,07
0,170	0,275	0,76	0,440	0,464	0,97	0,740	0,653	1,07
0,175	0,281	0,76	0,450	0,470	0,97	0,750	0,66	1,07
0,180	0,285	0,77	0,460	0,476	0,98	0,760	0,667	1,07
0,185	0,289	0,77	0,470	0,482	0,99	0,770	0,675	1,07
0,190	0,293	0,78	0,480	0,488	0,99	0,780	0,682	1,07
0,195	0,297	0,78	0,490	0,494	1,00	0,790	0,689	1,07
0,200	0,301	0,79	0,500	0,500	1,00	0,800	0,697	1,07

Q` / Q	h / D	v` / v
0,805	0,701	1,08
0,810	0,705	1,08
0,815	0,709	1,08
0,820	0,713	1,08
0,825	0,717	1,08
0,830	0,721	1,08
0,835	0,725	1,08
0,840	0,729	1,07
0,845	0,734	1,07
0,850	0,738	1,07
0,855	0,742	1,07
0,860	0,747	1,07
0,865	0,751	1,07
0,870	0,756	1,07
0,875	0,761	1,07
0,880	0,766	1,07
0,885	0,77	1,07
0,890	0,775	1,07
0,895	0,781	1,07
0,900	0,785	1,07
0,905	0,791	1,07
0,910	0,797	1,07
0,915	0,802	1,08
0,920	0,808	1,08
0,925	0,814	1,06
0,930	0,821	1,06
0,935	0,827	1,06
0,940	0,834	1,05
0,945	0,841	1,05
0,950	0,849	1,05

Q` / Q	h / D	v` / v
0,955	0,856	1,05
0,960	0,865	1,04
0,965	0,874	1,04
0,970	0,883	1,04
0,975	0,894	1,03
0,980	0,905	1,03
0,985	0,919	1,02
0,990	0,935	1,02
0,995	0,955	1,01
1,000	1,000	1,00

GRÁFICO DE LAS RELACIONES ENTRE VELOCIDADES Y CAUDALES PARA DIFERENTES CALADOS Y CONDUCTOS CIRCULARES



Q= Caudal a sección llena
V= Velocidad a sección llena
D= Diámetro de la conducción

q= Caudal en c. Reales
v= Velocidad en c. reales
c= Calado

CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LOS COLECTORES

TRAMO	D.ext. (mm)	D.int. (mm)	Pendiente J (m/m)	Sección (m2	Coef.rug n	RH	QLL (m3/seg)	Qcalc (m3/seg)	ESTADO	VLL (m/seg)
C1 P0-P6	400	338,17	0,0025000	0,0898	0,008	0,0845	0,108	<0,100	Cumple	1,20
C1 P6-P15	630	531,34	0,0025000	0,2217	0,008	0,1328	0,361	<0,300	Cumple	1,63
C1 P15-P21	800	675,57	0,0025000	0,3584	0,008	0,1689	0,684	<0,680	Cumple	1,91
C1 P21-Camara	1x1000	844,34	0,0034064	0,5599	0,008	0,2111	1,448			2,59
	1x800	675,57	0,0034064	0,3584	0,008	0,1689	0,799			2,23
						SUMA:	2,247	1,932	Cumple	
C2 P34-P39	400	338,17	0,0047800	0,0898	0,008	0,0845	0,150			1,66
C2 P40-P46	700	600	0,0025000	0,2827	0,008	0,1500	0,499	>0,4	Cumple	1,76
C2 P46-P21	1000	844,34	0,0025000	0,5599	0,008	0,2111	1,241	1,161	Cumple	2,22
C3 P61-P63	400	338,17	0,004135	0,0898	0,008	0,0845	0,139	0,113	Cumple	1,55
C3 P63-P39	700	600	0,0019750	0,2827	0,008	0,1500	0,443	0,40	Cumple	1,57
C4 P80-P85	400	338,17	0,0027228	0,0898	0,008	0,0845	0,113	<0,100	Cumple	1,26
C4 P85-P86	630	531,34	0,0154	0,2217	0,008	0,1328	0,895	<0,200	Cumple	4,04
C4 P86-Camara	800	675,57	0,0049837	0,3584	0,008	0,1689	0,966	0,68	Cumple	2,70
R5 P99-P86	400	338,17	0,004	0,0898	0,008	0,0845	0,137	0,132	Cumple	1,52
R6 P92-P85	400	338,17	0,002302	0,0898	0,008	0,0845	0,104	0,077	Cumple	1,16
R7 P107-P86	500	422,09	0,004972	0,1399	0,008	0,1055	0,275	0,225	Cumple	1,97

TRAMO	D.ext. (mm)	D.int. (mm)	Pendiente J (m/m)	Sección (m2	Coef.rug n	RH	QLL (m3/seg)	Qcalc (m3/seg)	ESTADO	VLL (m/seg)
R8 P24-P12	315	265,4	0,0079	0,0553	0,008	0,0664	0,101	0,078	Cumple	1,82
R9 P26-P15	315	265,4	0,005466	0,0553	0,008	0,0664	0,084	0,054	Cumple	1,51
R10 P29-P17	315	265,4	0,009376	0,0553	0,008	0,0664	0,110	0,092	Cumple	1,98
R11 P113-P15	315	265,4	0,0024	0,0553	0,008	0,0664	0,056	0,049	Cumple	1,00
R12 P59-P61	315	265,4	0,0025	0,0553	0,008	0,0664	0,057	0,056	Cumple	1,02
R13 P77-P63	315	265,4	0,003705	0,0553	0,008	0,0664	0,069	0,065	Cumple	1,25
R14 P75-P63	315	265,4	0,00333	0,0553	0,008	0,0664	0,065	0,065	Cumple	1,18
R15 P73-P61	315	265,4	0,0055	0,0553	0,008	0,0664	0,084	0,043	Cumple	1,52
R16 P52-P46	400	338,17	0,006	0,0898	0,008	0,0845	0,168	0,126	Cumple	1,87
R17 P55-P46	315	265,4	0,01857	0,0553	0,008	0,0664	0,154	0,105	Cumple	2,79
R18 P57-P56	315	265,4	0,008623	0,0553	0,008	0,0664	0,105	0,073	Cumple	1,90
R19 P32-P21	315	265,4	0,005	0,0553	0,008	0,0664	0,080	0,064	Cumple	1,45
C20 P113-P119	400	338,17	0,003333	0,0898	0,008	0,0845	0,125	<0,120	Cumple	1,39
C20 P119-P125	630	531,34	0,003333	0,2217	0,008	0,1328	0,417	0,307	Cumple	1,88
R21 P126-P122	400	338,17	0,0025	0,0898	0,008	0,0845	0,108	0,096	Cumple	1,20

4.1.2- RED EN PRESIÓN

TUBERÍA DE IMPULSIÓN

4.1.2.- RED EN PRESIÓN. TUBERÍA DE IMPULSIÓN.

4.1.2.1.- Cálculo pérdidas de carga.

Las aguas pluviales provenientes de los colectores se recogen en la CÁMARA DE TORMENTAS, desde donde se impulsan para su salida por el aliviadero.

- Tubería impulsión (Aguas pluviales)

L = 500,00 m
Hg (m)=4,00 m en Punto bajo -4.40 m
Punto más alto -0,40 m

Estimamos varios valores de capacidad de evacuación de agua según la intensidad de las lluvias, entrando en funcionamiento las bombas según vaya subiendo el nivel de agua en la cámara, controlado mediante sensores de nivel ó boyas.

Considerando un caudal máximo de aporte de los colectores de 2,612 m3/seg =2.612 l/seg

Nº	Hipótesis funcionamiento	Caudal (l/seg)
Hipótesis 1	Qmed. Funcionando 3 bombas	1.000
Hipótesis 2	Qmín. Funcionamiento 1 bomba	333,6
Hipótesis 3	Qmax. Funcionando 4 bombas	1.300

CONDUCCIÓN TRAMO COMÚN

Hipótesis 1*: 3 bombas funcionando.*

Q_{med} = 800 l/seg
∅=800 mm
Material: P.E.A.D. 6 atm
Velocidad=2,32 m/seg
j = 0,00406 m/m

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS DE POLIETILENO. MÉTODO DE COLEBROOK.

HIPÓTESIS 1

DATOS	
Caudal (l/seg)	1000
Diámetro nominal (mm)	800
Presión Nominal (atm)	6
Longitud total incluidas pérdidas singulares (m)	500
Tipo tubería	PE100
RESULTADOS	
Diámetro interior (mm)	741,44
Velocidad en tubería (m/s)	2,32
Número de Reynolds a 10 ºC	1310871,87
Coeficiente de rozamiento de Colebrook	0.0110
Pérdida de carga por metro (m.c.a/m)	0.00406
Pérdida de carga total (m)	2.03

***Hipótesis 2**: Considerando se pone en marcha una sola bomba.*

Q_{min} = 333,16 l/seg
∅=800 mm
Material: P.E.A.D. 6 atm
Velocidad=0,77 m/seg
j = 0,00055 m/m

HIPÓTESIS 2

DATOS	
Caudal (l/seg)	333,60
Diámetro nominal (mm)	800
Presión Nominal (atm)	6
Longitud total incluidas pérdidas singulares (m)	500
Tipo tubería	PE100

RESULTADOS

Diámetro interior (mm)	741,44
Velocidad en tubería (m/s)	0,77
Número de Reynolds a 10 ºC	437306,86
Coeficiente de rozamiento de Colebrook	0.0134
Pérdida de carga por metro (m.c.a/m)	0.00055
Pérdida de carga total (m)	0.2752

Hipótesis 3: *Considerando las cuatro bombas en marcha.*

$Q_{máx}$ = 1300 l/seg
∅=800 mm
Material: P.E.A.D. 6 atm
Velocidad=3,01 m/seg
j = 0,00661 m/m

HIPÓTESIS 3

DATOS

Caudal (l/seg)	1300
Diámetro nominal (mm)	800
Presión Nominal (atm)	6
Longitud total incluidas pérdidas singulares (m)	500
Tipo tubería	PE100

RESULTADOS

Diámetro interior (mm)	741,44
Velocidad en tubería (m/s)	3,01
Número de Reynolds a 10 ºC	1704133,43
Coeficiente de rozamiento de Colebrook	0.0106
Pérdida de carga por metro (m.c.a/m)	0.00661
Pérdida de carga total (m)	3,3062

CONDUCCIÓN TUBERÍA INDIVIDUAL

Consideramos las tuberías individuales de diámetro 400 mm para cada bomba y calculamos la pérdida de carga lineal.

HIPOTESIS QMÁXIMO.

DATOS

$Q_{máx}$ (l/seg)	333,6
Diámetro nominal (mm)	400
Presión Nominal (atm)	6
Longitud total incluidas pérdidas singulares (m)	6
Tipo tubería	PE100

RESULTADOS

Diámetro interior (mm)	370,7222
Velocidad en tubería (m/s)	3.0906
Número de Reynolds a 10 ºC	874613,7124
Coeficiente de rozamiento de Colebrook	0.0118
Pérdida de carga por metro (m.c.a/m)	0.015511
Pérdida de carga total (m)	0.0931

DETERMINACIÓN PÉRDIDAS DE CARGA SINGULARES

La pérdida de carga en elementos singulares viene dada por la siguiente expresión:

$$h= K * (v^2/2*g)$$

donde:

h= Pérdida de carga (m.c.a.)

K= coeficiente de la singularidad

v= velocidad máxima del fluido en la tubería (m/s)

g= Aceleración de la gravedad (m/s^2)

Parte Tubería de descarga individual.

Nº	Elemento	K	Valor escogido K	h (m)
1	Entrada	1,00	1,00	0,486
1	Entrada lateral	0,5-1,00	0,70	0,243
1	Válvula mariposa ab.	0,25-0,30	0,30	0,1460
1	Válvula de retención	0,10-0,50	0,50	0,4380
2	Codo de 90º	0,26-0,33	0,30	0,2920
			Total	**1,605**

Parte tubería descarga común.

Nº	Elemento	K	Valor escogido K	h (m)
1	Salida	1,00	1,00	0,462
4	Codo de 90º	0,26-0,40	0,40	0,739
			Total	**1,201**

La pérdida de carga total a caudal máximo será:

$$J = (0{,}00661 \times 500) + 1{,}201 + (0{,}016 \times 6) + 1{,}605 = 6{,}21\ m$$

Añadimos la pérdida por densidad en este caso: 0.125 m

H_{man} = Hg + Pérdidas = 4,00 + 6,21+0.125 = 10,34 m

Adoptamos de altura manométrica 11,00 m.

Se colocará tubería P.E.A.D. 6 ATM ∅ 800 mm.

4.1.2.2.- Estudio de sobrepresiones por golpe de ariete en tubería proyectada.

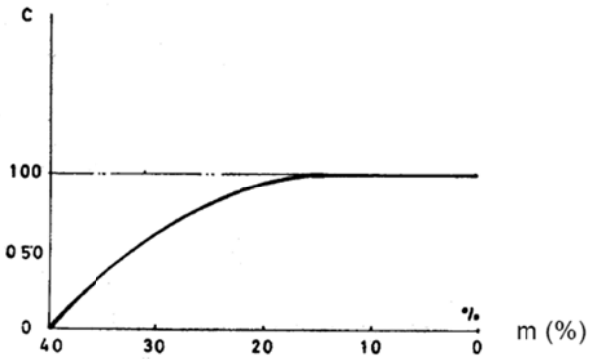
A continuación se estudia las sobrepresiones producidas en la tubería de impulsión al producirse una parada de motobomba o el cierre de alguna válvula en la estación de bombeo o corte de suministro eléctrico.

- Se necesita calcular previamente la velocidad del agua y, en impulsiones, la altura manométrica del grupo de bombeo. Se obtiene el tiempo de parada con la ecuación de Mendiluce. En el caso de abastecimientos por gravedad, el tiempo de cierre de la válvula será conocido.

$$T = C + \frac{K * L * V}{g * H_m}$$

C = Coeficiente función de la relación H_m/L
K = Coeficiente función de la conducción de la tubería.
L = Longitud de la conducción en m.
V = Velocidad del agua en m/seg.
H_m = Altura manométrica.
g = Aceleración de la gravedad en m/seg^2

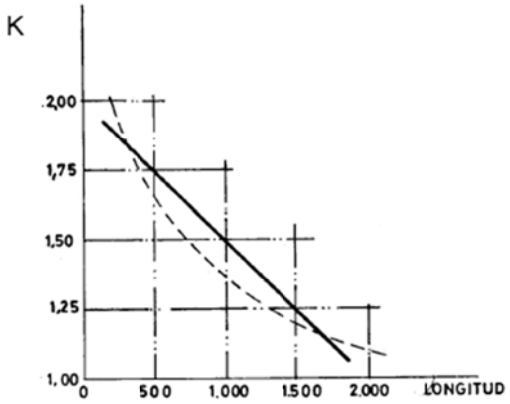
El coeficiente C (ver figura) es función de la pendiente hidráulica (m), siendo m= H m /L. Toma el valor C=1 para pendientes hidráulicas crecientes de hasta el 20%, y se reduce progresivamente a partir de este valor hasta hacerse cero para pendientes del 40%. Pendientes superiores al 50% implican paradas muy rápidas, aconsejándose considerar el golpe de ariete máximo de Allievi en toda la longitud de la tubería.



Hm /L<0,20 → C=1
Hm /L≥0,40 → C=0
Hm /L≈0,30 → C=0,50

Hm /L =10,34 m/500 m = 0,0207, luego C=1

El coeficiente K depende de la longitud de la tubería y puede obtenerse a partir de la gráfica o de la tabla siguientes, propuestas por Mendiluce. Este autor recomienda la utilización de los valores de K redondeados recogidos en la tabla, ya que ha comprobado que las pequeñas diferencias respecto a la gráfica tienen una repercusión despreciable en el golpe de ariete y siempre del lado de la seguridad, y es de más sencillo manejo.



L	K
L< 500	2
L≈ 500	1,75
500 <L<1.500	1,5
L≈ 1.500	1,25
L>1.500	1

La longitud de la tubería de impulsión es 500 m, luego, **K=1,75**

Con los coeficientes obtenidos, se calcula el tiempo de parada:

$$T = 1 + \frac{1{,}75 * 500 * 3{,}01}{9{,}81 * 10{,}34} = 26{,}96\ seg$$

C = 1

K = 1,75

L = 500 m

V = 3,01 m/seg.

H_m = 10,34 m.

g = 9,81 m/seg^2

- Se calcula la celeridad "a" con la fórmula de Allievi o se consultan las tablas para calcular la sobrepresión mediante la fórmula adecuada.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48{,}3 + K\frac{D}{e}}}$$

Siendo:

K = coeficiente función del módulo de elasticidad (Ɛ) del material constitutivo de la tubería, que representa principalmente el efecto de la inercia del grupo motobomba, cuyo valor es:

$$K = 10^{10}/\varepsilon$$

D = diámetro interior de la tubería (mm).

e = espesor de la tubería (mm).

Valores de K para hallar la celeridad

Material de la tubería	Ɛ (kg/m^2)	K
Palastros de hierro y acero	2 x 10^{10}	0,5
Fundición	10^{10}	1
Hormigón (sin armar)	10^9	5
Fibrocemento	1,85x10^9	5,5 (5-6)
PVC	3x10^8	33,3 (20-50)
PE baja densidad	2x10^7	500
PE alta densidad	9x10^7	111,1

Luego **K= 111,1**

Se calcula el valor de la celeridad con los datos obtenidos:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48{,}3 + 111{,}1\,\frac{741{,}44}{29{,}28}}} = 185{,}06\ m/seg$$

K = 111,1
D = 741,44 mm.
e = 29,28 mm.

- Se calcula la longitud crítica "Lc", que es la distancia que separa el final de la impulsión del punto crítico o de coincidencia de las fórmulas de Michaud y Allievi. En la Lc rige la fórmula de Michaud.

- Se comparan las longitudes L y Lc.

L<Lc → **Impulsión** $T > \frac{2\,L}{a}$ **corta; Cierre lento;** $\Delta H = \frac{2\,L\,V}{g\,T}$ **Michaud**

L>Lc → **Impulsión** $T < \frac{2\,L}{a}$ **larga; Cierre rápido;** $\Delta H = \frac{2\,L\,V}{g\,T}$ **Allievi**

El tipo de cierre, lento o rápido, también puede conocerse comparando el tiempo de parada de la bomba o el de cierre de la válvula con el tiempo que tarda la onda de presión en dar una oscilación completa, es decir, con 2×L/a

En impulsiones, se colocan las *válvulas de retención* necesarias para mantener la línea de sobrepresión debida al golpe de ariete por debajo de la línea piezométrica. Con las válvulas de retención *se desplaza* la línea de máximas presiones del golpe de ariete.

$$L_c = a\,T/2$$

Siendo:

a = 185,06 m/seg
T = 26,96 seg

Se calcula la longitud crítica:

$$L_c = (26{,}96 \times 185{,}06)/2 = 2494{,}61\ m$$

Según los resultados obtenidos, L<Lc (500 < 2494,61 m)→ **Impulsión corta;**

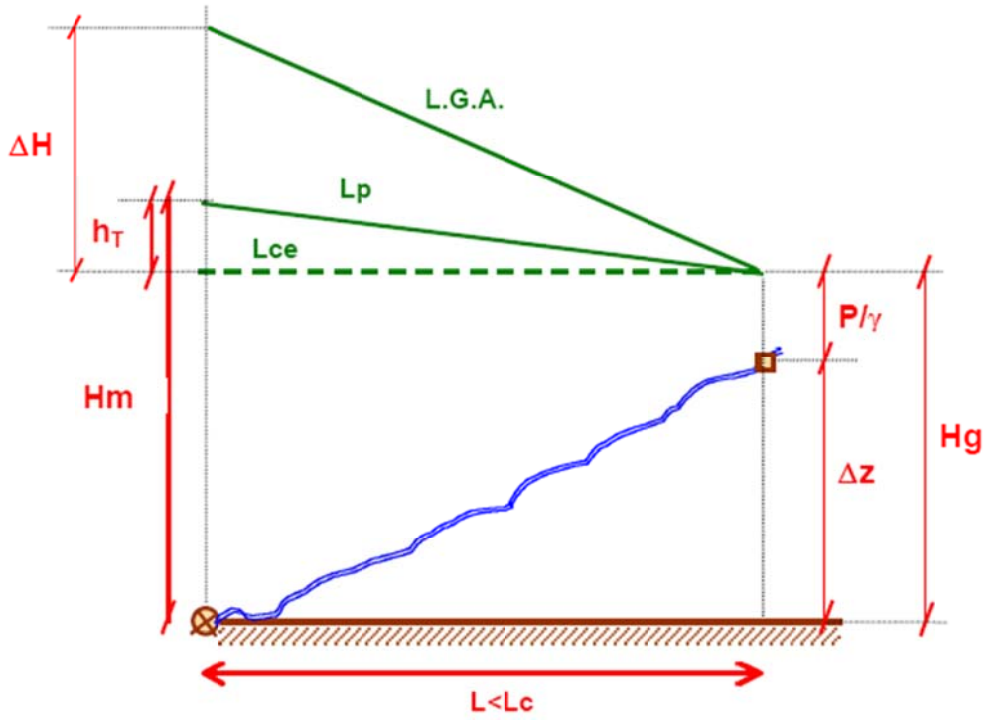
$T > \frac{2\,L}{a}$ → **Cierre lento.**

Se calcula por tanto la sobrepresión debida al golpe de ariete mediante la fórmula de **Michaud**:

$$\Delta H = \frac{2\,L\,V}{g\,T}$$

Siendo:

ΔH = sobrepresión debida al golpe de ariete (mca)
L = Longitud de la tubería (m)
V = velocidad de régimen del agua (m/s)
T = tiempo de parada o de cierre, según el caso (s)
g = Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s^2



$$\Delta H = \frac{2 * 500 * 3{,}01}{9{,}81 * 26{,}96} = 11{,}38$$

Hm + ΔH = 10,34 m + 11,38 m = 21,72 m

Por lo que, según los resultados obtenidos, la tubería de P.E.A.D. será de Ø 800mm y 6 atm.

4.1.3- ESTACIÓN DE IMPULSIÓN

4.1.3.- ESTACIÓN DE IMPULSIÓN.

4.1.3.1.- Justificación de la capacidad del depósito.

El caudal máximo a elevar será 1300 l/seg.

La cámara de tormentas ha de ser lo suficientemente grande para que en las condiciones más desfavorables no sobrepase la frecuencia de arranques admisible para los motores, sin disparar los costes de ejecución.

El caso más desfavorable (nº máximo de arranques), se presenta cuando el caudal de llegada es igual al caudal de bombeo.

El volumen útil del pozo (volumen entre niveles de arranque y parada) es:

$$V = S(h_0 + h_1 + h_2) = 2.138{,}64 * 2{,}60 = 5.560{,}46 m^3$$

Con el predimensionamiento 2.138,64 * 6,00 =12.831,84 m^3 estamos dentro del rango de funcionalidad y seguridad, y se ejecuta totalmente enterrada.

<u>Dimensionamiento de las bombas.</u>

Se colocarán 4 bombas en paralelo, para que entren en funcionamiento conforme lo requiera el caudal a bombear.

El caudal máximo considerado:

$Q_{máx}$= 1.300 l/seg

Cada bomba individualmente será capaz de elevar 333,60 l/seg

Altura manométrica (Hm)= 10,2 m

Pot. Motor (Kw) = 61,32 C.V * 0,736 = 45,13 KW.

$$Potencia = \frac{Q * Hm * \delta}{75 * n} = \frac{333{,}6 * 10{,}34 * 1}{75 * 0{,}75} = 61{,}32\ c.v.$$

Pot. Motor (KW) = 61,32 c.v. * 0,736 = 45,13 KW

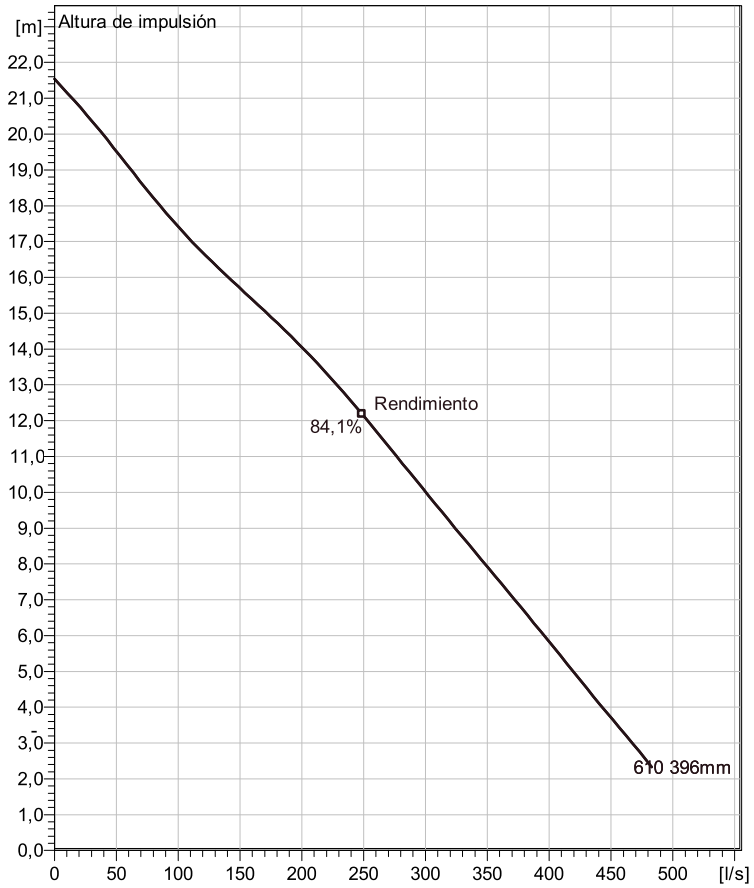
Colocaremos 4 bombas que trabajarán indistintamente y según necesidades.

Se adjunta cuadro de características y curvas de funcionamiento individual y conjunta del sistema.

CARACTERÍSTICAS BOMBAS Y CURVAS DE FUNCIONAMIENTO

NP 3202 LT 3~ 610

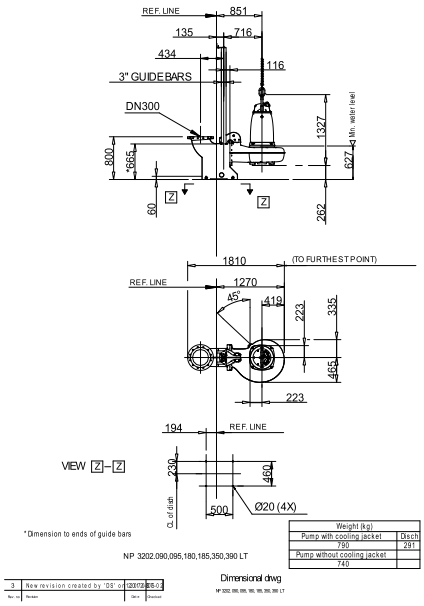
Especificación técnica



Agua, limpia *Curve ISO*

Note: Picture might not correspond to the current configuration.

Installation: P - Semipermanente, húmeda



General

Sistema de autolimpieza del impulsor de canal semiabierto, ideal para bombeos de aguas residuales. Con posibilidad de añadir el sistema guide-pin para mejor la resistencia de posibles atascos. Un modulo basado en un diseño que permite la adaptación.

Impeller

Impeller material	Grey cast iron
Diam. de salida	300 mm
Inlet diameter	300 mm
Impeller diameter	396 mm
Number of blades	2

Motor

Motor #	N3202.180 30-29-6AA-W 37KW
Variante de estator	1
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	400 V
Nº de polos	6
Fases	3~
Potencia nominal	37 kW
Corriente nominal	71 A
Corriente de arranque	405 A
Velocidad nominal	970 rpm
Factor de potencia	
1/1 Load	0,83
3/4 Load	0,79
1/2 Load	0,68
Eficiencia	
1/1 Load	90,0 %
3/4 Load	90,5 %
1/2 Load	90,5 %

Configuración

Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
			2016-04-15	

NP 3202 LT 3~ 610

Curva de funcionamiento

Bomba

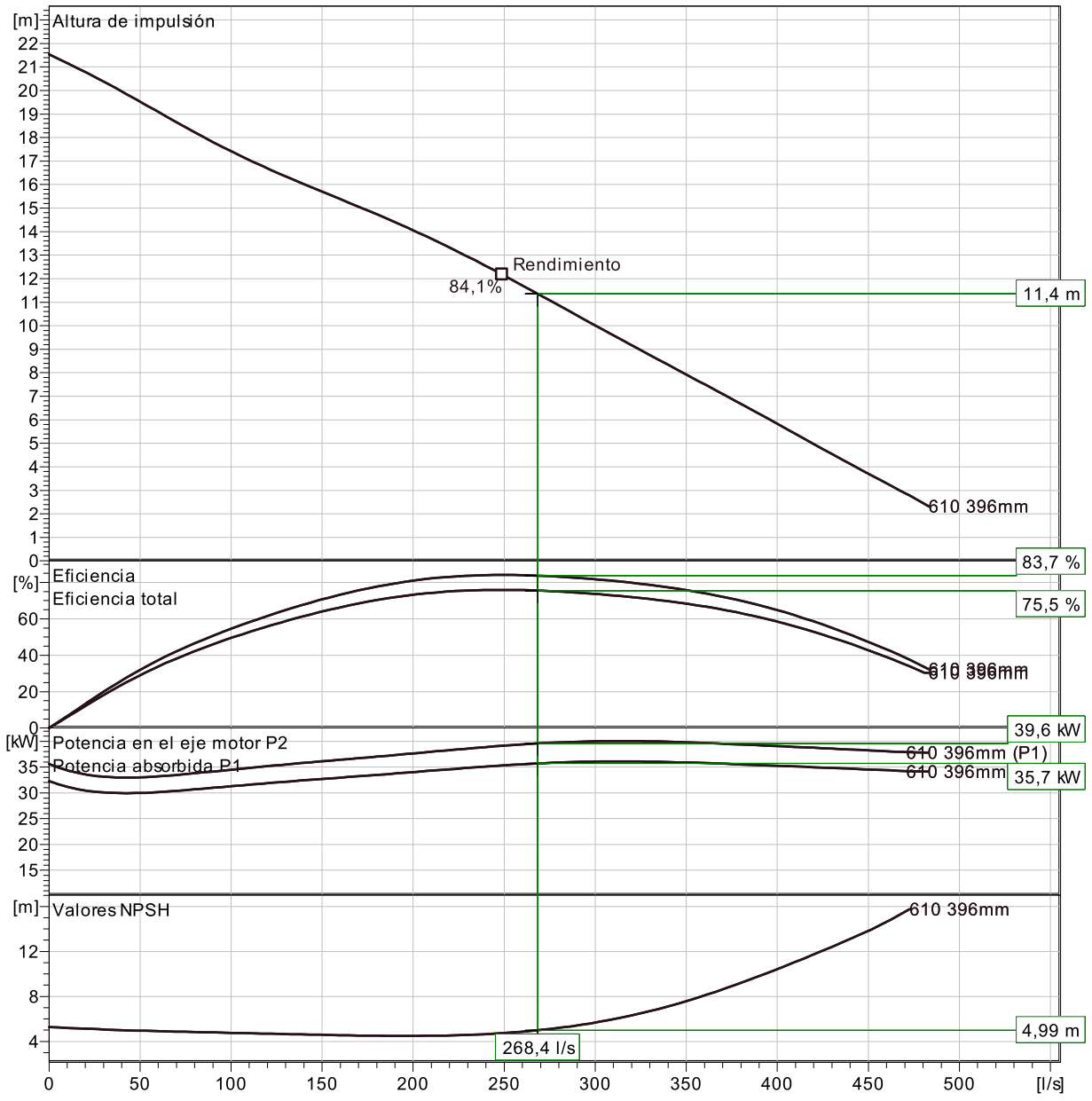
Diam. de salida	300 mm
Inlet diameter	300 mm
Impeller diameter	396 mm
Number of blades	2

Motor

Motor #	N3202.180 30-29-6AA-W 37KW
Stator variant	1
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	400 V
Nº de polos	6
Fases	3~
Potencia nominal	37 kW
Corriente nominal	71 A
Corriente de arranque	405 A
Velocidad nominal	970 rpm

Factor de potencia	
1/1 Load	0,83
3/4 Load	0,79
1/2 Load	0,68

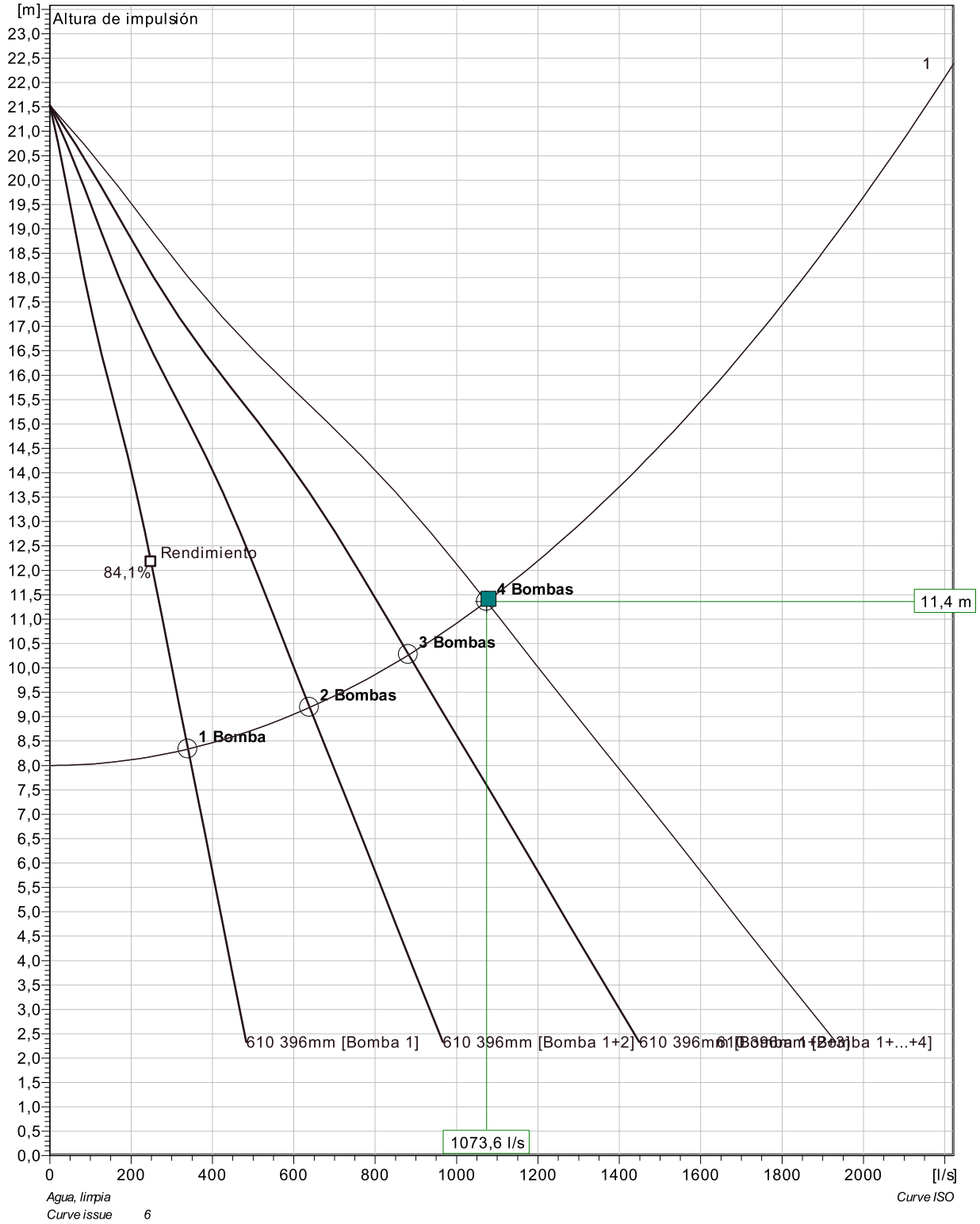
Eficiencia	
1/1 Load	90,0 %
3/4 Load	90,5 %
1/2 Load	90,5 %



Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
			2016-04-15	

NP 3202 LT 3~ 610

Duty Analysis

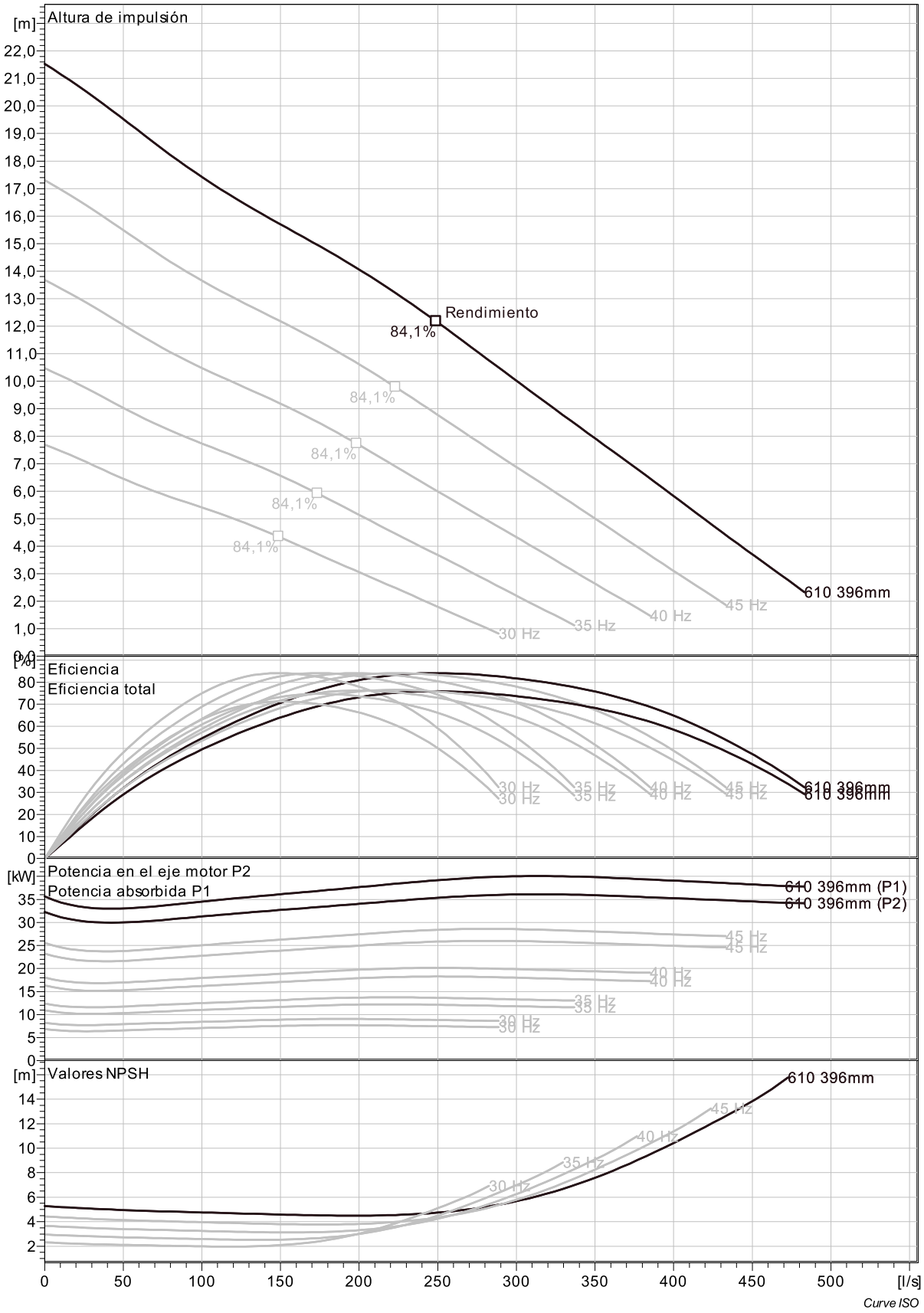


Pumps running /System	Individual pump Flow	Head	Shaft power	Total Flow	Head	Shaft power	Pump eff.	Specific energy	NPSHre
4 / 1	268 l/s	11,4 m	35,7 kW	1070 l/s	11,4 m	143 kW	83,7 %	0,041 kWh/m³	4,99 m
3 / 1	294 l/s	10,3 m	36 kW	882 l/s	10,3 m	108 kW	82,2 %	0,0377 kWh/m³	5,52 m
2 / 1	320 l/s	9,19 m	36,1 kW	639 l/s	9,19 m	72,2 kW	79,8 %	0,0347 kWh/m³	6,3 m
1 / 1	340 l/s	8.34 m	36 kW	340 l/s	8.34 m	36 kW	77.3 %	0.0324 kWh/m³	7.12 m

Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
			2016-04-15	

NP 3202 LT 3~ 610

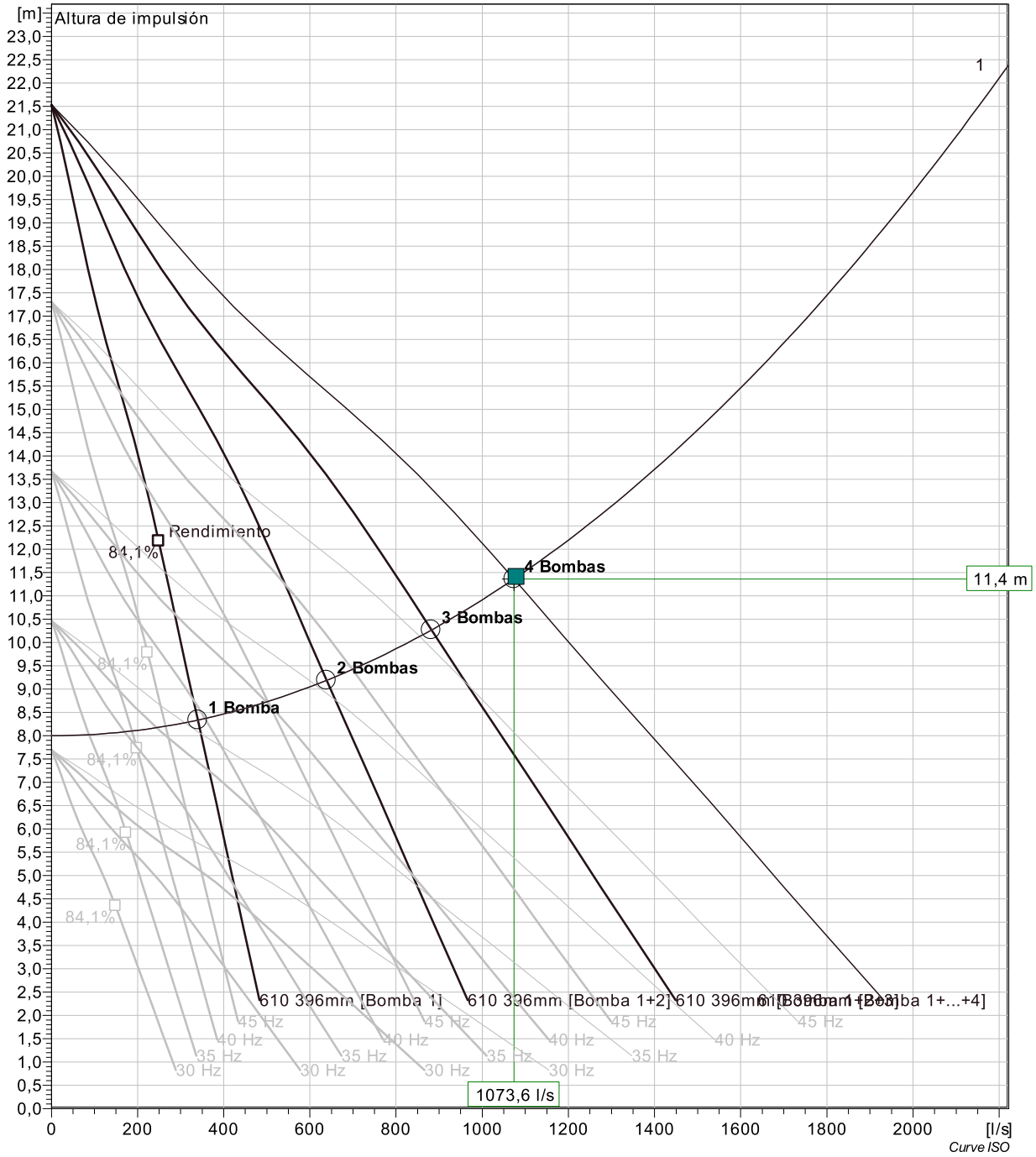
VFD Curve



Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
			2016-04-15	

NP 3202 LT 3~ 610

VFD Analysis

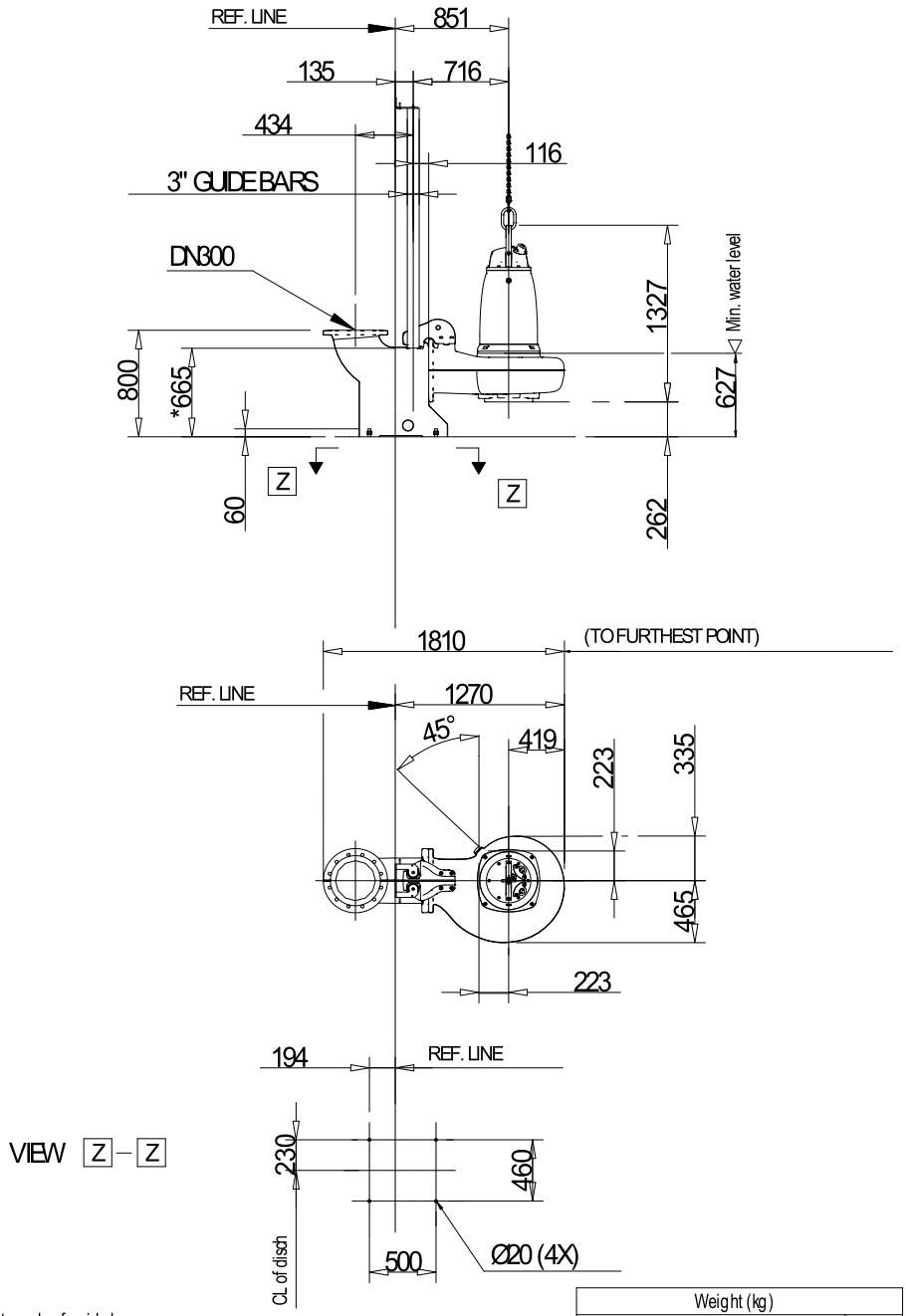


Pumps running /System	Frequency	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Hyd eff.	Specific energy	NPSHre
4 / 1	50 Hz	268 l/s	11,4 m	35,7 kW	1070 l/s	11,4 m	143 kW	83,7 %	0,041 kWh/m³	4,99 m
4 / 1	45 Hz	214 l/s	10,1 m	25,3 kW	855 l/s	10,1 m	101 kW	84 %	0,0361 kWh/m³	3,9 m
4 / 1	40 Hz	153 l/s	9,1 m	17,1 kW	613 l/s	9,1 m	68,5 kW	79,9 %	0,0343 kWh/m³	3,13 m
4 / 1	35 Hz	77,1 l/s	8,28 m	10,7 kW	308 l/s	8,28 m	42,9 kW	58,4 %	0,0438 kWh/m³	2,65 m
4 / 1	30 Hz									
3 / 1	50 Hz	294 l/s	10,3 m	36 kW	882 l/s	10,3 m	108 kW	82,2 %	0,0377 kWh/m³	5,52 m
3 / 1	45 Hz	233 l/s	9,42 m	25,6 kW	699 l/s	9,42 m	76,8 kW	84 %	0,0336 kWh/m³	4,08 m
3 / 1	40 Hz	166 l/s	8,73 m	17,3 kW	499 l/s	8,73 m	52 kW	82,1 %	0,032 kWh/m³	3,13 m
3 / 1	35 Hz	81,3 l/s	8,17 m	10,8 kW	244 l/s	8,17 m	32,3 kW	60,4 %	0,0419 kWh/m³	2,64 m
3 / 1	30 Hz									
2 / 1	50 Hz	320 l/s	9,19 m	36,1 kW	639 l/s	9,19 m	72,2 kW	79,8 %	0,0347 kWh/m³	6,3 m
2 / 1	45 Hz	251 l/s	8,73 m	25,9 kW	502 l/s	8,73 m	51,7 kW	83,2 %	0,0314 kWh/m³	4,36 m
2 / 1	40 Hz	178 l/s	8,37 m	17,6 kW	357 l/s	8,37 m	35,1 kW	83,3 %	0,0303 kWh/m³	3,17 m
2 / 1	35 Hz	84,9 l/s	8,08 m	10,8 kW	170 l/s	8,08 m	21,7 kW	62,2 %	0,0404 kWh/m³	2,63 m
2 / 1	30 Hz									
1 / 1	30 Hz									

Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
			2016-04-15	

NP 3202 LT 3~ 610

Dimensional drawing



* Dimension to ends of guide bars

Weight (kg)	
Pump with cooling jacket	Disch
790	291
Pump without cooling jacket	
740	

NP 3202.090,095,180,185,350,390 LT

Rev.no	Revision	Date	Checked
3	New revision created by 'DS' on 2012-07-02	120703	DS

Dimensional drwg

NP 3202.090,095,180,185,350,390 LT

Proyecto	ID proyecto	Creado por	Creado el	Ultima actualización
			2016-04-15	

4.1.4- ALIVIADERO SUBMARINO

4.1.4.- ALIVIADERO SUBMARINO.

4.1.4.1.- Datos básicos.

Dimensionamos la tubería del aliviadero para los caudales previstos de bombeo que son los indicados a continuación:

Nº	Hipótesis funcionamiento	Caudal (l/seg)	Velocidad (m/seg)
Hipótesis 1	Qmed. Funcionando 3 bombas	1.000	2,32
Hipótesis 2	Qmin. Funcionando 1 bomba	333,6	0,77
Hipótesis 3	Qmáx. Funcionando 4 bombas	1.300	3,01

Con la tubería adoptada de PEAD Ø800 mm , aseguramos una velocidad mínima de 2,32 m/seg, a caudal medio.

4.1.4.2.- Cálculo de las pérdidas de carga en el aliviadero submarino.

Para calcular las pérdidas de carga tenemos en cuenta las características de la tubería calculada en la impulsión, el caudal y las longitudes, para determinar la perdida de carga lineal, a la que habrá que añadir las pérdidas localizadas en el interior de la EBAP y la pérdida de carga por densidad.

Según cálculos de la tubería de impulsión tenemos:

Qmax= 1.300 l/seg
J (m/m)= 4,06 m/km
L (m) = 500,00 m.(desde salida de EBAP hasta vertido)
ΔH_1 = 3,32 m.(perdida de carga lineal total)

Según los cálculos de pérdidas localizadas en el interior de la EBAP:

ΔH_2 = 2,81 m.(perdidas localizadas)

La pérdida por densidad ó resistencia del agua salada, se produce cuando el agua fluye a un medio receptor donde la densidad del agua es mayor, como es el caso que nos ocupa.

Aplicamos la siguiente fórmula:

$$\Delta h\rho = \frac{\Delta p}{p_o} * y$$

Donde:

Δhρ= Perdida de carga por densidad (m)
Δp= Diferencia de densidades (kg/m3)
Po= Densidad del agua pluvial (kg/m3)
y = Profundidad de vertido (m)

En este caso tenemos:

$$\Delta h\rho = \frac{(1025 - 1000)}{1000} * 5{,}00 = 0.125\, m$$

$\Delta Ht = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$ =3,32+2,81+0.125 = 6,26 m

4.1.4.3 .- Cálculo de la distancia entre lastres en el aliviadero submarino.

Para determinar la distancia entre lastres optima utilizamos el concepto de factor de hundimiento (K) que es un concepto que se usa en tuberías de emisarios submarinos de PEAD, para describir la razón de la fuerza total hacia abajo con relación a la fuerza total hacia arriba del sistema de tuberías, incluidos la tubería, el contenido de la misma y los lastres de hormigón. El factor de hundimiento es la gravedad específica del sistema y se usa como un indicador de la estabilidad de la tubería y su resistencia a las fuerzas hidrodinámicas ejercidas por el mar. Según diversas guias de diseño, este valor suele estar entre 1,1 y 1,5, según la zona donde se encuentre el tramo de tubería.

El factor de hundimiento (K) puede expresarse por la fórmula:

$$K = \frac{(\,peso\ tubería + contenido) + (peso\ del\ lastre\ de\ hormigón\ en\ el\ aire)}{(peso\ del\ agua\ reemplazada\ por\ la\ tubería) + (peso\ del\ agua\ reemplazada\ por\ los\ lastres)}$$

Se define:

Wa= Peso total de cada lastre en el aire (kg)
Ws= Peso unitario del contenido de la tubería (kg/m)
Wp= Peso unitario tubería (kg/m)
Wm=Densidad del agua marina (kg/m3)
S= Distancia entre lastres (m)
V= Unidad de volumen externo de la tubería por unidad de longitud (m3/m)
Wc=Densidad del hormigón (kg/m3)
K= Factor hundimiento (adimensional)

De esta forma tendremos la formula (1):

$$K=\frac{S*(Wp+Ws)+Wa}{S*V*Wm+Wa*Wm/Wc} \qquad (1)$$

$$Wa=\frac{S*(K*V*Wm-Wp-Ws)}{1-K*(\frac{Wm}{Wc})} \qquad (2)$$

Estimamos el peso del lastre considerando la situacion de tuberia ubicada en zona de rompientes y que todavia pueda flotar hasta su sitio cuando se llena de aire. Esto significa alrededor de 0,8 de ese peso máximo. Bajo estas condiciones K=1 y Ws=0, la ecuación queda:

$$Wa = \frac{0.8 * S * (V * Wm - Wp)}{1 - (\frac{Wm}{Wc})} \quad (3)$$

$$Wa=\frac{0.8*3*\left(0.503\frac{m3}{ml}*1025\frac{Kg}{m3})-72{,}3kg/ml\right)}{1-(\frac{1025}{2400})} =1856{,}65 \text{ kg}$$

El peso del lastre necesario seria de 1856,65 kg.

Comprobamos el peso de los lastres considerados:

$$A = \pi(R^2 - r^2) = \pi(0.8^2 - 0.4^2) = 1{,}51\ m2$$

Vlastre= A * espesor = 1,51 *0.6 m =0,906 m3

Wa= 0,906 m3 *2400 kg/m3 = 2174,4 kg (superior al requerido)

Para el cálculo distancia entre lastres más allá de rompiente del oleaje, utilizamos un factor de hundimiento de K=1,3, considerando el peso del lastre ya calculado.

De esta forma tendremos:

$$S=\frac{Wa\left(1-K\frac{Wm}{Wc}\right)}{(K*V*Wm-Wp-Ws)}=\frac{2174*\left(1-1{,}3\frac{1025}{2400}\right)}{(1.3*0.503*1025-72.3-432)}=$$

$$\frac{966{,}98}{165{,}95}=5{,}83\ m$$

Como la longitud del aliviadero es pequeña, la distancia entre zona de rompientes y salida del aliviadero es de alrededor de 150 m. , adoptaremos las características del lastre calculado y colocados a una distancia constante de 4,00 m. tanto en zona de rompientes como en su tramo posterior.

4.2.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES

4.2.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES

4.2.1.- CÁMARA DE TORMENTAS

4.2.1.1.- Descripción de estructura.

4.2.1.2.- Justificación cimentación.

4.2.1.2.1.- Profundidad de pantalla necesaria por sifonamiento.

4.2.1.2.2.- Cálculo de anclajes.

4.2.1.2.3.- Listado cálculo Muro Pantalla.

4.2.1.2.4.- Losa de cimentación.

4.2.2.- ESTRUCTURA.

4.2.3.- ANEXO I. ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO.

4.2.4.-ANEXO CÁLCULOS POR ORDENADOR.

4.2.5.-LISTADOS.

4.2.5.1.- EBAP. Recinto Bombas:

- Datos de Obra

4.2.5.2.- EBAP. Recinto Válvulas y arquetas:

- Datos de Obra
- Esfuerzos y armado de muros.

4.2.1- CÁMARA DE TORMENTAS.

4.2.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES.

4.2.1- CÁMARA DE TORMENTAS.

4.2.1.1.- Descripción Estructura.

Se diseña una cámara de tormentas totalmente enterrada, de dimensión exterior 81,40 m x 28,40 m, muros pantalla de 0,80 m de espesor y 16,00 m de profundidad.

La losa de cimentación tendrá un espesor de 1,10 m.

El forjado superior se resuelve mediante losa de 0,40 m de espesor, empotrada perimetralmente con los muros pantalla, disponiendo cuadrícula de 5,00 x 5,00m con pilares interiores de dimensiones 40 x 40, 35 x 35 y 30 x 30 cm.

Dada la longitud de la cámara, se han dispuesto juntas de dilatación en la losa superior con doble fila de pilares para independizar los paños.

Durante el proceso constructivo del muro pantalla se plantea la excavación en varias fases y la colocación de anclajes provisionales de 60 Tn, cada 3,00 m. hasta que se ejecuten tanto la losa de cimentación como la superior.

4.2.1.2.- Justificación de la cimentación.

Para el cálculo de la cimentación se ha tenido en cuenta el Estudio Geotécnico y de Cimentación: "APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN PLAYA SERENA – ROQUETAS DE MAR - (ALMERÍA), redactado por el Laboratorio EYCOM S.L., con Expediente: 9.420 y Referencia: E-1.381-07 en fecha Octubre de 2.007.

Como resumen al Estudio Geotécnico se concluye:

1. Que, hasta la profundidad reconocida (21,50 metros profundidad de Sondeo), el terreno está constituido, de techo a base, por UNA (1) UNIDAD DE RELLENO ANTRÓPICO Y DOS (2) UNIDADES GEOTÉCNICAS:
   - **U.G.R.- UNIDAD DE RELLENOS ANTRÓPICOS (Qr):** Unidad considerada como NO APTA PARA DEPLANTAR EN SU SENO LA CIMENTACIÓN. Se ha detectado una potencia de entre 0.9 y 1.2 m.
   - **U.G.I.- UNIDAD DETRÍTICA COSTERA (Qc):** Unidad que a su vez se puede geomecánicamente en otras dos:
     - U.G.I/A.- SUBUNIDAD DE COMPACIDAD SUELTA – MEDIANAMENTE DENSA, .con un espesor aproximado entre 5.0 y 6.0 m.
     - U.G.I/B.- SUBUNIDAD DE COMPACIDAD DENSA – MUY DENSA, con potencias inferiores a los 14.0 m.
   - **U.G.II.- UNIDAD DE ARENAS Y ARENISCAS Y CALCARENITAS BIOCLÁSTICAS (Tc):** Con características variables entre roca blanda y suelo friccionante. Las

potencias detectadas de esta unidad se encuentran entre 3 y 5 m, si bien se espera que superen los 20.0 m.

2. Que, SE HA DETECTADO LA PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO a una profundidad de 1.50 m desde rasante de ejecución de ensayos (rasante de parcela), siendo por tanto recomendable prever un sistema de bombeo en excavaciones superiores a la misma. Por otro lado el drenaje resultará SUFICIENTE sobre freático. Finalmente, el agua analizada procedente del freático presenta un ATAQUE DÉBIL frente al hormigón por contenido en dióxido de carbono, no obstante dada la cercanía al mar se recomienda el empleo de cemento resistente al agua de mar en la fabricación del hormigón en contacto con la misma (EHE).
3. A continuación se indican los parámetros geomecánicos deducidos:

PARÁMETROS GEOMECÁNICOS

PARÁMETROS GEOMECÁNICOS	**U.G.R** Unidad de Rellenos Antrópicos (Qr)	**U.G.I** Unidad Detrítica Costera (Qc)		**U.G.II** Unidad de Arenas y Areniscas y Calcarenitas Bioclásticas (Tc)
	U.G.R Terreno removilizado formado por arenas algo limosas con gravas incluso bolos calizos. A 0,4 m arenas gruesas a gravas finas de tonalidad parda. De las cotas 0.00 a 0.90 metros.	**U.G.I/A** Arenas gruesas con algo de gravas finas a medias, cantos y bolos redondeados de naturaleza cuarcítica e indicios de limos. Tonalidad Parda. De las cotas 0.90 a 6.00 metros.	**U.G.I/B** Arenas medias a finas con bastante limo a limos arenosos, con indicios de gravas finas redondeadas de naturaleza cuarcítica. Tonalidad grisáceo–oscura. De las cotas 6.00 a 19.10 metros.	**U.G.II** Unidad de arenisca calcárea de tonalidad amarillenta con un grado de cementación bajo, el cual es de esperar que aumente con la profundidad.
Cotas (m)	-1.00	De -1.00 a -6.00	De -6.00 a -19.00	A partir de -19.00
Espesor (m)	1.00	5.00	13.00	>20.00
N_{30calc}	0	15	40	50
Cohesión sin drenaje (Kp/cm^2)	----	-----	----	----
Ángulo Rozamiento Interno (º)	30	32	35	36
Densidad Aparente (Ton/m^3)	1,85	1,1*	1,2*	1,2*
Módulo Deformación (Kp/cm^2)	0	135-375	375-600	>450
Permeabilidad (m/sg)	Permeable	$1,4*10^{-4}$		10^{-5} a 10^{-7}

Observaciones:
*Densidad Sumergida y Nivel Freático a cota -1.50 metros.
* Densidad Saturada U.G.I/A = 2,10 Tn/m3 y Coeficiente de Permeabilidad K (m/sg) ≈ $2,0*10^{-4}$ (Arena Uniforme Gruesa)
* Densidad Saturada U.G.I/B = 1,85 Tn/m^3 y Coeficiente de Permeabilidad K (m/sg) ≈ $2,0*10^{-4}$ (Arena Uniforme Fina)
* Densidad Saturada U.G.II = 2.20 Tn/m^3

4.2.1.2.1-Profundidad necesaria por sifonamiento.

Para el cálculo de la profundidad de la pantalla tenemos en cuenta las consideraciones por sifonamiento.

Esto ocurre cuando el agua en el suelo, se mueve tendiendo a la mínima energía (pérdida de energía) y al pasar de un estado de energía dado a otro de menor, implica la realización de un trabajo. Llamando a la energía altura piezométrica, al trabajo fuerzas de infiltración y considerando un flujo ascendente nos empezamos a acercar al concepto de sifonamiento.

El trabajo mencionado se ha de ver como la aplicación de fuerzas de infiltración a lo largo del espacio en que se aplican, estas fuerzas tendrán el sentido del flujo **(vertical ascendente)** y si en algún punto llegan a anular la tensión intergranular (tensión efectiva) del suelo, cuyo sentido es **vertical descendente**, tendremos el fenómeno del sifonamiento (virtualmente las partículas pierden el contacto y se separan).

El sifonamiento implicará la anulación de las fuerzas de contacto entre las partículas de suelo, lo cual lleva asociado la anulación de la resistencia al corte del terreno, comportándose éste como un fluido.

El Factor de Seguridad a utilizar (frente a condiciones de sifonamiento) en situaciones normales será el indicado en el CTE (código técnico de edificación) que establece (literal):

8 La seguridad frente al sifonamiento se estudiará minorando el gradiente crítico del terreno, i_{cr}, por un factor, $\gamma_M = 2$.

$i_r \leq i_{cr} / \gamma_M$ (6.15)

siendo

i_r el gradiente real en sentido vertical, en un determinado punto;

i_{cr} el gradiente que anula la tensión efectiva vertical en dicho punto.

Por tanto el Factor de Seguridad frente al sifonamiento debe ser FS ≥ 2.

Es norma habitual aumentar el empotramiento obtenido en un 25% para tener en cuenta el efecto de las esquinas, donde las fuerzas de filtración aumentan de forma importante. De hecho, las esquinas suelen ser las zonas donde, con más probabilidad, se evidencian problemas de sifonamiento.

Por tanto, el Factor de Seguridad frente al sifonamiento se define como:

, siendo

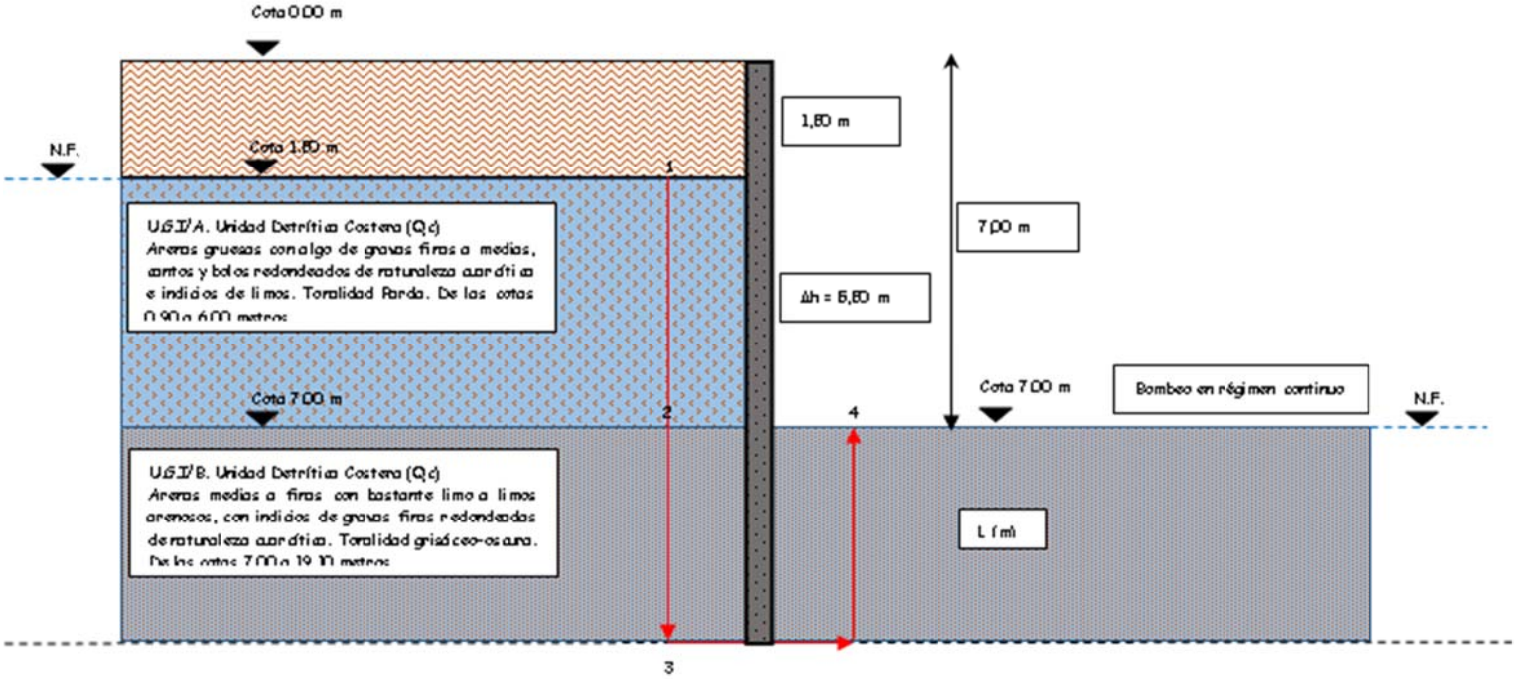
$$FS = \frac{i_{crítico}}{i_{cálculo}} \qquad i_{crítico} = \frac{\gamma_{saturada}}{\gamma_w} - 1$$

Para el caso que nos ocupa, los terrenos donde se va a ejecutar la Cámara de Tormentas poseen una alta permeabilidad, arenas y gravas, con bajo contenido de limos (que aumenta en profundidad).

- ***<u>Cálculo Longitud de Pantalla.</u>***

Para esta hipótesis se considera que los limos están presentes a partir de la cota 7.00 metros en adelante, es decir, a una profundidad de (1,50 + 5,50 + L) en adelante, que la U.G.I/A es infinitamente permeable con respecto a la U.G.I/B y que la presión es nula en la superficie del intradós de la excavación. Supone QUE HAY PÉRDIDA DE ENERGÍA (a partir de los limos). Para ello estudiamos la Línea de Corriente 1-2–3-4, dónde comprobaremos QUE SE PRODUCE PERDIDA DE ENERGIA O DE CARGA como consecuencia del movimiento.

Dada la siguiente figura, se va a determinar la Longitud Mínima de Empotramiento (L) para que no exista Sifonamiento en el fondo de la misma. Supone el uso de bombas de achique en régimen continuo para mantener la excavación del intradós en estado seco.



En nuestro caso sabemos que:

- Longitud Total de Pantalla = L_{seca} + Δh + L
- L_{seca} = 1,50 metros
- Δh = 5,50 metros

- Longitud empotrada = L (metros)
- Aunque en el Estudio Geotécnico habla de una densidad saturada de 2,13 t/m^3, para la zona limosa (a partir de la cota -7.00 metros) vamos a considerar una densidad saturada de 1,85 t/m^3 y una densidad sumergida de 0,85 Tn/m^3.

Cálculo del Gradiente Hidráulico: $\Delta h = h(1) - h(4) = (L + \Delta h) - (L) = \Delta h$

Como esta Pérdida de Carga Hidráulica corresponde entre los puntos 2 a 4, la longitud de recorrido es la correspondiente a dichos puntos, siendo la longitud de recorrido (L+L) (m). Por tanto, la pérdida de Carga entre 2 y 4 será:

$$\Delta h = h(2) - h(4) = i * l_{2-4} = i * (L + L)$$

De dónde se deduce que el Gradiente Hidráulico, entre 2 y 4 será: $i = \dfrac{\Delta h}{(L + L)}$

Calculo de Alturas Piezométricas: h(a) = z(a) + u(a)

$$h(1) = z(1) + u(1) = (L + \Delta h) + (0{,}00) = (L + \Delta h)$$
$$h(2) = z(2) + u(2) = (L) + (\Delta h) = (L + \Delta h)$$
$$h(3) = h(2) - i * l_{2-3} = (L + \Delta h) - (\frac{\Delta h}{2L} * L) = (L + \Delta h) - \frac{\Delta h}{2} = (L + \frac{\Delta h}{2})$$
$$h(4) = h(3) - i * l_{3-4} = (L + \frac{\Delta h}{2}) - (\frac{\Delta h}{2L} * L) = L$$

Calculo de Presiones Neutras: u(a) = h(a) - z(a)

$$u(1) = h(1) - z(1) = (L + \Delta h) - (L + \Delta h) = 0$$
$$u(2) = h(2) - z(2) = (L + \Delta h) - (L) = \Delta h$$
$$u(3) = h(3) - z(3) = (L + \frac{\Delta h}{2}) - (0) = (L + \frac{\Delta h}{2})$$
$$u(4) = h(4) - z(4) = (L) - (L) = 0$$

Calculo de L(m) en función del Coeficiente de Seguridad al Sifonamiento

Por tanto, el Factor de Seguridad frente al sifonamiento se define como $FS = \dfrac{i_{crítico}}{i_{cálculo}}$

Siendo

$$i_{crítico} = \frac{\gamma_{saturada}}{\gamma_w} - 1$$
$$i_{cálculo} = \frac{\Delta h}{2L}$$

Por tanto,

$$FS = \frac{\frac{\gamma_{saturada}}{\gamma_w} - 1}{\frac{\Delta h}{2L}} = \frac{\frac{1{,}85}{1{,}00} - 1}{\frac{5.50}{2L}} = \frac{0{,}85 * 2 * L}{5.50} = 0.30L$$

CALCULO DE LONGITUD TOTAL DE PANTALLA

FS	L_{seca} (m)	⍰h (m)	L (m)	L_{Total}
1,00	1,50	5,50	3,333	10,333
1,25	1,50	5,50	4,166	11,166
1,50	1,50	5,50	5,000	12,000
1,75	1,50	5,50	5,833	12,833
2,00	1,50	5,50	6,666	13,666

Por tanto, la Longitud Total de la Pantalla para obtener un FS = 2,00 será la que resulte de sumar:

1,50 + 5,50 + 1,25*6,666 = 15,3325 metros, que aproximaremos a 16,00 metros.
La Longitud Real de Empotramiento será L_{real} = 16,00 - 1,50 - 5,50 = 9,00 m

- ***Estimación de caudal de entrada en recinto apantallado.***

Se trata de estimar el caudal para controlar el nivel piezométrico en un recinto entre muros pantalla. Uno de los aspectos más relevantes en las excavaciones bajo el nivel freático en recintos apantallados, es el diseño del sistema de control del nivel piezométrico y para ello, el dato fundamental es conocer el caudal a desalojar.

Los objetivos habituales del sistema de control del nivel piezométrico son:

- Permitir la excavación en seco hasta la cota final de rebaje.
- Mantener las subpresiones de agua dentro de los límites admisibles para evitar efectos de flotabilidad. Habitualmente esta condición únicamente afecta a la fase constructiva.
- Generar una red de flujo compatible con las hipótesis de diseño de los muros pantalla.

Considerando que el caudal (Q) es el resultado de multiplicar la velocidad del agua (V) por la sección (A) que atraviesa ésta, ya tenemos resuelto nuestro problema

ya que, para nuestro objetivo, podemos considerar que la sección (A) es la superficie entre muros pantalla y el gradiente (i) es el gradiente de salida, el cual ya tenemos determinado Q=A*K*i

$$i_{entrada} = \frac{h(2)-(h3)}{L_{2-3}} = \frac{(L+\Delta h)-(L+\frac{\Delta h}{2})}{L_{2-3}} = \frac{\frac{\Delta h}{2}}{9} = \frac{5{,}50}{18} = 0.30$$

$$i_{salida} = \frac{h(3)-(h4)}{L_{3-4}} = \frac{(L+\frac{\Delta h}{2})-L}{L_{3-4}} = \frac{\frac{\Delta h}{2}}{9} = \frac{5{,}50}{18} = 0.30$$

El Caudal será: 81,40m * 28,40m * 2 * 10^{-4} m/sg * 0,30 = 138,70 Litros/sg

- ***<u>Comprobación a flotabilidad.</u>***

En esta apartado pretendemos comprobar, una vez ejecutado el forjado de cubierta, si el sistema flota. Para ello partimos de las siguientes hipótesis:

1. Una vez ejecutada la losa de cimentación y forjado de cubierta (obra terminada), se procede a desactivar el funcionamiento de las bombas que controlan el nivel freático. Ello supone que entre en acción el empuje hidrostático y por tanto la subpresión (Sistema Cámara de Tormentas impermeabilizado totalmente).
2. La Máxima Subpresión corresponde a la Máxima Pérdida de Carga, es decir, a 5,50 metros de columna de agua.
3. La Longitud Total de la Pantalla será de 16,00 metros (calculado en el apartado anterior).
4. Losa de cimentación de canto 1,10 metro.
5. Forjado de cubierta mediante losa armada de canto 40 cms.
6. No intervienen los anclajes provisionales debidos al proceso de excavación.

Las dimensiones externas de la cámara de tormentas, **81,40 x 28,40 x 7m³** y el nivel freático estará a cota -1.50 m. El empuje hidrostático de flotación será 81,40 x 28,40 x (7,00 - 1.50) = **12.714,68 Tn.**

El peso de la cámara terminada y vacía, será:

- Losa Cimentación (de 1,10 m de canto): 81,40 x 28,40 x 1,10 x 2´5 = 6.375,34 Tn.

- Muros laterales (de 0´80m de espesor): (81,40 + 81,40 + 26,80 + 26,80) x 0,8 x (7 – 1,10) x 2,5 = 2.553,52 Tn.
- Forjado de cubierta (peso de 1 Tn/m²) : (79,80 x 26,80 x 1) = 2.138,64 Tn.
- Peso de las pantalla laterales sumergidas (de los 16 metros de profundidad ya están contabilizados 7m), queda por contabilizar: (81,40 + 81,40 + 26,80 + 26,80) x 0,8 x (16 – 7) x (2,5 – 1) = 2.337,12 Tn
- El peso de hundimiento es de 6.375,34 + 2.553,52 + 2.138,64 + 2.337,12 = **13.404,62 Tn**
- **HAY MAS PESO (13.404,62 Tn) QUE SUBPRESION (12.714,68 Tn): LA CAMARA NO FLOTARA.**
- **Coeficiente Seguridad a Flotación = 13.404,62 / 12.714,68 = 1,05 (MUZÁS ,2.007, RECOMIENDA UN VALOR MINIMO PARA EL COEFICIENTE DE FLOTACION DE 1.05)**

4.2.1.2.2.- Cálculo de anclajes.

- ***Descripción.***

Para el cálculo de los anclajes se ha tenido en cuenta la Guía para el Diseño y la Ejecución de Anclajes al Terreno en Obras de Carreteras de 2001, elaborada por la Dirección Técnica de la Dirección General de Carreteras.

A continuación vamos a determinar las características de los Anclajes para la Pantalla Continua de hormigón de la cámara de tormentas.

Las dimensiones exteriores en planta para la cámara son: 81,40 m de largo x 28,40 m de ancho.

El ancho previsto para los muros que conforman dicha cámara será de 80 cm.

Tipo: Anclajes Activos, Provisionales, Inyección IU, con cables de alto límite elástico (≥ 1.710 MPa)

La excavación máxima en la parcela tendrá una profundidad de 7,00m respecto al vial. Las pantallas continuas de hormigón tendrán UN (1) UNICO NIVEL DE ANCLAJES:

Anclaje	Cotas
1ª y Única	-1.00 m

La separación horizontal entre anclajes será de 3,00 metros, por lo que se colocarán 26 anclajes en cada uno de los lados largos de 81,40 metros y 8 anclajes en

cada uno de los lados cortos de 28,40 metros, lo que hace UN TOTAL DE 68 UNIDADES DE ANCLAJES.

- ***Determinación de la carga nominal.***

Para la determinación de la Carga Nominal de nuestro anclaje, tenemos que observar los listados de cálculo. En dicho listado podemos observar que la Carga Máxima que va a soportar cada uno de los anclajes es de ≈ 80 Tn (sin mayorar) y que se produce en la FASE 4: EXCAVACIÓN MÁXIMA A COTA: -7.00 M.

El coeficiente de seguridad (mayoración de cargas) será de 1´20 (según la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carreteras), pero como estamos trabajando bajo nivel freático, consideramos como coeficiente de mayoración de cargas 1,50.

Por tanto, nuestra Carga de Nominal PN = 1,50 * 80 Toneladas = 120 Toneladas.

- ***Comprobación de la tensión admisible del acero.***

Los anclajes estarán compuestos por cables de acero de 0,6" de sección (1,40 cm^2 aunque en la realidad suele ser del orden de 1,39 cm^2) y con límites elásticos de 1.710 MPa ≈ 17.100 Kg/cm^2 y con límites de rotura de 1.910 MPa ≈ 19.100 kg/cm^2. Se adjunta Resultado de Ensayos sobre cables trenzados.

Para la comprobación de la tensión admisible del acero del anclaje se minorará la tensión admisible en el tirante de forma que se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones para anclajes provisionales:

$$\frac{P_{Nd}}{A_T} \leq \frac{f_{pk}}{1{,}25} \Rightarrow A_T \geq \frac{1{,}25 P_{Nd}}{f_{pk}} = \frac{1{,}25 * 120.000}{19.100} = 7{,}85 cm^2 \Rightarrow Anclaje\ de\ 6 Torones\ (Mínimo)$$

$$\frac{P_{Nd}}{A_T} \leq \frac{f_{yk}}{1{,}10} \Rightarrow A_T \geq \frac{1{,}10 P_{Nd}}{f_{yk}} = \frac{1{,}10 * 120.000}{17.100} = 7{,}72 cm^2 \Rightarrow Anclaje\ de\ 6 Torones\ (Mínimo)$$

Se adjunta Resultado de Ensayos sobre cables trenzados.

ArcelorMittal Ste Colombe

RESULTADOS DE ENSAYOS

ArcelorMittal

Cliente suministrado : SUMINISTROS INTERNACIONALES
Fecha de expedicion : 13/11/15
N° de pedido : 1822406 /001
Numero de certificado : n° 18021072

N° de bultos : 4
Peso neto : 15242,000 Kg
Familia comercial : TORON 7 FILS LISSES POUR PRECON.
Descripcion : UNE 36094-97 Y 1860 S7 15,2
3T5 - 4T

N° de pedido cliente : CDE DU 12/11/15
Ref. especificaton cliente :
Lugar de entrega : 28942-FUENLABRADA MADRID-ESPAGNE

UNE 36094/97 - CERTIF. CAA-0148

Analisis quimico

Colada	C %	Mn %	P %	S %	Si %	Cr %	Cu %	Ni %	Al %			
522551	0,820	0,640	0,012	0,012	0,201	0,150	0,070	0,020	0,003			

N° de bultos	Colada	Peso	Partido de fab	Massa	Seccion	E-Modul.	Resistencia	Resistencia	LE 0,2%	LE 0,2 %	Alarg. carga			
		Kg		Gr/m [1077,02-1120,98]	mm² [137,20-142,80]	kN/mm² [181,35-208,65]	N/mm² [1-...]	kN [260,0-304,0]	N/mm² [1-...]	kN [229,00-...]	% [3,5-...]			
31357 040	522551	3818		1096,89	139,73	198,02	1923	268,7	1765	246,65	5,5			
31357 041	522551	3806		1092,51	139,17	195,83	1919	267,1	1763	245,35	5,7			
31357 042	522551	3806		1096,51	139,68	193,17	1923	268,5	1761	246,03	5,7			
31357 043	522551	3812		1096,02	139,62	197,14	1924	268,6	1768	246,86	5,8			
			Min	1092,51	139,17	193,17	1919	267,1	1761	245,35	5,5			
			Max	1096,89	139,73	198,02	1924	268,7	1768	246,86	5,8			
			$\overline{X}$	1095,48	139,55	196,04	1922,25	268,3	1764,25	246,22	5,7			

* = Propagare valor

Certificamos que todos los productos son conformes a las especificaciones del pedido.

Determinamos la sección de acero necesaria para conseguir resistir la tensión en servicio del anclaje. Los anclajes estarán compuestos por cables de acero de 0,6" de sección (1,40 cm2) y con límites elásticos de 1.710 MPa ≈ 17.100 Kg/cm2 y con límites de rotura de 1.910 MPa ≈ 19.100 kg/cm2.

Según lo anterior, cada cable soportará las siguientes cargas:

- En Régimen de Rotura = 1,40 cm2 * 19.100 Kg/cm2 = 26.740 Kg ≈ 27 Tn
- En Régimen Elástico = 1,40 cm2 * 17.100 Kg/cm2 = 23.940 Kg ≈ 24 Tn

Para los anclajes Provisionales se considera una Carga de Servicio del 75% de la de la carga en régimen elástico. Para los anclajes Permanentes se considera una Carga de Servicio del 60% de la de la carga en régimen elástico.

En la tabla que figura a continuación se relacionan las Cargas Máximas de los distintos tipos de anclaje, en función del uso: Provisional o Permanente.

Tipo	Diámetro	Límite Elástico	Nº de Cables	Límite Elástico	Provisionales 75%	Permanentes 60%
Cable Trenzado	0.6”	24	3	72	54	43,0
			4	96	72	57,5
			5	120	90	72,0
			6	144	108	86,5
			7	**168**	**126**	**101,0**
			9	216	162	130,0
			12	288	216	173,0

Como se ha comentado anteriormente, para la determinación de la Carga Nominal de nuestro anclaje, tenemos que observar los listados de cálculo. En dicho listado podemos observar que la Carga Máxima que va a soportar cada uno de los anclajes es de ≈ 80 Tn (sin mayorar) y que se produce en la FASE 4: EXCAVACIÓN MÁXIMA A COTA: -7.00 M.

El coeficiente de seguridad (mayoración de cargas) será de 1´20 (según la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carreteras), pero como estamos trabajando bajo nivel freático, consideremos como coeficiente de mayoración de cargas 1,50. Por tanto, nuestra Carga de Nominal PN = 1,50 * 80 Toneladas = 120 Toneladas, por lo que necesitaremos un Anclaje formado por 7 Torones (126 Tn en Provisional)

- ***Determinación de la longitud del bulbo de anclaje.***

Se calcula la longitud de los anclajes, distinguiendo entre la longitud libre y la longitud del bulbo.

Para la comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo se minorará la adherencia límite del terreno que rodea al bulbo del anclaje para obtener la adherencia admisible.

Se debe verificar que:

$$L_{b\geq}\frac{P_{Nd}}{\pi * D_N * a_{adm}} = \frac{120.000 * 0{,}75}{\pi * 18\frac{0{,}75}{1{,}45}} + \frac{120.000 * 0{,}925}{\pi * 18 * \frac{2{,}00}{1{,}45}} = 3{,}07 + 14{,}23 \Rightarrow 17{,}30$$

$$\approx 18{,}00\ metros\ de\ Bulbo$$

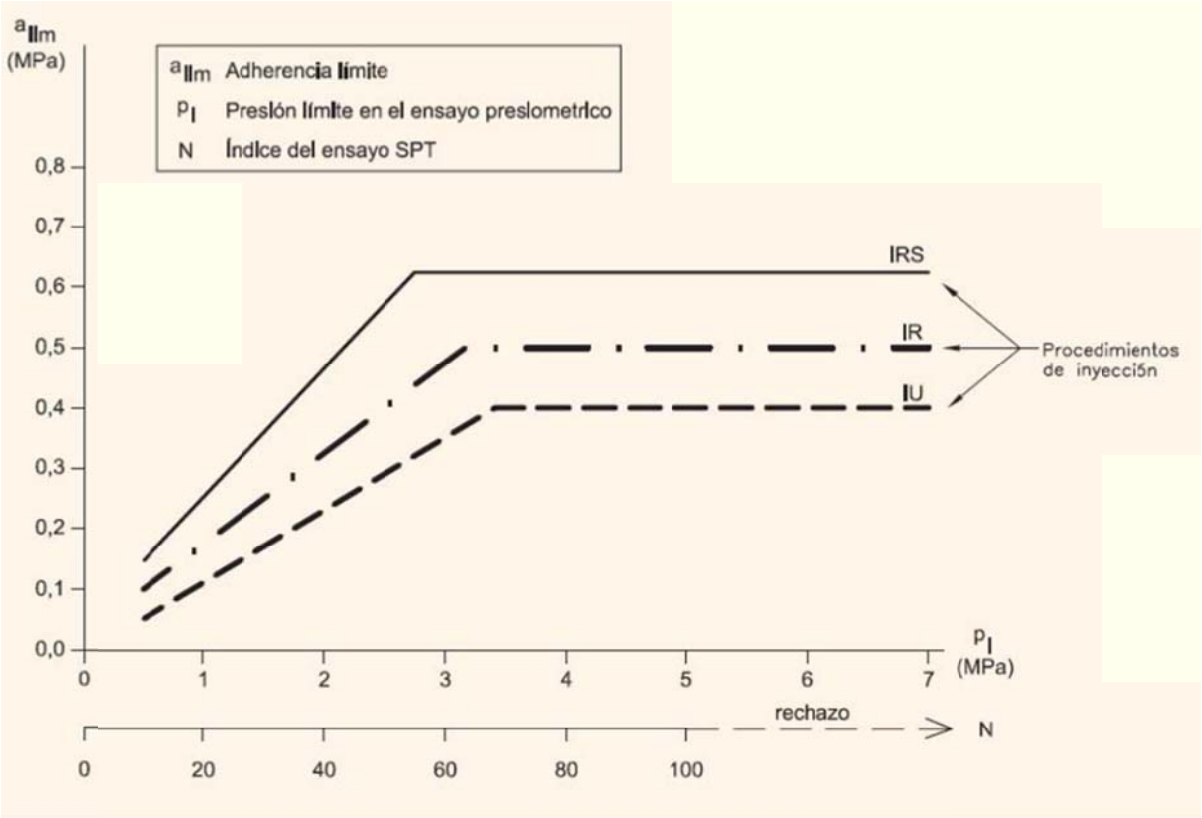


FIGURA 3.2. ADHERENCIA LÍMITE EN ARENAS Y GRAVAS

Siendo PN la Carga Nominal Máxima de Trabajo, siendo ésta de 120 Toneladas

DN el diámetro Nominal, que se ha considerado 180 mm

aadm = alímite / F3 = 0,75 Kg/cm2 / 1,45 (ver gráfica Figura 3.2.) Para la U.G.I/A, con Nspt = 15

aadm = alímite / F3 = 2,00 Kg/cm2/ 1,45 (ver gráfica Figura 3.2.) Para la U.G.I/B, con Nspt = 40

Para el cálculo se ha considerado que 3,00 metros del bulbo están en la U.G.I/A y el resto está en la U.G.I/B

- ***Comprobación del deslizamiento del tirante de la lechada.***

Para la comprobación de la seguridad frente al deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo, se minorará la adherencia límite entre el anclaje y la lechada que lo rodea en el bulbo, por el coeficiente 1,2.

Se debe verificar:

$$\frac{P_{Nd}}{L_b * p_T} \leq \frac{\tau_{límite}}{1,2} \Rightarrow \frac{120}{16*2\sqrt{\pi * A_T}} \leq \frac{\tau_{\lim}}{1,20} \Rightarrow \frac{120}{18*2\sqrt{\pi*7*1,40}} \leq \frac{7,40}{1,20} \Rightarrow 0,60 \leq 7,40$$

Siendo:

P_{ND}= Carga nominal mayorada por anclaje.

P_T = Perímetro nominal por tirante = $2\sqrt{\pi\ AT}$

A_T = Sección del tirante.

Lb = Longitud de cálculo del bulbo.

Tlim= Adherencia límite entre el tirante y la lechada expresada en MPa.

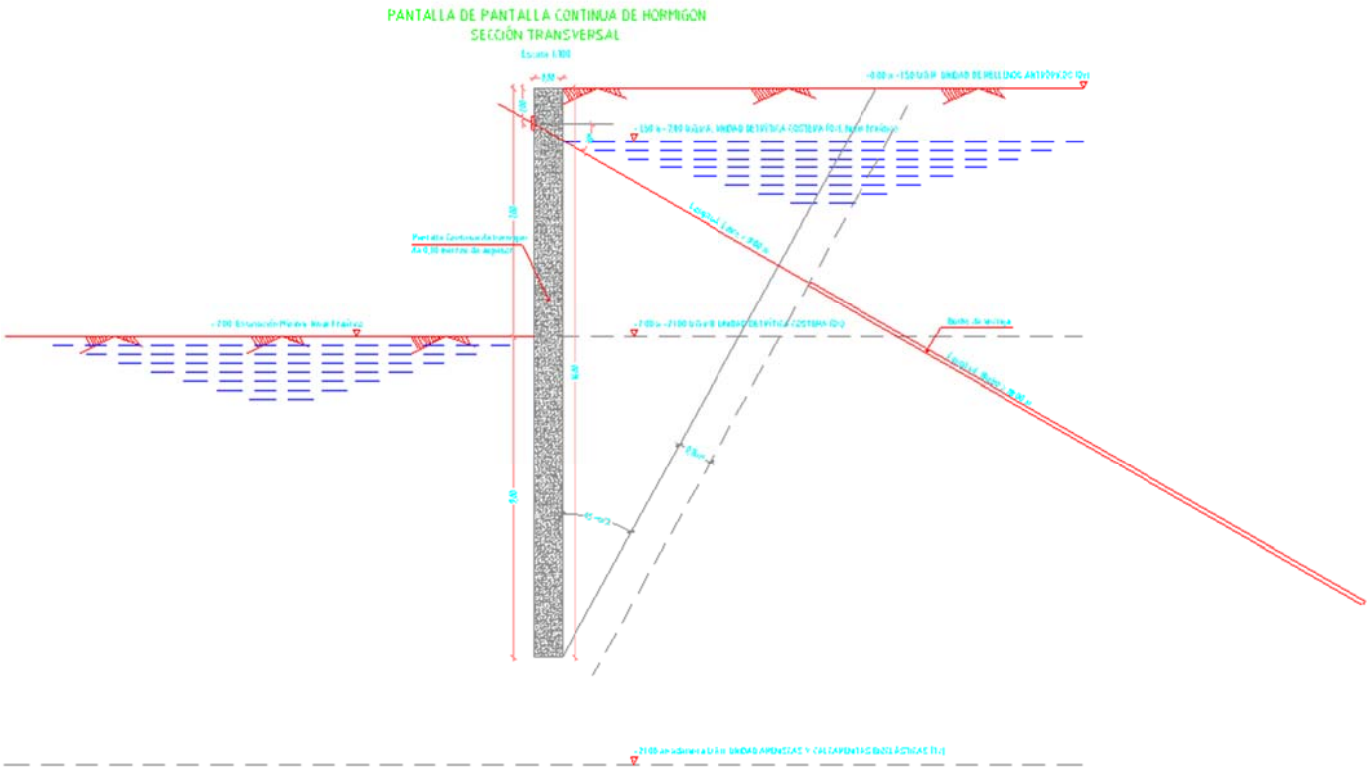
F_{CK} = Resistencia característica (rotura a comprensión a 28 días) de la lechada expresada en MPa.

$$\tau_{límite} = 6,9\sqrt[3]{(\frac{f_{ck}}{22,5})^2} = 6,9\sqrt[3]{(\frac{25}{22,5})^2} = 7,40\,MPa$$

El cemento empleado será un CEM I 42,5/R-SR.

- ***Determinación de la longitud libre del anclaje.***

Para el cálculo de la Longitud Libre es necesario determinar ciertas condiciones geométricas del sistema de anclajes, para lo cual se adoptan algunas simplificaciones empíricas, como se observan en el croquis adjunto.



La longitud libre de cálculo es:

Donde,

LTotal de Pantalla = 16,00 m.

DAnclaje = 1,00 m

e: Espesor de Pantalla = 0,80 m.

Ø: ángulo medio de fricción interna del terreno en la zona indicada = 32º.

β: ángulo de inclinación de los anclajes = 30º.

Ll: longitud libre = 9

4.2.1.2.3.- Listado cálculo Muro Pantalla.

Con las características del muro pantalla indicadas en apartados anteriores, se incluye a continuación el listado de cálculo de dicho muro.

Listado cálculo Muro Pantalla.

ÍNDICE

1.- NORMA Y MATERIALES..... 2

2.- ACCIONES..... 2

3.- DATOS GENERALES..... 2

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO..... 2

5.- SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO..... 3

6.- GEOMETRÍA..... 3

7.- ESQUEMA DE LAS FASES..... 3

8.- CARGAS..... 7

9.- ELEMENTOS DE APOYO..... 7

10.- RESULTADOS DE LAS FASES..... 7

11.- RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO..... 10

12.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO..... 11

13.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA..... 11

14.- MEDICIÓN..... 13

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-30, Yc=1.5
Acero: B 500 S, Ys=1.15
Clase de exposición: Clase IIIb
Recubrimiento geométrico: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.50
Mayoración esfuerzos en servicio: 1.50
Con análisis sísmico
Aceleración de cálculo: 0.13 g
No se considera el sismo en las fases constructivas
Mayoración esfuerzos en hipótesis sísmica: 1.00
Sin considerar acciones térmicas en puntales

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Tipología: Muro pantalla de hormigón armado

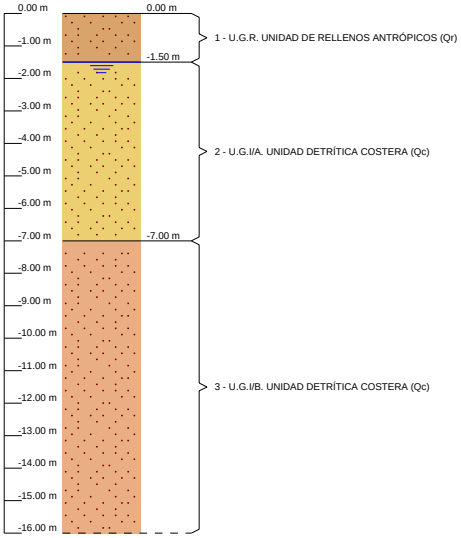
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 25.0 %
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 25.0 %
Profundidad del nivel freático: 1.50 m

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - U.G.R. UNIDAD DE RELLENOS ANTRÓPICOS (Qr)	0.00 m	Densidad aparente: 1.8 kg/dm³ Densidad sumergida: 1.0 kg/dm³ Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 0.00 t/m² Módulo de balasto empuje activo: 1000.0 t/m³ Módulo de balasto empuje pasivo: 1000.0 t/m³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m4	Activo trasdós: 0.31 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.77 Activo intradós: 0.31 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.77
2 - U.G.I/A. UNIDAD DETRÍTICA COSTERA (Qc)	-1.50 m	Densidad aparente: 2.1 kg/dm³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm³ Ángulo rozamiento interno: 32 grados Cohesión: 0.00 t/m² Módulo de balasto empuje activo: 5000.0 t/m³ Módulo de balasto empuje pasivo: 5000.0 t/m³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m4	Activo trasdós: 0.29 Reposo trasdós: 0.47 Pasivo trasdós: 4.21 Activo intradós: 0.29 Reposo intradós: 0.47 Pasivo intradós: 4.21
3 - U.G.I/B. UNIDAD DETRÍTICA COSTERA (Qc)	-7.00 m	Densidad aparente: 1.9 kg/dm³ Densidad sumergida: 0.8 kg/dm³ Ángulo rozamiento interno: 35 grados Cohesión: 0.00 t/m² Módulo de balasto empuje activo: 5000.0 t/m³ Módulo de balasto empuje pasivo: 5000.0 t/m³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m4	Activo trasdós: 0.25 Reposo trasdós: 0.43 Pasivo trasdós: 5.00 Activo intradós: 0.25 Reposo intradós: 0.43 Pasivo intradós: 5.00

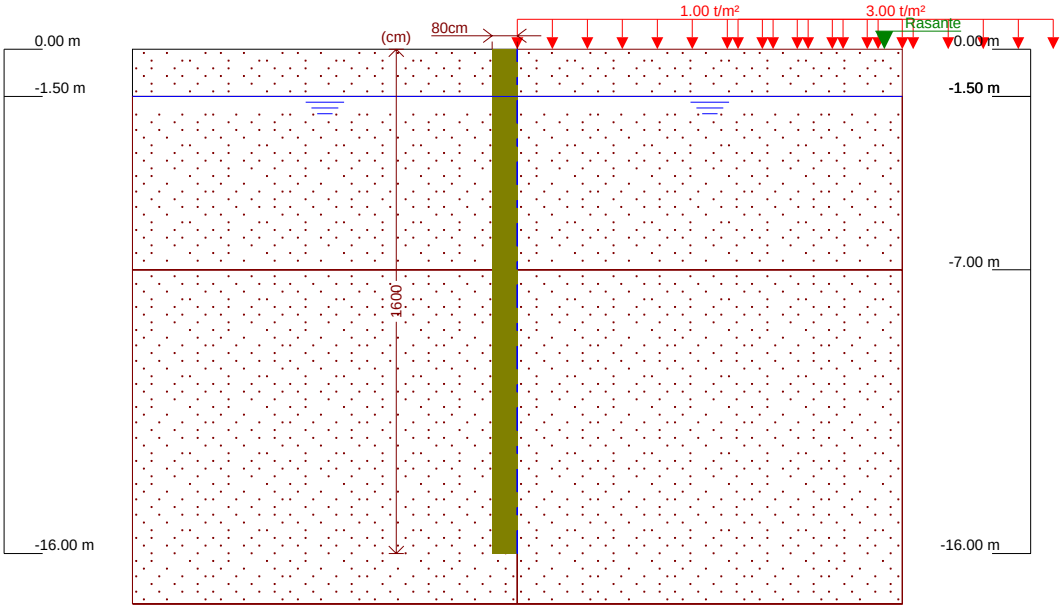
5.- SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



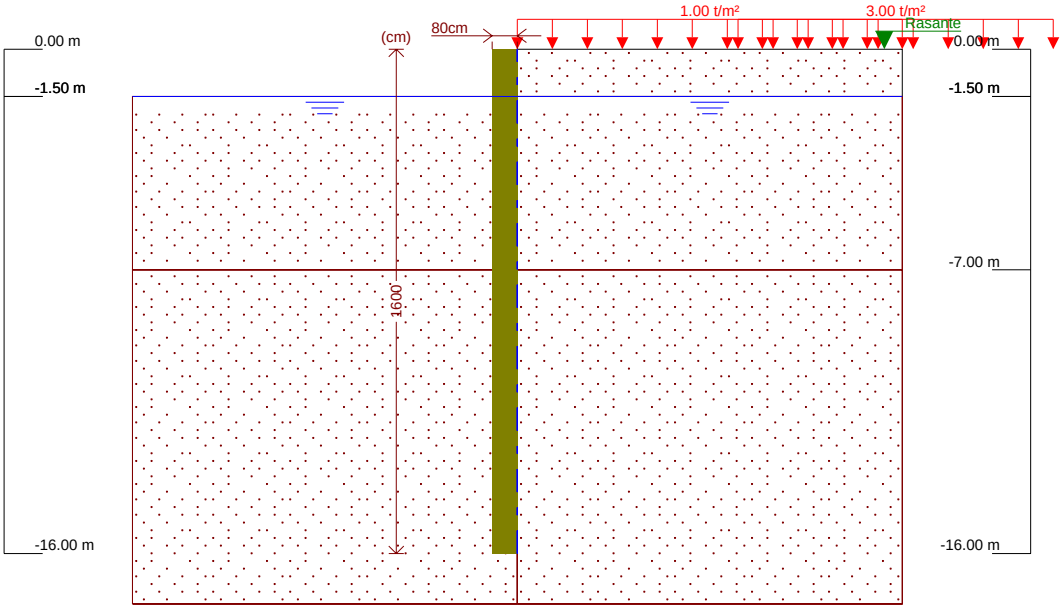
6.- GEOMETRÍA

Altura total: 16.00 m
Espesor: 80 cm
Longitud tramo: 3.00 m

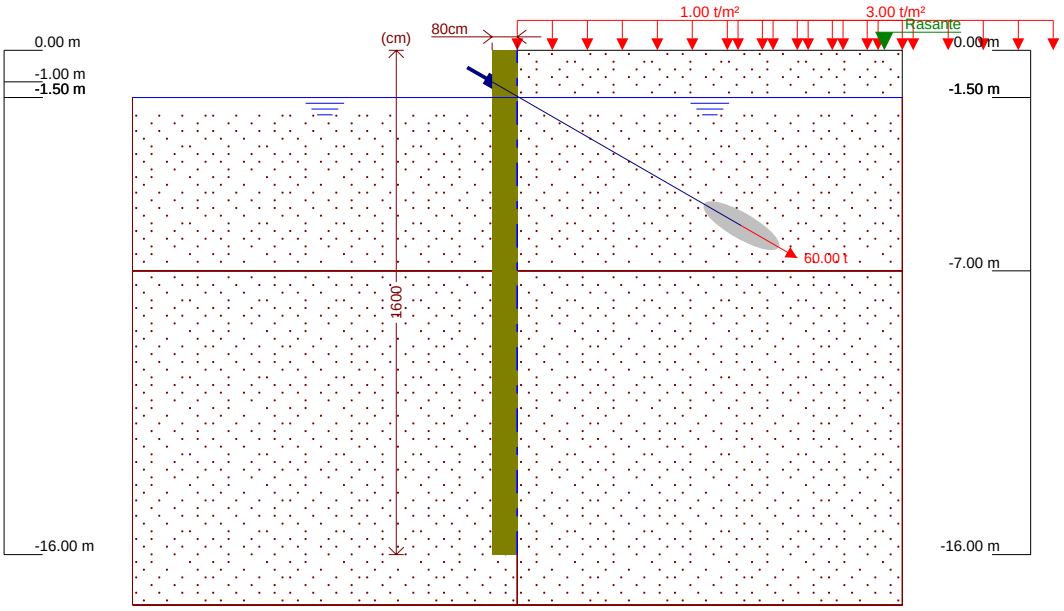
7.- ESQUEMA DE LAS FASES



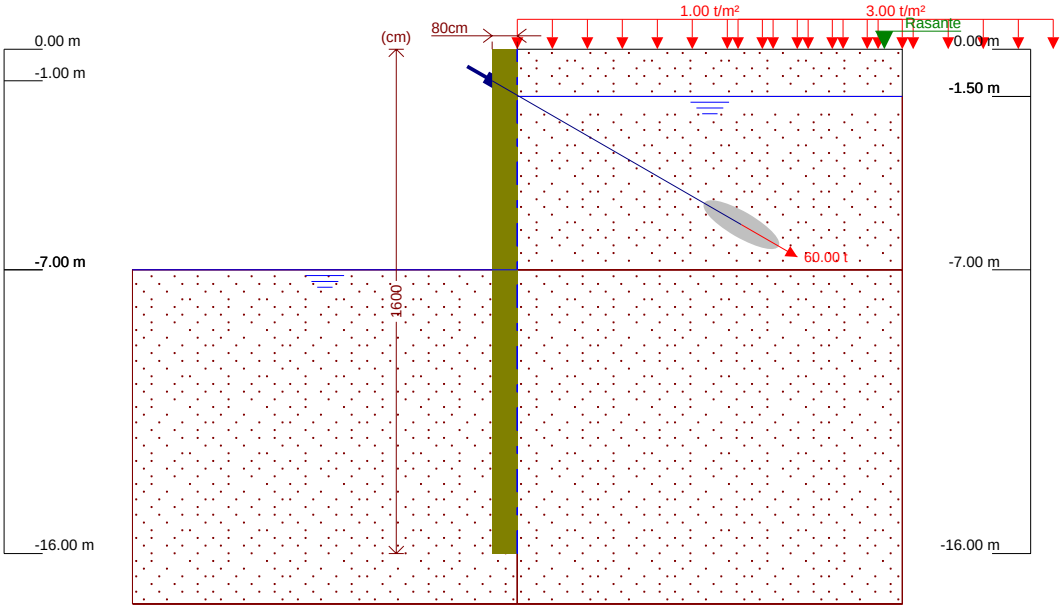
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Ejecución Muro Pantalla	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.50 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.50 m



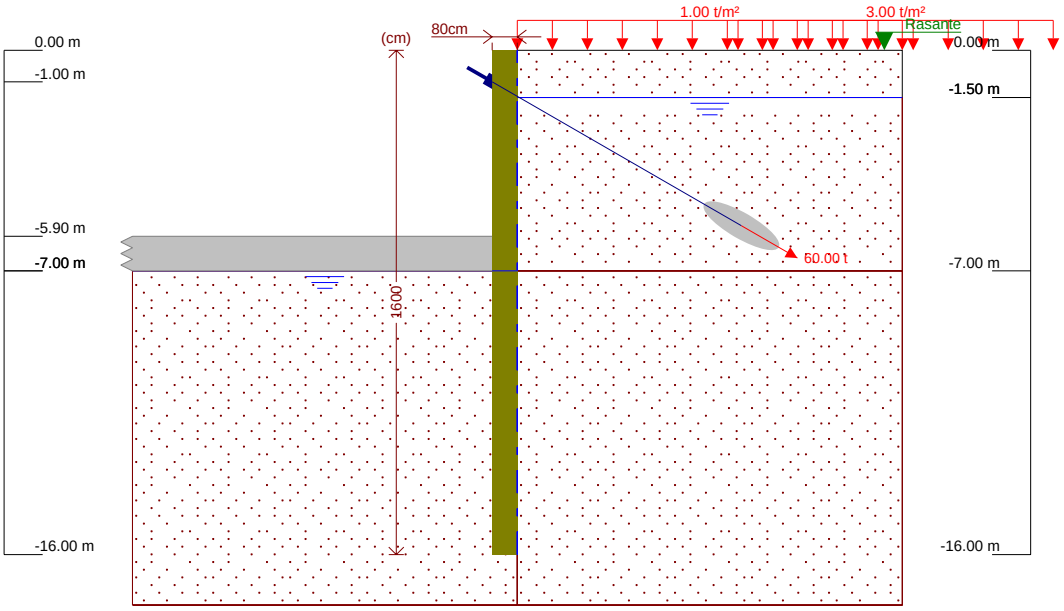
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Excavación a cota: -1.50 m	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.50 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.50 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.50 m



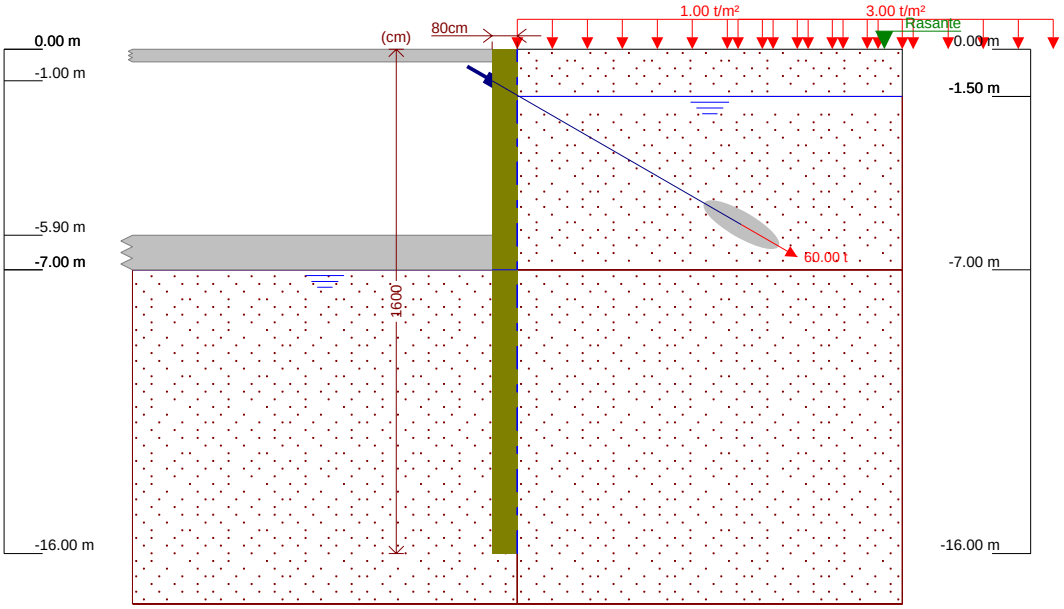
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Colocación de Anclaje Activo a cota -1.00 m	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.50 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.50 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.50 m



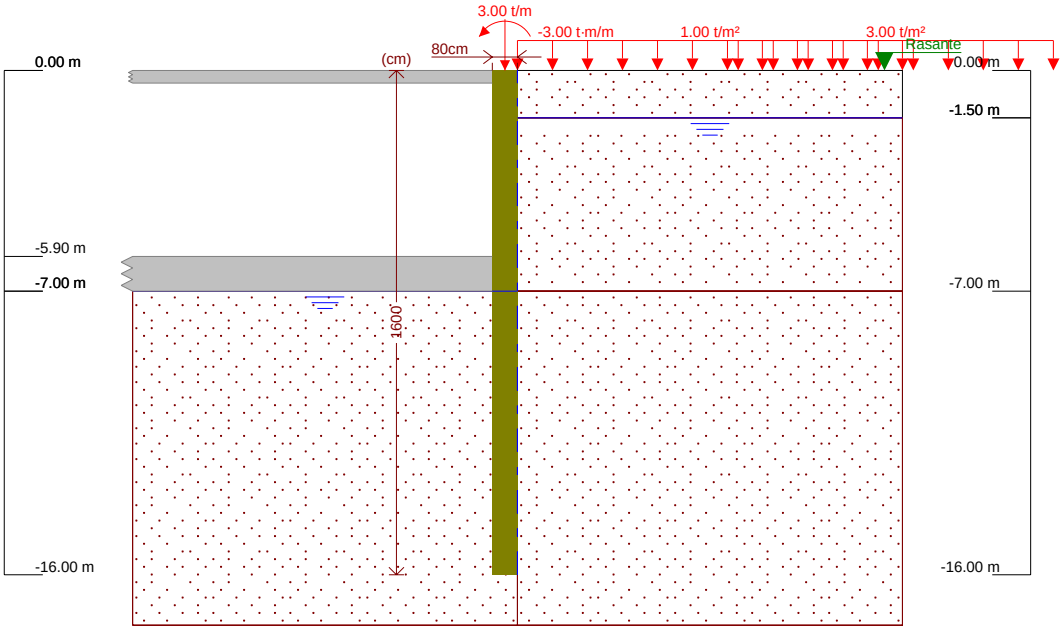
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Excavación Máxima a cota: -7.00 m	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -7.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.50 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -7.00 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Construcción de Losa de Cimentación (Canto 1.10 m)	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -7.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.50 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -7.00 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Construcción de Forjado Cubierta (Canto 40 cm)	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -7.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.50 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -7.00 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 7	Fase de Servicio	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: -7.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.50 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -7.00 m

8.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m²	Ejecución Muro Pantalla	Fase de Servicio
En banda	En superficie	Valor: 3 t/m² Ancho: 10 m Separación: 12 m	Ejecución Muro Pantalla	Fase de Servicio

9.- ELEMENTOS DE APOYO

ANCLAJES ACTIVOS

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -1.00 m Rigidez axil: 10000 t/m Carga: 60.00 t Ángulo: 30 grados Separación: 3.00 m	Colocación de Anclaje Activo a cota -1.00 m	Construcción de Forjado Cubierta (Canto 40 cm)

FORJADOS

Descripción	Fase de construcción	Fase de servicio
Cota: 0.00 m Canto: 40 cm Cortante fase constructiva: 0 t/m Cortante fase de servicio: 0 t/m Rigidez axil: 1000000 t/m²	Construcción de Forjado Cubierta (Canto 40 cm)	Construcción de Forjado Cubierta (Canto 40 cm)
Cota: -5.90 m Canto: 110 cm Cortante fase constructiva: 0 t/m Cortante fase de servicio: 0 t/m Rigidez axil: 1000000 t/m²	Construcción de Losa de Cimentación (Canto 1.10 m)	Construcción de Forjado Cubierta (Canto 40 cm)

10.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: EJECUCIÓN MURO PANTALLA

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
0.00	-0.18	-0.00	0.04	0.00	0.32	0.00
-1.50	-0.16	3.00	0.53	0.38	-0.56	0.00
-3.00	-0.15	6.00	-0.12	0.54	-0.20	0.00
-4.50	-0.14	9.00	-0.24	0.21	0.03	0.00
-6.00	-0.14	12.00	-0.14	-0.08	0.10	0.00
-7.50	-0.14	15.00	-0.02	-0.17	0.04	0.00
-9.00	-0.14	18.00	0.03	-0.14	0.02	0.00
-10.50	-0.13	21.00	0.04	-0.08	-0.00	0.00
-12.00	-0.12	24.00	0.03	-0.03	-0.01	0.00
-13.50	-0.11	27.00	0.01	0.00	-0.01	0.00
-15.00	-0.10	30.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
Máximos	-0.09 Cota: -16.00 m	32.00 Cota: -16.00 m	0.53 Cota: -1.50 m	0.58 Cota: -2.50 m	0.56 Cota: -1.25 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.18 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.24 Cota: -4.25 m	-0.17 Cota: -7.75 m	-0.56 Cota: -1.50 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 2: EXCAVACIÓN A COTA: -1.50 M

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
0.00	-0.87	-0.00	0.04	-0.00	0.31	0.00
-1.50	-0.67	3.00	1.25	0.83	1.52	0.00
-3.00	-0.49	6.00	0.73	2.83	-0.91	0.00
-4.50	-0.36	9.00	-0.24	2.97	-0.37	0.00
-6.00	-0.29	12.00	-0.66	2.20	-0.08	0.00
-7.50	-0.25	15.00	-0.61	1.23	0.09	0.00
-9.00	-0.24	18.00	-0.40	0.48	0.16	0.00
-10.50	-0.23	21.00	-0.18	0.08	0.12	0.00
-12.00	-0.23	24.00	-0.04	-0.05	0.06	0.00
-13.50	-0.22	27.00	0.02	-0.05	0.01	0.00
-15.00	-0.22	30.00	0.02	-0.01	-0.01	0.00
Máximos	-0.21 Cota: -16.00 m	32.00 Cota: -16.00 m	1.75 Cota: -2.00 m	3.07 Cota: -3.75 m	1.52 Cota: -1.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.87 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.68 Cota: -6.25 m	-0.06 Cota: -12.50 m	-1.34 Cota: -2.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 3: COLOCACIÓN DE ANCLAJE ACTIVO A COTA -1.00 M

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
0.00	1.57	-0.00	0.34	0.00	2.76	0.00
-1.50	0.83	13.00	-13.29	-5.42	9.05	0.00
-3.00	0.18	16.00	-2.24	-14.98	5.25	0.00
-4.50	-0.20	19.00	3.16	-12.85	1.30	0.00
-6.00	-0.34	22.00	3.60	-7.34	-0.53	0.00
-7.50	-0.36	25.00	2.47	-2.83	-0.98	0.00
-9.00	-0.32	28.00	1.13	-0.34	-0.71	0.00
-10.50	-0.28	31.00	0.29	0.55	-0.37	0.00
-12.00	-0.25	34.00	-0.10	0.59	-0.13	0.00
-13.50	-0.22	37.00	-0.20	0.33	0.01	0.00
-15.00	-0.21	40.00	-0.13	0.07	0.10	0.00
Máximos	1.57 Cota: 0.00 m	42.00 Cota: -16.00 m	3.78 Cota: -5.25 m	1.42 Cota: -1.00 m	9.05 Cota: -1.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.36 Cota: -7.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-14.06 Cota: -1.25 m	-15.21 Cota: -3.25 m	-0.98 Cota: -7.50 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 4: EXCAVACIÓN MÁXIMA A COTA: -7.00 M

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
0.00	0.77	-0.00	0.24	-0.00	1.96	0.00
-1.50	-2.20	16.30	-21.15	-9.88	1.52	0.00
-3.00	-5.00	19.30	-17.41	-38.75	2.33	1.50
-4.50	-7.10	22.30	-10.29	-59.03	2.99	3.00
-6.00	-8.14	25.30	-0.02	-65.85	3.52	4.50
-7.50	-7.99	28.30	12.73	-54.79	1.46	5.50
-9.00	-6.85	31.30	19.34	-28.79	-4.67	5.50
-10.50	-5.19	34.30	16.75	-0.93	-10.81	5.50
-12.00	-3.51	37.30	4.94	14.98	-15.10	5.50
-13.50	-2.09	40.30	-5.05	12.39	-8.33	5.50
-15.00	-0.90	43.30	-5.68	3.23	-2.67	5.50

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
Máximos	0.77 Cota: 0.00 m	45.30 Cota: -16.00 m	19.55 Cota: -9.25 m	15.73 Cota: -12.50 m	3.75 Cota: -6.75 m	5.50 Cota: -7.00 m
Mínimos	-8.22 Cota: -6.50 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-21.50 Cota: -1.25 m	-65.85 Cota: -6.00 m	-15.94 Cota: -11.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 5: CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE CIMENTACIÓN (CANTO 1.10 M)

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
0.00	0.77	-0.00	0.24	0.00	1.96	0.00
-1.50	-2.20	16.30	-21.15	-9.88	1.52	0.00
-3.00	-5.00	19.30	-17.40	-38.75	2.34	1.50
-4.50	-7.10	22.30	-10.28	-59.02	3.00	3.00
-6.00	-8.13	25.30	0.01	-65.80	3.53	4.50
-7.25	-8.09	27.80	10.70	-57.94	2.49	5.50
-8.75	-7.09	30.80	18.86	-33.63	-3.63	5.50
-10.25	-5.48	33.80	17.82	-5.13	-9.78	5.50
-11.75	-3.78	36.80	7.55	13.73	-15.93	5.50
-13.25	-2.31	39.80	-4.08	13.65	-9.36	5.50
-14.75	-1.09	42.80	-6.16	4.64	-3.58	5.50
Máximos	0.77 Cota: 0.00 m	45.30 Cota: -16.00 m	19.54 Cota: -9.25 m	15.72 Cota: -12.50 m	3.76 Cota: -6.75 m	5.50 Cota: -7.00 m
Mínimos	-8.21 Cota: -6.50 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-21.50 Cota: -1.25 m	-65.80 Cota: -5.75 m	-15.93 Cota: -11.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 6: CONSTRUCCIÓN DE FORJADO CUBIERTA (CANTO 40 CM)

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
0.00	0.77	-0.00	0.24	-0.00	1.96	0.00
-1.25	-1.71	15.80	-21.50	-4.59	1.40	0.00
-2.75	-4.57	18.80	-18.27	-34.40	2.21	1.25
-4.25	-6.82	21.80	-11.69	-56.45	2.90	2.75
-5.75	-8.04	24.80	-1.91	-65.80	3.45	4.25
-7.00	-8.16	27.30	8.45	-60.61	3.50	5.50
-8.50	-7.31	30.30	18.14	-38.35	-2.61	5.50
-10.00	-5.77	33.30	18.63	-9.59	-8.76	5.50
-11.50	-4.05	36.30	9.90	11.85	-14.91	5.50
-13.00	-2.53	39.30	-2.85	14.67	-10.43	5.50
-14.50	-1.28	42.30	-6.41	6.18	-4.49	5.50
-16.00	-0.15	45.30	-1.09	0.00	3.21	5.50
Máximos	0.77 Cota: 0.00 m	45.30 Cota: -16.00 m	19.54 Cota: -9.25 m	15.72 Cota: -12.50 m	3.76 Cota: -6.75 m	5.50 Cota: -7.00 m
Mínimos	-8.21 Cota: -6.50 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-21.50 Cota: -1.25 m	-65.80 Cota: -5.75 m	-15.93 Cota: -11.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 7: FASE DE SERVICIO

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
0.00	0.79	3.00	0.25	3.00	1.97	0.00
-1.25	-1.90	5.50	-18.29	-16.65	1.40	0.00
-2.75	-4.82	8.50	-15.07	-41.65	2.21	1.25

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
-4.25	-6.99	11.50	-8.50	-58.90	2.89	2.75
-5.75	-8.10	14.50	1.26	-63.49	3.44	4.25
-7.00	-8.14	17.00	6.85	-56.95	3.59	5.50
-8.50	-7.27	20.00	16.99	-36.75	-2.21	5.50
-10.00	-5.73	23.00	18.05	-9.21	-8.43	5.50
-11.50	-4.03	26.00	9.73	11.73	-14.72	5.50
-13.00	-2.53	29.00	-2.82	14.50	-10.36	5.50
-14.50	-1.29	32.00	-6.34	6.11	-4.50	5.50
-16.00	-0.16	35.00	-1.08	0.00	3.11	5.50
Máximos	0.79 Cota: 0.00 m	35.00 Cota: -16.00 m	18.73 Cota: -9.50 m	15.54 Cota: -12.50 m	3.81 Cota: -6.75 m	5.50 Cota: -7.00 m
Mínimos	-8.22 Cota: -6.45 m	3.00 Cota: 0.00 m	-19.55 Cota: -0.25 m	-63.80 Cota: -5.50 m	-15.77 Cota: -11.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

CON SISMO

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
0.00	0.78	3.00	0.26	3.00	2.12	0.00
-1.25	-1.88	5.50	-18.74	-17.28	1.95	0.00
-2.75	-4.77	8.50	-14.00	-41.83	3.28	1.73
-4.25	-6.90	11.50	-4.64	-55.16	4.41	3.47
-5.75	-8.04	14.50	8.73	-50.87	5.05	5.14
-7.00	-8.29	17.00	-4.62	-44.77	4.49	6.52
-8.50	-7.85	20.00	8.81	-39.02	-1.16	7.06
-10.00	-6.72	23.00	14.31	-20.02	-6.84	7.35
-11.50	-5.22	26.00	11.68	0.14	-12.52	7.59
-13.00	-3.72	29.00	1.24	9.29	-14.61	7.80
-14.50	-2.39	32.00	-4.66	4.75	-8.05	8.00
-16.00	-1.14	35.00	0.00	0.00	-1.91	8.17
Máximos	0.78 Cota: 0.00 m	35.00 Cota: -16.00 m	16.58 Cota: -6.45 m	9.29 Cota: -13.00 m	5.07 Cota: -6.00 m	8.17 Cota: -16.00 m
Mínimos	-8.29 Cota: -7.00 m	3.00 Cota: 0.00 m	-20.35 Cota: -0.25 m	-55.98 Cota: -4.75 m	-16.32 Cota: -12.50 m	0.00 Cota: 0.00 m

11.- RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.

Anclajes activos

Cota: -1.00 m	
Fase	Resultado
Colocación de Anclaje Activo a cota -1.00 m	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 60.00 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 20.00 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 51.96 t Carga lineal (En proyección horizontal): 17.32 t/m
Excavación Máxima a cota: -7.00 m	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 79.83 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 26.61 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 69.13 t Carga lineal (En proyección horizontal): 23.04 t/m
Construcción de Losa de Cimentación (Canto 1.10 m)	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 79.83 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 26.61 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 69.13 t Carga lineal (En proyección horizontal): 23.04 t/m
Construcción de Forjado Cubierta (Canto 40 cm)	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 79.83 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 26.61 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 69.13 t Carga lineal (En proyección horizontal): 23.04 t/m

Forjados

Cota: 0.00 m	
Fase	Resultado
Construcción de Forjado Cubierta (Canto 40 cm)	Carga lineal: 0.00 t/m
Fase de Servicio	Carga lineal: 19.80 t/m Carga lineal (Hipótesis sísmica): 20.62 t/m

Cota: -5.90 m	
Fase	Resultado
Construcción de Losa de Cimentación (Canto 1.10 m)	Carga lineal: 0.09 t/m
Construcción de Forjado Cubierta (Canto 40 cm)	Carga lineal: 0.09 t/m
Fase de Servicio	Carga lineal: 4.86 t/m Carga lineal (Hipótesis sísmica): 26.71 t/m

12.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

Armado vertical trasdós	Armado vertical intradós	Armado base horizontal	Rigidizador vertical	Rigidizador horizontal
Ø32c/30	Ø32c/15 Refuerzos: - Ø32 L(985), D(45) D: Distancia desde coronación	Ø25c/20	2Ø32	7Ø32

13.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: 05_Cámara de Tormentas (05_Cámara de Tormentas en Playa Serena. Roquetas de Mar. Almería HA-30 Ambiente IIIb)		
Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 17.5 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0049	Cumple

Referencia: 05_Cámara de Tormentas (05_Cámara de Tormentas en Playa Serena. Roquetas de Mar. Almería HA-30 Ambiente IIIb)		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*	Mínimo: 0.00268 Calculado: 0.00306	Cumple
Longitud de patilla horizontal: *La longitud de la patilla debe ser, como mínimo, 12 veces el diámetro. Criterio de J. Calavera, "Manual de Detalles Constructivos en Obras de Hormigón Armado".*	Mínimo: 30 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Trasdós:	Calculado: 0.00335	Cumple
- Intradós:	Calculado: 0.0067	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Trasdós:	Calculado: 0.00335	Cumple
- Intradós:	Calculado: 0.0067	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00131 Calculado: 0.00335	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00184 Calculado: 0.0134	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
- Trasdós:	Mínimo: 8e-005 Calculado: 0.00335	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0067	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.2 cm	
- Trasdós:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 4.3 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por módulo de pantalla*		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 98 t Calculado: 87.98 t	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm Calculado: 0.175 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*	Mínimo: 2.66 m	
- Base trasdós:	Calculado: 2.7 m	Cumple
- Base intradós:	Calculado: 2.7 m	Cumple
Rigidizadores horizontales:		
- Diámetro mínimo: *Criterio de CYPE Ingenieros. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.*	Mínimo: 32 mm Calculado: 32 mm	Cumple
- Separación máxima: *Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.*	Máximo: 2.5 m Calculado: 2.28 m	Cumple
Rigidizadores verticales:		

Referencia: 05_Cámara de Tormentas (05_Cámara de Tormentas en Playa Serena. Roquetas de Mar. Almería HA-30 Ambiente IIIb)		
Comprobación	Valores	Estado
- Diámetro mínimo: *Criterio de CYPE Ingenieros. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.*	Mínimo: 32 mm Calculado: 32 mm	Cumple
- Separación máxima: *Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.*	Máximo: 1.5 m Calculado: 1.5 m	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -6.00 m, Md: -296.34 t·m, Nd: 0.00 t, Vd: -0.09 t, Tensión máxima del acero: 1.745 t/cm²
- Sección crítica a cortante: Cota: -0.25 m
- Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -5.50 m, M: -191.40 t·m, N: 0.00 t
- Los esfuerzos están mayorados y corresponden al ancho total del tramo definido. (Longitud tramo: 3.00 m)

14.- MEDICIÓN

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø25	Ø32	
Armado vertical trasdós	Longitud (m) Peso (kg)		9x8.94 9x56.44	80.46 507.97
Armado vertical trasdós	Longitud (m) Peso (kg)		9x10.58 9x66.80	95.22 601.16
Armado vertical intradós	Longitud (m) Peso (kg)		17x8.94 17x56.44	151.98 959.50
Armado vertical intradós	Longitud (m) Peso (kg)		17x10.58 17x66.80	179.86 1135.52
Armado vertical intradós - Refuerzos	Longitud (m) Peso (kg)		16x9.85 16x62.19	157.60 994.99
Junta lateral positiva	Longitud (m) Peso (kg)		4x8.53 4x53.85	34.12 215.41
Junta lateral positiva	Longitud (m) Peso (kg)		4x10.58 4x66.80	42.32 267.18
Junta lateral negativa	Longitud (m) Peso (kg)		3x8.53 3x53.85	25.59 161.56
Junta lateral negativa	Longitud (m) Peso (kg)		3x10.58 3x66.80	31.74 200.39
Armado horizontal	Longitud (m) Peso (kg)	80x7.24 80x27.90		579.20 2231.89
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m) Peso (kg)		2x10.89 2x68.75	21.78 137.51
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m) Peso (kg)		2x8.34 2x52.65	16.68 105.31
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m) Peso (kg)		2x10.89 2x68.75	21.78 137.51
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m) Peso (kg)		2x8.34 2x52.65	16.68 105.31
Armado rigidizadores horizontales	Longitud (m) Peso (kg)		14x4.59 14x28.98	64.26 405.70
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	579.20 2231.89	940.07 5935.02	 8166.91

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø25	Ø32	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	637.12	1034.08	
	Peso (kg)	2455.08	6528.52	8983.60

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)
Elemento	Ø25	Ø32	Total	HA-30, Yc=1.5
Referencia: Muro pantalla de hormigón armado	2455.08	6528.52	8983.60	38.40
Totales	2455.08	6528.52	8983.60	38.40

4.2.1.2.4.- Losa de cimentación.

Si nos basamos en el estudio geotécnico presentado, en el nivel de cimentación de la losa, el terreno que nos encontramos dispone de un coeficiente de balasto en placa 30 x 30 (k30) :

$$K_{30} = 10{,}00 – 15{,}00 \text{ Kp/cm}^3.$$

Considerando terrenos sumergidos (como es el caso) multiplicados por 0,6:

$$K_{30} = 6{,}00 – 9{,}00 \text{ Kp/cm}^3.$$

Extrapolando para ancho real:

$$K_b = K_{30} * \left(\frac{b+0{,}30}{2b}\right)^2$$

(suelos granulares)

K1= Módulo de balasto de la losa.
Kp= Módulo de balasto de la placa de 30x30
b = Lado menor de la losa (cm)

- **Minimo.**

$$K_b = 6\ x\ 10^4\ KN/m^3 * \left(\frac{28+0{,}30}{2*28}\right)^2 = 6*10^4\left(\frac{28{,}3^2}{3136}\right) = 6*\ 10^4(0{,}250)$$

$$= 1{,}53*\ 10^4 = 15.300\ KN/m^3$$

- **Máximo.**

$$K_b = 9 \text{ x } 10^4 \text{ x } 0{,}25 = 22.500 \text{ KN/m}^3$$

≈Valor medio → 20.000 KN/m^3

Se detecta el nivel freático a cota -1,50 m desde el nivel de terreno actual por lo que en la cota de cimentación (-7,00 m) existirá una subpresión de 5,5 m.c.a. ≈ 55 KN/m^2.

Se proyecta una losa de 110 cm de espesor, empotrada en las pantallas laterales, sobre una capa de hormigón de limpieza de 10 cm. Las cargas gravitatorias consideradas son:

Cargas estabilizantes.

- *Peso losa cimentación:*

81,4 x 28,40 x 1,10 x 25 KN/m^3 = 63.573,4 KN

- *Muros laterales:*

$$[(2\ x\ 81{,}40\ ) + (2\ x\ 26{,}80)]x0{,}80x5{,}9\ x\ 25\ \ KN/m^3 = 25.535{,}2\ KN.$$

- *Losa superior:*

79,80 x 26,80 x 0,4 x 25 KN/m^3 = 21.386,4 KN

- *Peso pantallas sumergidas:*

81,40 x 2 x 0,8 x (16 – 7) x (25 – 10) = 17.582,4 KN

26,8 x 2 x 0,8 x (16 – 7) x (25 – 10) = 5.788,8 KN

133.866 KN

Cargas desestabilizantes.

- Empuje subpresión.

81,4 x 28,4 x 55 KN/m^2 = 127.146,8 KN

<u>Las concargas totales compensan totalmente la presión hidrostática prevista.</u>

Durante el periodo de fraguado y endurecimiento del hormigón de la losa, hasta que ésta desarrolle la resistencia establecida en proyecto, y durante todo el periodo de ejecución del nivel superior, será necesario rebajar el nivel freático hasta una cota tal que la presión hidrostática sobre aquella sea igual o inferior al peso propio de la losa de cimentación. Es decir:

e_w = 27,5 KN/m^2

Con una cota máxima de excavación de 7 metros, esto equivale a rebajar el nivel freático hasta la cota -4,25 m desde la rasante actual del terreno.

El armado base de la losa de cimentación será # Ø25 cada 15cm se incluirán además los refuerzos que se indican en planos.

En la unión de la losa de cimentación con el muro pantalla se colocará como armadura de conexión Ø 16 cada 60 cm superior e inferior de longitud 80 cm, fijada con resina epoxi.

4.2.2- ESTRUCTURA.

4.2.2- ESTRUCTURA.

Aparte del cerramiento perimetral mediante muro pantalla y la losa de cimentación ya descritos, se ejecutará como forjado superior una losa maciza de 0,40 m de espesor empotrada superiormente en la viga de coronación del muro pantalla.

Se plantean unos apoyos interiores de la losa a base de pilares de hormigón armado colocados cada 5,00 m en formación de cuadrícula.

Debido a la longitud de la losa se realizan dos (2) juntas de dilatación con doble fila de pilares para independizar paños. En los extremos de la losa que forman las juntas, se colocarán además las vigas de borde indicadas.

El armado base de la losa superior será:

Tipo	Armado Base	Armado Refuerzo	Armado a punzonamietno
Arm. Transversal Inferior	Ø 20 a 15 cm	Indicado en planos	Indicado en planos
Arm. Longitudinal Inferior.	Ø 16 a 15 cm		
Arm. Transversal Superior.	Ø 20 a 15 cm		
Arm. Longitudinal Superior.	Ø 16 a 15 cm		

Se añadirán los refuerzos tanto superiores como inferiores que se indican en los planos correspondientes así como los refuerzos por punzonamiento reflejados.

En los huecos existentes en la losa superior se reforzará la armadura de la losa con zunchos perimetrales de armado indicado en planos.

Dimensionamiento

- ***Normas de aplicación.***

Acciones. Para el cálculo de las solicitaciones se han tenido en cuenta el Código Técnico de Edificación, Documento Básico DB-SE AE, y la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, cuyos valores se definen en el anexo 1.

Terreno. Se siguen las prescripciones del Código Técnico de Edificación Documento Básico DB- SE C.

Cementos. Todos los cementos a utilizar en la obra, en función de su situación, tipo de ambiente, serán definidos según la norma para la Recepción de Cementos RC-03.

Hormigón armado. El diseño, cálculo y armado de los elementos de hormigón de la estructura y cimentación, se ajustarán en todo momento a lo indicado en las normas EHE-08, ejecutándose de acuerdo con lo señalado en las indicadas instrucciones.

Acero laminado y conformado. El diseño y cálculo de perfiles laminados y conformados se hará de acuerdo con lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB-SE A.

- ***Método de cálculo.***

- Hormigón armado.

Para la obtención de las solicitaciones se han considerado los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad.

El método de cálculo aplicado es de los Estados Límites, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales.

En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes a: equilibrio, agotamiento o rotura, adherencia, anclaje y fatiga (si procede).

En los estados límites de utilización, se comprueba: deformaciones (flechas y desplazamiento horizontal), y vibraciones (si procede).

Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondientes de acuerdo a los coeficientes de seguridad y las hipótesis básicas definidas en la norma.

La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples del entramado estructural, se harán de acuerdo a un cálculo lineal de primer orden, es decir

admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura.

Para la obtención de las solicitaciones determinantes en el dimensionado de los elementos de los forjados (losas) se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo.

- Acero laminado.

Se dimensionan los elementos metálicos de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación, determinándose las tensiones y deformaciones, así como la estabilidad, de acuerdo con los principios de la Mecánica Racional y la Resistencia de Materiales.

Se realiza un cálculo lineal de primer orden, admitiéndose localmente plastificaciones de acuerdo con lo indicado en la norma.

La estructura se supone sometida a las acciones exteriores, ponderándose para la obtención de las tensiones y comprobación de secciones, y sin mayorar para las comprobaciones de deformaciones, de acuerdo con los límites de agotamiento de tensiones y límites de flecha establecidos.

- ***Cálculos por ordenador***

Para la obtención de las solicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales, se ha dispuesto de un programa informático de ordenador.

El programa empleado es CYPECAD, número de licencia 66.779.

-Características de los materiales a utilizar.

- Hormigón armado.

- *Hormigón*

	Elementos de hormigón armado			
	Losa de cubierta	**Viga de coronación**	**Pantallas**	**Losa de cimentación**
Resistencia característica a los 28 días: f_{ck} (N/mm^2)	30	30	30	30
Consistencia del hormigón	Blanda	Blanda	Fluida	Plástica
Tamaño máximo del árido (mm)	20	25	20	40
Clase de exposición	IIIb	IIIb	IIIb	IIIb
Tipo de cemento (RC-03)	II/A (MR)	II/A (MR)	II/A(MR)	II/A(MR)
Cantidad mínima de cemento (kg/m^3)	400/300	400/300	400/350	400/350
Asiento Cono de Abrams (cm)	6 a 9	6 a 9	10 a 15	3 a 5
Sistema de compactación	Vibrado			
Nivel de control previsto	Estadístico			
Coeficiente de minoración	1,5			
Resistencia de cálculo del hormigón: f_{cd} (N/mm^2)	20,00	20,00	20,00	20,00

- *Acero en barras.*

	Toda la obra
Designación	B 500 S
Límite elástico (N/mm^2)	500
Nivel de control previsto	Normal
Coeficiente de minoración	1,15
Resistencia de cálculo del acero (barras): f_{yd} (N/mm^2)	434,78

- Acero en mallazos

	Toda la obra
Designación	B 500 T
Límite elástico (N/mm^2)	500

- Ejecución

	Toda la obra
A. Nivel de control previsto	Normal
B. Coeficiente de mayoración de las acciones desfavorables Permanentes / variables	1,5 / 1,6

- Acero en perfiles y chapas.

		Toda la obra
Perfiles laminados y huecos	Clase y designación	S 275JR
	Límite elástico (N/mm^2)	275
Chapas	Clase y designación	S 275JR
	Límite elástico (N/mm^2)	275

4.2.3.- ANEXO I. ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO.

4.2.3.- ANEXO I. ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO.

1. ACCIONES GRAVITATORIAS.

1.1 Cargas superficiales.

Además de las definidas a continuación, se consideran en el cálculo las cargas concentradas que para cada uso establece el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB-SE AE, en la Tabla 3.1.

1.1.1. Losa de cimentación

Se considera además del peso propio la subpresión y la eventual carga de agua dentro de la cámara.

Con cargas.

Losa de hormigón espesor 110 cm 27,5 KN/m^2.

Subpresión máxima 5,5 m - 55,00 KN/m^2.

Sobrecargas.

Agua interior 24,00 KN/m^2.

1.1.2. Losa Superior.

Se considera el peso propio, carga muerta de pavimento y sobrecargas de tráfico de obra/peatonal, actividades y aparte la sobrecarga debida al posible paso de camión de bomberos por el carril de tráfico habilitado.

Con cargas.

Losa de hormigón espesor 40 cm 10 KN/m^2.

Carga pavimento 3,6 KN/m^2.

Sobrecargas.

Tráfico obra/ peatonal/ actividades 10,00 KN/m^2.
Camión bomberos 20,00 KN/m^2.

1.1.3.- Muros

Se remite al cálculo del muro pantalla.

2.- ACCIONES DEL VIENTO.

No se consideran estas acciones puesto que la estructura calculada no se eleva sobre el terreno que la rodea.

3.- ACCIONES TÉRMICAS Y REOLÓGICAS.

No se consideran estas acciones debidos a las dimensiones del elemento, una vez previstas las juntas de dilatación.

4.- ACCIONES SÍSMICAS.

De acuerdo con la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, por el uso y la situación del edificio, en el término municipal de Roquetas de Mar, se consideran las acciones sísmicas.

4.1.- Clasificación de la construcción. Coeficiente de riesgo.

Se considera construcción de importancia normal. Por tanto, $\rho = 1{,}0$.

4.2.- Coeficiente de amplificación del terreno.

El coeficiente de terreno C vale, de acuerdo con la normativa, 2,0. El valor de S es:

$$S = \frac{C}{1{,}25} + 3{,}33 \cdot \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0{,}1 \right) \cdot \left(1 - \frac{C}{1{,}25} \right)$$ (NCSE-02, Art. 2.2)

En este caso, S = 1,54.

4.3.- Aceleración básica.

De acuerdo al anejo 1 de la norma en el término municipal considerado es:

$a_b = 0{,}13$ g, coeficiente de contribución K = 1,0.

4.4.- Aceleración de cálculo.

$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b = 1{,}54 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}13 \text{ g} = 0{,}20 \text{ g}$

4.5.- Amortiguamiento.

El amortiguamiento expresado en % respecto del crítico, para el tipo de estructura considerada y compartimentación, será del 4 %.

4.6.- Fracción cuasi-permanente de sobrecarga.

En función del uso del edificio, la parte de la sobrecarga a considerar en la masa sísmica movilizable será de 0,6.

4.7.- Ductilidad.

De acuerdo con el tipo de estructura diseñada, la ductilidad considerada es baja.

4.8.- Método de cálculo empleado.

El método de cálculo utilizado es el análisis modal espectral, con los espectros de la norma, y sus consideraciones de cálculo.

5. COMBINACIONES DE ACCIONES CONSIDERADAS.

5.1.- Hormigón.

Hipótesis y combinaciones. De acuerdo con las acciones determinadas en función de su origen, y teniendo en cuenta tanto si el efecto de estas es favorable o desfavorable, así como los coeficientes de ponderación, se realizará el cálculo de las combinaciones posibles del modo siguiente:

Situación una acción variable: $\gamma_{fg} \cdot G + \gamma_{fq} \cdot Q$
Situación dos o más acciones variables: $\gamma_{fg} \cdot G + \Sigma\, 0{,}9\, (\gamma_{fq,i} \cdot Q_{k,i})$
Situaciones sísmicas: $G + 0{,}8 \cdot Q_{eq} + A_E$

5.2.- Acero laminado.

Las combinaciones utilizadas son las definidas en el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB-SE, Art. 4.2.

4.2.4- ANEXO II. CÁLCULOS POR ORDENADOR

4.2.4- ANEXO II. CÁLCULOS POR ORDENADOR

4.2.4.1.- PROGRAMAS UTILIZADOS.

1.1.- Nombre del programa.

CYPECAD Espacial

1.2.- Versión y fecha.

Versión 2015.

1.3.- Empresa distribuidora.

CYPE Ingenieros, S.A.

4.2.4.2.- TIPO DE ANÁLISIS EFECTUADO POR EL PROGRAMA.

Descripción de problemas a resolver.

CYPECAD Espacial ha sido concebido para realizar el cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado diseñado con forjados unidireccionales, reticulares y losas macizas para edificios sometidos a acciones verticales y horizontales. Las vigas de forjados pueden ser de hormigón y metálicas. Los soportes pueden ser pilares de hormigón armado, metálicos, pantallas de hormigón armado, muros de hormigón armado con o sin empujes horizontales y muros de fábrica, y la cimentación puede ser flotante mediante vigas y losas de cimentación.

Con él se puede obtener la salida gráfica de planos de dimensiones y armado de las plantas, vigas, pilares, pantallas y muros por plotter, impresora y ficheros DXF, así como listado de datos y resultados del cálculo.

Descripción del análisis efectuado por el programa.

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas H.A., muros, vigas y forjados.

Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diafragma rígido). Por tanto, cada planta sólo podrá girar y desplazarse en su conjunto (3 grados de libertad).

Cuando en una misma planta existan zonas independientes, se considerará cada una de éstas como una parte distinta de cara a la indeformabilidad de esa zona, y no se tendrá en cuenta en su conjunto. Por tanto, las plantas se comportarán como planos indeformables independientes.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático, (excepto cuando se consideran acciones dinámicas por sismo, en cuyo caso se emplea el análisis modal espectral), y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

4.2.4.3.- DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

La estructura se discretiza en elementos tipo barra, emparrillados de barras y nudos, y elementos finitos triangulares de la siguiente manera:

- **1. Pilares**: Son barras verticales entre cada planta, definiendo un nudo en arranque de cimentación o en otro elemento, como una viga o forjado, y en la intersección de cada planta, siendo su eje el de la sección transversal. Se consideran las excentricidades debidas a la variación de dimensiones en altura.

- **2. Vigas**: se definen en planta fijando nudos en la intersección con el eje de pilares y/o sus caras, así como en los puntos de corte con elementos de forjado o con otras vigas. Así se crean nudos en el eje y en los bordes laterales y, análogamente, en las puntas de voladizos y extremos libres o en contacto con otros elementos de los forjados. Por tanto, una viga entre dos pilares está formada por varias barras consecutivas, cuyos nudos son las intersecciones con las barras de forjados. Siempre poseen tres grados de libertad, manteniendo la hipótesis de diafragma rígido entre todos los elementos que se encuentren en contacto. Por ejemplo, una viga continua que se apoya en varios pilares, aunque no tenga forjado, conserva la hipótesis de diafragma rígido. Pueden ser de hormigón armado o metálicas en perfiles seleccionados de biblioteca.

- **3. Losas Macizas**: La discretización de los paños de losa maciza se realiza en mallas de elementos tipo barra de tamaño máximo de 25 cm y se efectúa una condensación estática (método exacto) de todos los grados de libertad. Se tiene en cuenta la deformación por cortante y se mantiene la hipótesis de diafragma rígido. Se considera la rigidez a torsión de los elementos.

- **4.- Losas cimentación**: Son losas macizas flotantes cuya discretización es idéntica a las losas normales de planta, con muelles cuya constante se define a partir del coeficiente de balasto.

- **5.- Muros de hormigón armado**: Son elementos verticales de sección transversal cualquiera, formada por rectángulos entre cada planta, y definidos por un nivel inicial y un nivel final. La dimensión de cada lado puede ser diferente en cada planta. En una pared (o muro) una de las dimensiones transversales de cada lado debe ser mayor que cinco veces la otra dimensión ya que si no se verifica esta condición, no es adecuada su discretización como elemento finito, y realmente se puede considerar un pilar, y otro elemento en función de sus dimensiones, tanto vigas como forjados y pilares se unen a las paredes del muro a lo largo de sus lados en cualquier posición y dirección.

Todo nudo generado corresponde con algún nodo de los triángulos.

Las discretización efectuada es por elementos finitos tipo lámina gruesa tridimensional, que considera la deformación por cortante. Están formados por seis nodos, en los vértices y en los puntos medios de los lados, con seis grados de libertad cada uno. Su forma es triangular y se realiza un mallado del muro en función de las dimensiones, geometría, huecos, generándose un mallado con refinamiento en zonas críticas, lo que reduce el tamaño de los elementos en las proximidades de ángulos, bordes y singularidades.

Para mayor información sobre el funcionamiento y forma de cálculo del programa puede consultarse los manuales de éste.

Se presentan a continuación los listados generados después del cálculo para cada elemento:

4.2.5.-LISTADOS

1) Cámara de Tormentas.

- Datos de Obra

DATOS DE OBRA

ÍNDICE

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA..... 2

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA..... 2

3.- NORMAS CONSIDERADAS..... 2

4.- ACCIONES CONSIDERADAS..... 2
4.1.- Gravitatorias..... 2
4.2.- Viento..... 2
4.3.- Sismo 2
4.4.- Hipótesis de carga..... 2
4.5.- Empujes en muros..... 2
4.6.- Listado de cargas..... 3

5.- ESTADOS LÍMITE..... 3

6.- SITUACIONES DE PROYECTO..... 4
6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)..... 4
6.2.- Combinaciones..... 5

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS..... 8

8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS..... 8
8.1.- Pilares..... 8
8.2.- Muros..... 10

9.- DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA..... 11

10.- MATERIALES UTILIZADOS..... 11
10.1.- Hormigones..... 11
10.2.- Aceros por elemento y posición..... 11
10.2.1.- Aceros en barras..... 11
10.2.2.- Aceros en perfiles..... 11

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2015

Número de licencia: 66779

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: CAMARA TORMENTAS PLAYA SERENA

Clave: CTORPLAYASERDEF

3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

4.- ACCIONES CONSIDERADAS

4.1.- Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m²)	Cargas muertas (kN/m²)
Forjado 1	2.0	3.6
Cimentación	0.0	3.6

4.2.- Viento

Sin acción de viento

4.3.- Sismo

Sin acción de sismo

4.4.- Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso		
Adicionales	Referencia	Descripción	Naturaleza
	CM0	Subpresión	Peso propio
	Q 1 (Agua pluvial)	Considerando nivel máximo agua en cámara)	Sobrecarga de uso
	Q 2 Bomberos	Paso camión bomberos	Sobrecarga de uso
	Q 3	Carga trafico	Sobrecarga de uso

4.5.- Empujes en muros

Empuje de Defecto

Primera situación de relleno

Carga:Peso propio

Con nivel freático: Cota -1.50 m

Con relleno: Cota 0.00 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 18.00 kN/m³

Densidad sumergida 11.00 kN/m³

Ángulo rozamiento interno 32.00 Grados

Evacuación por drenaje 1.00 %

Segunda situación de relleno

Carga:Sobrecarga de uso

Con nivel freático: Cota -1.50 m

Con relleno: Cota 0.00 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 18.00 kN/m³

Densidad sumergida 11.00 kN/m³
Ángulo rozamiento interno 32.00 Grados
Evacuación por drenaje 1.00 %
Carga 1:
Tipo: Uniforme
Valor: 10.00 kN/m²

4.6.- Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
0	CM0	Superficial	-55.00	(80.40, 27.40) (0.60, 27.40) (0.60, 0.60) (80.40, 0.60)
	Q 1 (Agua pluvial)	Superficial	24.00	(80.40, 27.40) (0.60, 27.40) (0.60, 0.60) (80.40, 0.60)
1	Q 2 Bomberos	Superficial	20.00	(0.69, 27.32) (0.69, 23.66) (5.68, 23.69) (5.68, 27.26) (0.70, 27.33)
	Q 2 Bomberos	Superficial	20.00	(10.19, 23.87) (10.21, 27.19) (15.17, 27.21) (15.19, 23.93) (10.19, 23.86)
	Q 2 Bomberos	Superficial	20.00	(18.28, 27.05) (18.33, 23.88) (23.98, 23.86) (23.93, 27.08) (18.31, 27.03)
	Q 2 Bomberos	Superficial	20.00	(26.14, 27.03) (26.09, 23.81) (29.71, 23.81) (29.74, 26.92) (26.14, 27.00)
	Q 2 Bomberos	Superficial	20.00	(31.10, 26.92) (31.16, 23.81) (79.53, 24.07) (79.53, 26.76) (31.11, 26.91)
	Q 3	Superficial	8.00	(47.05, 2.77) (49.39, 2.77) (49.39, 0.20) (50.30, 0.20) (50.30, 4.00) (50.30, 9.00) (50.30, 14.00) (50.30, 19.00) (50.30, 24.00) (50.30, 27.80) (25.70, 27.80) (25.70, 24.00) (25.70, 19.00) (25.70, 14.00) (25.70, 9.00) (25.70, 4.00) (25.70, 0.20) (47.05, 0.20)
	Q 3	Superficial	8.00	(25.30, 4.00) (25.30, 9.00) (25.30, 14.00) (25.30, 19.00) (25.30, 24.00) (25.30, 27.80) (0.20, 27.80) (0.20, 0.20) (25.30, 0.20)
	Q 3	Superficial	8.00	(80.80, 27.80) (50.78, 27.80) (50.78, 24.00) (50.78, 19.00) (50.78, 14.00) (50.78, 9.00) (50.78, 4.00) (50.78, 2.81) (56.46, 2.81) (56.46, 0.20) (80.80, 0.20)

5.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

6.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado
Q_k Acción variable
γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

6.2.- Combinaciones

- Nombres de las hipótesis

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
CM0	Subpresión
Qa	Sobrecarga de uso
Q 1 (Agua pluvial)	Considerando nivel máximo agua en cámara)
Q 2 Bomberos	Paso camión bomberos
Q 3	Carga trafico

- E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	CM	CM0	Qa	Q 1 (Agua pluvial)	Q 2 Bomberos	Q 3
1	1.000	1.000	1.000				
2	1.350	1.350	1.000				
3	1.000	1.000	1.350				
4	1.350	1.350	1.350				
5	1.000	1.000	1.000	1.500			
6	1.350	1.350	1.000	1.500			
7	1.000	1.000	1.350	1.500			
8	1.350	1.350	1.350	1.500			
9	1.000	1.000	1.000		1.500		
10	1.350	1.350	1.000		1.500		
11	1.000	1.000	1.350		1.500		
12	1.350	1.350	1.350		1.500		
13	1.000	1.000	1.000	1.500	1.500		
14	1.350	1.350	1.000	1.500	1.500		
15	1.000	1.000	1.350	1.500	1.500		
16	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500		
17	1.000	1.000	1.000			1.500	
18	1.350	1.350	1.000			1.500	
19	1.000	1.000	1.350			1.500	
20	1.350	1.350	1.350			1.500	
21	1.000	1.000	1.000	1.500		1.500	
22	1.350	1.350	1.000	1.500		1.500	
23	1.000	1.000	1.350	1.500		1.500	
24	1.350	1.350	1.350	1.500		1.500	
25	1.000	1.000	1.000		1.500	1.500	
26	1.350	1.350	1.000		1.500	1.500	
27	1.000	1.000	1.350		1.500	1.500	
28	1.350	1.350	1.350		1.500	1.500	
29	1.000	1.000	1.000	1.500	1.500	1.500	
30	1.350	1.350	1.000	1.500	1.500	1.500	
31	1.000	1.000	1.350	1.500	1.500	1.500	
32	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500	1.500	
33	1.000	1.000	1.000				1.500
34	1.350	1.350	1.000				1.500
35	1.000	1.000	1.350				1.500
36	1.350	1.350	1.350				1.500
37	1.000	1.000	1.000	1.500			1.500
38	1.350	1.350	1.000	1.500			1.500
39	1.000	1.000	1.350	1.500			1.500
40	1.350	1.350	1.350	1.500			1.500
41	1.000	1.000	1.000		1.500		1.500
42	1.350	1.350	1.000		1.500		1.500
43	1.000	1.000	1.350		1.500		1.500
44	1.350	1.350	1.350		1.500		1.500
45	1.000	1.000	1.000	1.500	1.500		1.500
46	1.350	1.350	1.000	1.500	1.500		1.500
47	1.000	1.000	1.350	1.500	1.500		1.500
48	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500		1.500

- E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	CM0	Qa	Q 1 (Agua pluvial)	Q 2 Bomberos	Q 3
1	1.000	1.000	1.000				
2	1.600	1.600	1.000				
3	1.000	1.000	1.600				
4	1.600	1.600	1.600				
5	1.000	1.000	1.000	1.600			
6	1.600	1.600	1.000	1.600			
7	1.000	1.000	1.600	1.600			
8	1.600	1.600	1.600	1.600			
9	1.000	1.000	1.000		1.600		
10	1.600	1.600	1.000		1.600		
11	1.000	1.000	1.600		1.600		
12	1.600	1.600	1.600		1.600		
13	1.000	1.000	1.000	1.600	1.600		
14	1.600	1.600	1.000	1.600	1.600		
15	1.000	1.000	1.600	1.600	1.600		
16	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600		
17	1.000	1.000	1.000			1.600	
18	1.600	1.600	1.000			1.600	
19	1.000	1.000	1.600			1.600	
20	1.600	1.600	1.600			1.600	
21	1.000	1.000	1.000	1.600		1.600	
22	1.600	1.600	1.000	1.600		1.600	
23	1.000	1.000	1.600	1.600		1.600	
24	1.600	1.600	1.600	1.600		1.600	
25	1.000	1.000	1.000		1.600	1.600	
26	1.600	1.600	1.000		1.600	1.600	
27	1.000	1.000	1.600		1.600	1.600	
28	1.600	1.600	1.600		1.600	1.600	
29	1.000	1.000	1.000	1.600	1.600	1.600	
30	1.600	1.600	1.000	1.600	1.600	1.600	
31	1.000	1.000	1.600	1.600	1.600	1.600	
32	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	
33	1.000	1.000	1.000				1.600
34	1.600	1.600	1.000				1.600
35	1.000	1.000	1.600				1.600
36	1.600	1.600	1.600				1.600
37	1.000	1.000	1.000	1.600			1.600
38	1.600	1.600	1.000	1.600			1.600
39	1.000	1.000	1.600	1.600			1.600
40	1.600	1.600	1.600	1.600			1.600
41	1.000	1.000	1.000		1.600		1.600
42	1.600	1.600	1.000		1.600		1.600
43	1.000	1.000	1.600		1.600		1.600
44	1.600	1.600	1.600		1.600		1.600
45	1.000	1.000	1.000	1.600	1.600		1.600
46	1.600	1.600	1.000	1.600	1.600		1.600
47	1.000	1.000	1.600	1.600	1.600		1.600
48	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600		1.600

- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos

Comb.	PP	CM	CM0	Qa	Q 1 (Agua pluvial)	Q 2 Bomberos	Q 3
1	1.000	1.000	1.000				
2	1.000	1.000	1.000	1.000			
3	1.000	1.000	1.000		1.000		
4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
5	1.000	1.000	1.000			1.000	
6	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	
7	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000	
8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
9	1.000	1.000	1.000				1.000
10	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000
11	1.000	1.000	1.000		1.000		1.000
12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	5.80	0.00
0	Cimentación				-5.80

8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

8.1.- Pilares

GI: grupo inicial
GF: grupo final
Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P1	(5.50, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P2	(10.50, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P3	(15.50, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P4	(20.50, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P5	(25.30, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P6	(25.70, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P7	(30.50, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P8	(35.50, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P9	(40.50, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P10	(45.50, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P11	(50.30, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P12	(50.70, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P13	(55.50, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P14	(60.50, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P15	(65.50, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P16	(70.50, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P17	(75.50, 4.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P18	(5.50, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P19	(10.50, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P20	(15.50, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P21	(20.50, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P22	(25.30, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P23	(25.70, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P24	(30.50, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P25	(35.50, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P26	(40.50, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P27	(45.50, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P28	(50.30, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P29	(50.70, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P30	(55.50, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P31	(60.50, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P32	(65.50, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P33	(70.50, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P34	(75.50, 9.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P35	(5.50, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P36	(10.50, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P37	(15.50, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P38	(20.50, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P39	(25.30, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P40	(25.70, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P41	(30.50, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P42	(35.50, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P43	(40.50, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P44	(45.50, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P45	(50.30, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P46	(50.70, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P47	(55.50, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P48	(60.50, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P49	(65.50, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P50	(70.50, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P51	(75.50, 14.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P52	(5.50, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P53	(10.50, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P54	(15.50, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P55	(20.50, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P56	(25.30, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P57	(25.70, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P58	(30.50, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P59	(35.50, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P60	(40.50, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P61	(45.50, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P62	(50.30, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P63	(50.70, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P64	(55.50, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P65	(60.50, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P66	(65.50, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P67	(70.50, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P68	(75.50, 19.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P69	(5.50, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P70	(10.50, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P71	(15.50, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P72	(20.50, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P73	(25.30, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P74	(25.70, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P75	(30.50, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P76	(35.50, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P77	(40.50, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P78	(45.50, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P79	(50.30, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P80	(50.70, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P81	(55.50, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P82	(60.50, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P83	(65.50, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P84	(70.50, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P85	(75.50, 24.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro

8.2.- Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices Inicial	Vértices Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(0.30, 0.30)	(80.70, 0.30)	1	0.3+0.5=0.8
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(80.70, 0.30)	(80.70, 27.70)	1	0.3+0.5=0.8
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(0.30, 0.30)	(0.30, 27.70)	1	0.5+0.3=0.8
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(0.30, 27.70)	(80.70, 27.70)	1	0.5+0.3=0.8

Empujes y zapata del muro

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M1	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Viga de cimentación: 0.800 x 1.100 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:1.10 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.300 MPa Módulo de balasto: 20000.00 kN/m³
M2	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Viga de cimentación: 0.800 x 1.100 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:1.10 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.300 MPa Módulo de balasto: 20000.00 kN/m³
M3	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Viga de cimentación: 0.800 x 1.100 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:1.10 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.300 MPa Módulo de balasto: 20000.00 kN/m³
M4	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Viga de cimentación: 0.800 x 1.100 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:1.10 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.300 MPa Módulo de balasto: 20000.00 kN/m³

9.- DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA

Pilar	Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo		Coeficiente de rigidez axil
			Cabeza	Pie	X	Y	
P1, P2, P3, P5, P6, P11, P12, P13, P15, P16, P17, P69, P70, P71, P73, P74, P79, P80, P83, P84, P85	1	35x35	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
P4, P7, P8, P9, P10, P14, P72, P75, P76, P77, P78, P81, P82	1	40x40	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28, P29, P30, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P42, P43, P44, P45, P46, P47, P48, P49, P50, P51, P52, P53, P54, P55, P56, P57, P58, P59, P60, P61, P62, P63, P64, P65, P66, P67, P68	1	30x30	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00

10.- MATERIALES UTILIZADOS

10.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido	
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)
Todos	HA-30	30	1.50	Caliza - Normal	20

10.2.- Aceros por elemento y posición

10.2.1.- Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

10.2.2.- Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

2) EBAP Recinto Válvulas y arquetas:

- Datos de Obra.
- Esfuerzos y armado de muros.

DATOS DE OBRA

ÍNDICE

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA..... 2

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA..... 2

3.- NORMAS CONSIDERADAS..... 2

4.- ACCIONES CONSIDERADAS..... 2
4.1.- Gravitatorias..... 2
4.2.- Viento..... 2
4.3.- Sismo 2
4.4.- Hipótesis de carga..... 2
4.5.- Empujes en muros..... 2
4.6.- Listado de cargas..... 3

5.- ESTADOS LÍMITE..... 3

6.- SITUACIONES DE PROYECTO..... 3
6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)..... 4
6.2.- Combinaciones..... 4

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS..... 6

8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS..... 7
8.1.- Muros..... 7

9.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN..... 7

10.- MATERIALES UTILIZADOS..... 7
10.1.- Hormigones..... 7
10.2.- Aceros por elemento y posición..... 8
10.2.1.- Aceros en barras..... 8
10.2.2.- Aceros en perfiles..... 8

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2015

Número de licencia: 66779

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: ARQUETAS CONDUCCION RED PLUVIALES PLAYA SERENA

Clave: ARQUETASPLAYASER1

3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

4.- ACCIONES CONSIDERADAS

4.1.- Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m²)	Cargas muertas (kN/m²)
Forjado 1	0.0	3.0
Cimentación	2.0	1.0

4.2.- Viento

Sin acción de viento

4.3.- Sismo

Sin acción de sismo

4.4.- Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso		
Adicionales	Referencia	Descripción	Naturaleza
	CM	Subpresión	Peso propio
	Q 1 (Agua pluvial)	Considerando nivel máximo agua en arqueta)	Sobrecarga de uso
	Q 2	Carga trafico	Sobrecarga de uso

4.5.- Empujes en muros

Empuje de Defecto

Primera situación de relleno

Carga:Peso propio

Con nivel freático: Cota -1.50 m

Con relleno: Cota -0.15 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 18.00 kN/m³

Densidad sumergida 11.00 kN/m³

Ángulo rozamiento interno 32.00 Grados

Evacuación por drenaje 1.00 %

Carga 1:

Tipo: Uniforme

Valor: 3.00 kN/m²

Segunda situación de relleno

Carga:Sobrecarga de uso

Con nivel freático: Cota -1.50 m

Con relleno: Cota -0.15 m

Ángulo de talud 0.00 Grados
Densidad aparente 18.00 kN/m³
Densidad sumergida 11.00 kN/m³
Ángulo rozamiento interno 32.00 Grados
Evacuación por drenaje 1.00 %
Carga 1:
Tipo: Uniforme
Valor: 10.00 kN/m²
Carga 2:
Tipo: Uniforme
Valor: 3.00 kN/m²

4.6.- Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
0	CM	Superficial	-20.00	(2.90, 2.10) (0.30, 2.10) (0.30, 0.30) (2.90, 0.30)
	Q 1 (Agua pluvial)	Superficial	25.00	(2.90, 2.10) (0.30, 2.10) (0.30, 0.30) (2.90, 0.30)
1	Q 2	Superficial	10.00	(3.00, 2.20) (0.20, 2.20) (0.20, 0.20) (3.00, 0.20)

5.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

6.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{Q1}\Psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado
Q_k Acción variable
γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

6.2.- Combinaciones

- Nombres de las hipótesis

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
CM	Subpresión
Qa	Sobrecarga de uso
Q 1 (Agua pluvial)	Considerando nivel máximo agua en arqueta)
Q 2	Carga trafico

- E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	CM	CM	Qa	Q 1 (Agua pluvial)	Q 2
1	1.000	1.000	1.000			
2	1.350	1.350	1.000			
3	1.000	1.000	1.350			
4	1.350	1.350	1.350			
5	1.000	1.000	1.000	1.500		
6	1.350	1.350	1.000	1.500		
7	1.000	1.000	1.350	1.500		
8	1.350	1.350	1.350	1.500		
9	1.000	1.000	1.000		1.500	
10	1.350	1.350	1.000		1.500	
11	1.000	1.000	1.350		1.500	
12	1.350	1.350	1.350		1.500	
13	1.000	1.000	1.000	1.500	1.500	
14	1.350	1.350	1.000	1.500	1.500	
15	1.000	1.000	1.350	1.500	1.500	
16	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500	
17	1.000	1.000	1.000			1.500
18	1.350	1.350	1.000			1.500
19	1.000	1.000	1.350			1.500
20	1.350	1.350	1.350			1.500
21	1.000	1.000	1.000	1.500		1.500
22	1.350	1.350	1.000	1.500		1.500
23	1.000	1.000	1.350	1.500		1.500
24	1.350	1.350	1.350	1.500		1.500
25	1.000	1.000	1.000		1.500	1.500
26	1.350	1.350	1.000		1.500	1.500
27	1.000	1.000	1.350		1.500	1.500
28	1.350	1.350	1.350		1.500	1.500
29	1.000	1.000	1.000	1.500	1.500	1.500
30	1.350	1.350	1.000	1.500	1.500	1.500
31	1.000	1.000	1.350	1.500	1.500	1.500
32	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500	1.500

- E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	CM	Qa	Q 1 (Agua pluvial)	Q 2
1	1.000	1.000	1.000			
2	1.600	1.600	1.000			
3	1.000	1.000	1.600			
4	1.600	1.600	1.600			
5	1.000	1.000	1.000	1.600		
6	1.600	1.600	1.000	1.600		
7	1.000	1.000	1.600	1.600		
8	1.600	1.600	1.600	1.600		
9	1.000	1.000	1.000		1.600	
10	1.600	1.600	1.000		1.600	
11	1.000	1.000	1.600		1.600	
12	1.600	1.600	1.600		1.600	
13	1.000	1.000	1.000	1.600	1.600	
14	1.600	1.600	1.000	1.600	1.600	
15	1.000	1.000	1.600	1.600	1.600	
16	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	
17	1.000	1.000	1.000			1.600
18	1.600	1.600	1.000			1.600
19	1.000	1.000	1.600			1.600
20	1.600	1.600	1.600			1.600
21	1.000	1.000	1.000	1.600		1.600
22	1.600	1.600	1.000	1.600		1.600
23	1.000	1.000	1.600	1.600		1.600
24	1.600	1.600	1.600	1.600		1.600
25	1.000	1.000	1.000		1.600	1.600
26	1.600	1.600	1.000		1.600	1.600
27	1.000	1.000	1.600		1.600	1.600
28	1.600	1.600	1.600		1.600	1.600
29	1.000	1.000	1.000	1.600	1.600	1.600
30	1.600	1.600	1.000	1.600	1.600	1.600
31	1.000	1.000	1.600	1.600	1.600	1.600
32	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600

- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos

Comb.	PP	CM	CM	Qa	Q 1 (Agua pluvial)	Q 2
1	1.000	1.000	1.000			
2	1.000	1.000	1.000	1.000		
3	1.000	1.000	1.000		1.000	
4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
5	1.000	1.000	1.000			1.000
6	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000
7	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000
8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	3.15	-0.15
0	Cimentación				-3.30

8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

8.1.- Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices Inicial	Vértices Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(0.20, 0.20)	(0.20, 2.20)	1	0.1+0.1=0.2
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(0.20, 2.20)	(3.00, 2.20)	1	0.1+0.1=0.2
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(3.00, 0.20)	(3.00, 2.20)	1	0.1+0.1=0.2
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(0.20, 0.20)	(3.00, 0.20)	1	0.1+0.1=0.2

Empujes y zapata del muro

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M1	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Viga de cimentación: 0.200 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.30 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.300 MPa Módulo de balasto: 20000.00 kN/m³
M2	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Viga de cimentación: 0.200 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.30 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.300 MPa Módulo de balasto: 20000.00 kN/m³
M3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Viga de cimentación: 0.200 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.30 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.300 MPa Módulo de balasto: 20000.00 kN/m³
M4	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Viga de cimentación: 0.200 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.30 Tensiones admisibles -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.300 MPa Módulo de balasto: 20000.00 kN/m³

9.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m³)	Tensión admisible en situaciones persistentes (MPa)	Tensión admisible en situaciones accidentales (MPa)
Todas	30	20000.00	0.200	0.300

10.- MATERIALES UTILIZADOS

10.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido	
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)
Todos	HA-30	30	1.50	Caliza - Normal	20

10.2.- Aceros por elemento y posición

10.2.1.- Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

10.2.2.- Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

ESFUERZOS Y ARMADO DE MUROS

ÍNDICE

1.- MATERIALES..... 2
1.1.- Hormigones..... 2
1.2.- Aceros por elemento y posición..... 2
1.2.1.- Aceros en barras..... 2
1.2.2.- Aceros en perfiles..... 2

2.- ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS..... 2

3.- ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS..... 2

4.- PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS..... 3
4.1.- Muros..... 3

5.- LISTADO DE ARMADO DE MUROS DE SÓTANO..... 4

6.- SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA..... 4
6.1.- Resumido..... 5

1.- MATERIALES

1.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido	
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)
Todos	HA-30	30	1.50	Caliza - Normal	20

1.2.- Aceros por elemento y posición

1.2.1.- Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

1.2.2.- Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

2.- ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

- Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.
- Nota:

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Forjado 1	20.0	-3.30/-0.15	Peso propio	28.3	5.6	0.0	32.4	-0.0	-0.0	1.6	-1.7	0.0	2.4	0.0	-0.0
				Cargas muertas	3.8	0.4	-0.0	0.7	-0.0	0.0	3.9	0.7	-0.0	-1.1	-0.0	0.0
				CM	-0.8	0.8	-0.0	1.6	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.0	-0.0
				Sobrecarga de uso	-0.7	0.1	0.0	2.4	-0.0	-0.0	-0.9	-0.5	0.0	-0.3	0.0	-0.0
				Q 1 (Agua pluvial)	1.0	-1.1	0.0	-2.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.1	0.0	0.0
				Q 2	10.7	1.1	-0.0	2.2	-0.0	0.0	10.8	2.4	-0.0	-3.7	-0.0	0.0
M2	Forjado 1	20.0	-3.30/-0.15	Peso propio	58.1	0.5	-20.7	-1.9	-73.5	-0.5	14.2	0.0	-8.3	-1.1	14.7	-0.3
				Cargas muertas	6.1	-0.0	-0.4	0.0	-0.6	-0.0	6.0	0.0	-1.0	0.0	1.3	-0.0
				CM	0.8	-0.0	-1.2	0.0	-1.7	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
				Sobrecarga de uso	0.8	0.1	-2.2	-0.3	-7.8	-0.1	0.9	0.0	-1.7	-0.2	5.0	-0.0
				Q 1 (Agua pluvial)	-1.0	0.0	1.4	-0.0	2.1	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0
				Q 2	17.3	-0.0	-1.4	0.0	-2.0	-0.0	17.2	0.0	-3.4	0.0	4.4	-0.1
M3	Forjado 1	20.0	-3.30/-0.15	Peso propio	26.7	-4.5	0.0	-28.7	-0.0	0.0	2.3	0.7	0.0	-0.1	0.0	0.0
				Cargas muertas	3.8	-0.4	-0.0	-0.7	-0.0	-0.0	3.9	-0.7	-0.0	1.1	-0.0	-0.0
				CM	-0.8	-0.8	-0.0	-1.6	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
				Sobrecarga de uso	-1.0	0.1	0.0	-1.7	-0.0	0.0	-0.8	0.3	0.0	0.8	0.0	0.0
				Q 1 (Agua pluvial)	1.0	1.1	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.1	0.0	-0.0
				Q 2	10.8	-1.2	-0.0	-2.2	-0.0	-0.0	10.8	-2.4	-0.0	3.7	-0.0	-0.0
M4	Forjado 1	20.0	-3.30/-0.15	Peso propio	58.1	0.5	20.7	-1.9	73.5	0.5	14.2	0.0	8.3	-1.1	-14.7	0.3
				Cargas muertas	6.1	-0.0	0.4	0.0	0.6	0.0	6.0	0.0	1.0	0.0	-1.3	0.0
				CM	0.8	-0.0	1.2	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0
				Sobrecarga de uso	0.8	0.1	2.2	-0.3	7.8	0.1	0.9	0.0	1.7	-0.2	-5.0	0.0
				Q 1 (Agua pluvial)	-1.0	0.0	-1.4	-0.0	-2.1	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0
				Q 2	17.3	-0.0	1.4	0.0	2.0	0.0	17.2	0.0	3.4	0.0	-4.4	0.1

3.- ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

- Nota:

  Los esfuerzos de pantallas y muros son en ejes generales y referidos al centro de gravedad de la pantalla o muro en la planta.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Peso propio	28.3	5.6	0.0	32.4	-0.0	-0.0
	Cargas muertas	3.8	0.4	-0.0	0.7	-0.0	0.0
	CM	-0.8	0.8	-0.0	1.6	-0.0	0.0
	Sobrecarga de uso	-0.7	0.1	0.0	2.4	-0.0	-0.0
	Q 1 (Agua pluvial)	1.0	-1.1	0.0	-2.0	0.0	-0.0
	Q 2	10.7	1.1	-0.0	2.2	-0.0	0.0
M2	Peso propio	58.1	0.5	-20.7	-1.9	-73.5	-0.5
	Cargas muertas	6.1	-0.0	-0.4	0.0	-0.6	-0.0
	CM	0.8	-0.0	-1.2	0.0	-1.7	-0.0
	Sobrecarga de uso	0.8	0.1	-2.2	-0.3	-7.8	-0.1
	Q 1 (Agua pluvial)	-1.0	0.0	1.4	-0.0	2.1	0.0
	Q 2	17.3	-0.0	-1.4	0.0	-2.0	-0.0
M3	Peso propio	26.7	-4.5	0.0	-28.7	-0.0	0.0
	Cargas muertas	3.8	-0.4	-0.0	-0.7	-0.0	-0.0
	CM	-0.8	-0.8	-0.0	-1.6	-0.0	-0.0
	Sobrecarga de uso	-1.0	0.1	0.0	-1.7	-0.0	0.0
	Q 1 (Agua pluvial)	1.0	1.1	0.0	2.0	0.0	0.0
	Q 2	10.8	-1.2	-0.0	-2.2	-0.0	-0.0
M4	Peso propio	58.1	0.5	20.7	-1.9	73.5	0.5
	Cargas muertas	6.1	-0.0	0.4	0.0	0.6	0.0
	CM	0.8	-0.0	1.2	0.0	1.7	0.0
	Sobrecarga de uso	0.8	0.1	2.2	-0.3	7.8	0.1
	Q 1 (Agua pluvial)	-1.0	0.0	-1.4	-0.0	-2.1	-0.0
	Q 2	17.3	-0.0	1.4	0.0	2.0	0.0

4.- PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

4.1.- Muros

Referencias:

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.

Ny : Axil horizontal.

Nxy: Axil tangencial.

Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

Muro M1: Longitud: 200 cm [Nudo inicial: 0.20;0.20 -> Nudo final: 0.20;2.20]											
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos								
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Forjado 1 (e=20.0 cm)	Arm. vert. der.	2.46	-46.27	-5.85	0.00	-8.81	-1.11	-0.00	---	---
	Arm. horz. der.	2.52	-16.06	-61.79	-0.96	0.32	-10.05	0.40	---	---
	Arm. vert. izq.	1.45	-20.48	-35.32	-0.00	5.56	8.42	0.00	---	---
	Arm. horz. izq.	2.26	-5.97	-54.50	-0.00	2.13	9.11	0.00	---	---
	Hormigón	6.24	-16.06	-61.79	-0.96	0.32	-10.05	0.40	---	---
	Arm. transve.	0.80	-11.96	-27.81	-0.00	---	---	---	-6.61	0.00

Muro M2: Longitud: 280 cm [Nudo inicial: 0.20;2.20 -> Nudo final: 3.00;2.20]											
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos								
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Forjado 1 (e=20.0 cm)	Arm. vert. der.	4.53	-57.01	-7.20	7.42	-17.65	-2.23	-0.31	---	---
	Arm. horz. der.	3.58	-18.61	-54.67	-2.94	-0.91	-16.44	-1.19	---	---
	Arm. vert. izq.	34.72	-57.01	-7.20	7.42	-17.65	-2.23	-0.31	---	---
	Arm. horz. izq.	42.73	-18.61	-54.67	-2.94	-0.91	-16.44	-1.19	---	---
	Hormigón	10.65	-57.01	-7.20	7.42	-17.65	-2.23	-0.31	---	---

Muro M2: Longitud: 280 cm [Nudo inicial: 0.20;2.20 -> Nudo final: 3.00;2.20]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
	Arm. transve.	2.66	-37.51	-27.53	9.95	---	---	---	21.82	3.16

Muro M3: Longitud: 200 cm [Nudo inicial: 3.00;0.20 -> Nudo final: 3.00;2.20]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Forjado 1 (e=20.0 cm)	Arm. vert. der.	1.26	-16.32	-40.38	-0.00	-4.87	-8.84	-0.00	---	---
	Arm. horz. der.	2.23	-7.10	-52.82	0.00	0.14	-9.02	-0.00	---	---
	Arm. vert. izq.	2.21	-44.63	-5.64	0.00	7.77	0.98	0.00	---	---
	Arm. horz. izq.	2.87	-21.13	-54.65	-0.84	1.27	12.46	-0.91	---	---
	Hormigón	7.09	-21.13	-54.65	-0.84	-0.42	12.46	-0.91	---	---
	Arm. transve.	0.88	-18.87	-36.79	-0.00	---	---	---	-7.30	0.00

Muro M4: Longitud: 280 cm [Nudo inicial: 0.20;0.20 -> Nudo final: 3.00;0.20]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Forjado 1 (e=20.0 cm)	Arm. vert. der.	34.72	-57.01	-7.20	7.42	17.65	2.23	0.31	---	---
	Arm. horz. der.	42.73	-18.61	-54.67	-2.94	0.91	16.44	1.19	---	---
	Arm. vert. izq.	4.53	-57.01	-7.20	7.42	17.65	2.23	0.31	---	---
	Arm. horz. izq.	3.58	-18.61	-54.67	-2.94	0.91	16.44	1.19	---	---
	Hormigón	10.65	-57.01	-7.20	7.42	17.65	2.23	0.31	---	---
	Arm. transve.	2.66	-37.51	-27.53	9.95	---	---	---	-21.82	-3.16

5.- LISTADO DE ARMADO DE MUROS DE SÓTANO

Muro M1: Longitud: 200 cm [Nudo inicial: 0.20;0.20 -> Nudo final: 0.20;2.20]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Forjado 1	20.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	1	Ø8	20	20	100.0	---

Muro M2: Longitud: 280 cm [Nudo inicial: 0.20;2.20 -> Nudo final: 3.00;2.20]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Forjado 1	20.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	1	Ø8	20	20	100.0	---

Muro M3: Longitud: 200 cm [Nudo inicial: 3.00;0.20 -> Nudo final: 3.00;2.20]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Forjado 1	20.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	1	Ø8	20	20	100.0	---

Muro M4: Longitud: 280 cm [Nudo inicial: 0.20;0.20 -> Nudo final: 3.00;0.20]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Forjado 1	20.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	1	Ø8	20	20	100.0	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

6.- SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA

- Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.
- Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

6.1.- Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Cimentación	-3.30	Peso propio	171.3	274.1	205.5	0.0	-0.0	0.0
		Cargas muertas	19.8	31.7	23.8	-0.0	-0.0	0.0
		CM	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0
		Sobrecarga de uso	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Q 1 (Agua pluvial)	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0
		Q 2	56.0	89.6	67.2	-0.0	-0.0	0.0

4.3.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

4.3.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

4.3.1.- LÍNEA ELÉCTRICA ALIMENTACIÓN AL C.T.

4.3.1.1.- LÍNEA ELÉCTRICA EN B.T.

4.3.1.2.- ALIMENTACIÓN CT. LÍNEA M.T.

4.3.2.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.3.1.- LÍNEA ELÉCTRICA ALIMENTACIÓN AL C.T.

4.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

4.3.1.- LÍNEA ELÉCTRICA. ALIMENTACIÓN AL C.T

4.3.1.1.- Línea Eléctrica En B.T.

La conducción de alimentación de las bombas vendrá desde el cuadro de mando y protección situado en una caseta exterior.

La canalización discurrirá subterránea bajo tubo corrugado hasta la entrada a la arqueta de bombeo, en la que la conducción irá en superficie pudiendo quedar sumergida junto con la bomba. No obstante, se considerará toda la instalación como local especial mojado a efectos de cálculo.

Una vez ejecutada y verificada la instalación (ITC-BT-03), el I.T.B.E. junto con el certificado de instalación y demás documentación requerida en la I.T.C.-BT-04 deberá aportar para el registro ante la CC.AA. la documentación técnica que acredite que las características técnicas tanto de los equipos como de los materiales utilizados cumplen con las especificaciones requeridas (declaración de conformidad CE o certificado de fabricante en caso).

4.3.1.1.1.- Módulo de contadores.

Se instala un contador activo doble tarifa activa-reactiva en un nicho de obra preparado para ello y situado en el exterior.

Deberán cumplir la norma UNE- EN 60.439 partes 1, 2 y 3.

El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma UNE 20.324 para instalaciones de tipo interior: IP40; IK 09

La instalación se hará conforme a las normas particulares de la Compañía Sevillana de Electricidad N.P.S. apartado 5.2., S.A, y REBT la ITC-BT-16.

Los cables serán de 6 mm^2 de sección, salvo cuando se incumplan las prescripciones reglamentarias en lo que afecta a previsión de cargas y caídas de tensión, en cuyo caso la sección será mayor. Los cables serán de una tensión asignada de 450/ 750 V y los conductores de cobre, de clase 2 según norma UNE 21.022, con un aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables o termoplásticas; y se identificarán según los colores prescritos en la ITC- BT- 26.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21.027 - 9 (mezclas termoestables) o a la norma UNE 21.1002 (mezclas termoplásticas) cumplen con esta prescripción (de la clase AFUMEX de Pirelli ó equivalente).

Las conexiones se efectuarán directamente y los conductores no requerirán preparación especial o terminales.

4.3.1.1.2.- Derivación individual.

La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

La instalación se realizará según la ITC-BT-15. Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección.

La derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios.

Los tubos y canales protectoras tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%.

Los conductores a utilizar serán de cobre aislados y unipolares, siendo su tensión asignada 0,6/1 KV.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5 %.

El montaje de los cables unipolares será enterrados bajo tubo con características equivalentes a los clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo con las normas UNE- EN 50085- 1 y UNE- EN 50086- 1, atendiendo a las características de montaje descritas en la ITC-BT-21.

4.3.1.1.3.- Suministro duplicado. Grupo electrógeno.

En caseta adosada, según planos, se instalará un grupo electrógeno.

Con la instalación del grupo electrógeno se pretende garantizar el suministro eléctrico de los siguientes receptores en caso de fallo del suministro por parte de la Cía. Eléctrica:

Bombas sumergibles para pluviales.

Con el fin de garantizar el suministro eléctrico al total de la instalación se instalará un grupo electrógeno de 400 kVA en servicio continuo.

Características del Grupo

Las características del grupo, son las siguientes:

- Marca HIMOINSA ó similar
- Modelo TOR/ HIW-150
- Potencia Servicio Continuo 250 kVA

Motor

- Tipo Diesel
- Cilindros 6 L
- Capacidad máxima depósito 210 L

Dimensiones

- Largo 2.325 mm
- Ancho 930 mm
- Alto 1.690 mm
- Peso Neto 1325 kg

Características de funcionamiento.

El grupo electrógeno irá dispuesto sobre una bancada de perfil laminado de acero, sobre la que va montado el conjunto motor-alternador por apoyos elásticos, que amortiguan la transmisión de vibraciones.

El acoplamiento y transmisión de potencia entre el motor y alternador se efectúa por medio de acoplamiento semielástico.

El grupo electrógeno estará compuesto por los siguientes elementos:

- Motor diesel.
- Alternador.
- Equipo de refrigeración.
- Cuadro de control del motor diesel.
- Cuadro de mando del grupo.
- Depósito de combustible.

El funcionamiento del grupo es el siguiente:

El funcionamiento AUTOMÁTICO es el habitual del grupo electrógeno. Con el selector del modo de funcionamiento en esta posición, el grupo electrógeno está parado cuando hay tensión de red. Se entiende que hay tensión de red cuando la tensión del suministro del servicio público está por encima de unos mínimos prefijados. En caso de fallo total de la red o por el solo hecho de que la tensión de una

fase caiga por debajo del límite fijado, el equipo automático detecta el fallo y da la orden de arranque del grupo electrógeno.

Cuando el motor diesel ha arrancado, se desconecta automáticamente el motor de arranque. En unos pocos segundos el alternador del grupo electrógeno generará la tensión nominal. En este momento el sistema automático detecta que el grupo electrógeno está disponible, por lo que efectúa la conmutación pasando el grupo electrógeno a alimentar el consumo.

Cuando el suministro público se normaliza, se pone en marcha una temporización cuya duración estará previamente establecida. Si la tensión de red se mantiene correcta durante este tiempo, se considera que la anomalía ha quedado resuelta y se ordena la conmutación de los contactores. Se desconecta el contactor de grupo y se conecta el contactor de red. El consumo pasa a alimentarse por el servicio público y el grupo electrógeno inicia el ciclo de paro.

En la posición de PARO, el grupo electrógeno permanece siempre parado, tanto si hay tensión de red como si no la hay.

Cuando se pone en marcha el selector del modo de funcionamiento en la posición MARCHA MANUAL, el grupo electrógeno se pone en marcha tanto si hay tensión de red como si no la hay.

Una vez estabilizada la tensión y la frecuencia, el grupo está disponible para suministrar energía eléctrica.

El funcionamiento MANUAL del grupo electrógeno anula la puesta en marcha y parada automática del grupo por fallo de red, pero deja en funcionamiento el sistema automático de protección y alarmas.

Cuadro de Conmutación.

En este cuadro se efectuará la conmutación automática por ausencia de tensión, para la entrada en funcionamiento del grupo.

Los contactores a emplear vendrán dimensionados por el fabricante en función de la potencia del grupo electrógeno.

Irá provisto de terminales adecuados a la sección de los conductores para la entrada y salida de los conductores.

Los conductores para el cableado de la maniobra serán flexibles y de tensión nominal no inferior a 750 voltios.

La envolvente será metálica, con puerta plena; fabricada con chapa electrozincada con revestimiento en pintura termoendurecida a base de resina de epoxy.

Tanto la envolvente, como la puerta de la misma deben de ser puestas a tierra.

Puesta a Tierra.

Se instalará una puesta a tierra para el conductor neutro del sistema trifásico. Esta se ejecutará con conductor aislado de 35 mm^2, RZ1-K(AS) 0,6/1 k.v., instalado bajo tubo y tres picas de 2 m de longitud y ∅ 14 mm, separadas entre sí 0,50 m.

Las soldaduras a utilizar serán aluminotérmicas, prohibiéndose aquellas de bajo punto de fusión; y los contactos se dispondrán de tal forma que no se destruyan por efectos electroquímicos con el paso del tiempo.

El circuito de tierra formará una línea eléctricamente continua, no estando permitida la conexión en serie de ningún elemento, siendo la conexión de las masas por derivación de la línea principal de tierra.

Se pondrán a tierra todas las tomas de corriente, las envolventes metálicas de los cuadros de Mando y Protección; el chasis de la maquinaria y todos aquellos elementos metálicos de la instalación, susceptibles de quedar bajo tensión.

Está prohibida la conexión en serie de los receptores; debiendo de realizarse mediante derivación de los conductores de tierra.

El valor máximo de la resistencia a tierra no superará los 20 Ohms.

Ventilación.

La aportación del aire para la refrigeración del grupo se realizará a través de las rejillas dispuestas en la puerta de acceso con unas dimensiones de 2.000 x 2.500 mm.

La evacuación se realiza emboquillando el radiador a una rejilla de 1.000x800 mm, para evacuación utilizando un conducto de lona.

Gases de Escape.

Los gases de la combustión son conducidos, a través del tubo de escape al exterior.

El tubo de escape tendrá un ∅ 100 mm, capaz de evacuar los gases generados por el funcionamiento del grupo a una temperatura de 470ºC.

4.3.1.1.4.- Cuadro de mando y protección.

El Cuadro General de Mando y Protección está situado según se refleja en planos en un cuarto de instalaciones y por tanto fuera del emplazamiento de zona con riesgo de explosión.

El interruptor general magnetotérmico será de corte omnipolar, de caja moldeada y calibra IV-400 A, con regulación térmica en 366 A.

El resto de protecciones, así pueden observarse en los esquemas eléctricos unifilares adjuntos.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE- EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE- EN 50.102.

Todas las protecciones magnetotérmicas serán de corte omnipolar.

Los cuadros irán provistos de embornamientos de entrada y salida mediante fichas adecuadas.

4.3.1.1.5.- Canalizaciones y conductores.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados. Se realizarán de forma que en todo momento sean identificables sus circuitos. El conductor neutro estará claramente diferenciado de los demás conductores, para ello se emplearán los siguientes colores, según ICT-BT-19:

- Conductor fase: Gris, Negro o Marrón.
- Conductor neutro: Azul claro.
- Conductor tierra: Amarillo-Verde.

La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase, según lo establecido en la Instrucción ITC-BT-44, y los circuitos de alimentación a los motores existentes estarán dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás, según la Instrucción ITC-BT-47.

Las protecciones de los conductores se efectúan mediante interruptores magnetotérmicos de corte omnipolar situados en los cuadros de origen siendo de sección uniforme en todo su recorrido.

Los terminales, empalmes y conexiones de las canalizaciones presentarán un grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.

Las tomas de corriente y aparatos de mando y protección se situarán fuera de los locales mojados, y si esto no fuera posible, se protegerán contra las proyecciones de agua, grado de protección IPX4. En este caso, sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicas.

Las conexiones de los conductores se realizarán en el interior de cajas por medio de fichas de empalme. Las entradas de los cables y de los tubos a los aparatos eléctricos se realizarán de acuerdo con el modo de protección previsto. Los orificios de los equipos eléctricos para entradas de cables o tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas acordes con el modo de protección de que vayan dotados dichos equipos.

Los tubos con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

4.3.1.1.6.- Previsión de cargas.

La previsión de cargas de los diferentes circuitos existentes, se encuentra detallada en la memoria de cálculos del presente proyecto.

El resumen de potencias simultáneas se puede observar a continuación:

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 166
- Potencia Instalada Fuerza (W): 180.000
- **Potencia Total Instalada (W): 180.166 w**

Tensión.

La Tensión existente en la red de la compañía eléctrica es de 400 V entre fases activas y 230 V entre fase y neutro.

Puesta a tierra.

Los conductores de protección se realizarán con la misma sección que el conductor de fase. El valor de la resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 50 V.

En la parte inferior de los cuadros eléctricos se dispondrá de un borne principal de puesta a tierra, al cual se unirán todos los conductores de tierra con origen en el citado cuadro.

Las condiciones de ejecución se determinarán en el pliego de condiciones.

4.3.1.2 Alimentación Ct. Linea M.T.

4.3.1.2.1.- Tensión de servicio.

La energía será proporcionada por la Cia de Electricidad Endesa Distribución Eléctrica.

La tensión de servicio será de 20 KV, alterna, trifásica, con una frecuencia de 50 períodos por segundo.

4.3.1.2.2.- Estudio de potencia.

La demanda de potencia será de 180 kW.

El suministro de Energía Eléctrica se realizará a la tensión de 400/230 V; desde el Centro de Transformación a construir en el lugar indicado en los planos adjuntos, en los cuales se instalara un aparato transformador de 250 KVA.

4.3.1.2.3.- Instalaciones que comprende.

Están compuestas por las siguientes obras:

- Línea subterránea de Media Tensión con conductor 3(1x240 mm^2) Al 18/30 KV XLPE., para dar servicio al C.T proyectado.
- Construcción de un Centro de Transformación tipo interior, prefabricado tipo PFU-4 de Ormazabal o similar, albergando en el interior un aparato transformador de 250 KVA 20 KV-420/242V; situados en el lugar indicado en planos.
- Entrada y salida de la Línea subterránea de Media Tensión existente, realizando empalmes para M.T en la arqueta a construir, con el fin de permitir la entrada y salida al C.T.

4.3.1.2.4.- Línea subterránea M.T. 20 KV.

En el Centro a instalar se instalarán celdas de línea para permitir la entrada y salida de la LMT.

Al ser la tensión nominal de la línea 20 KV, queda integrada dentro del grupo A, según la Instrucción MIE-RAT 12, por lo cual, los materiales a utilizar serán para el nivel de aislamiento correspondiente a dicho grupo.

Canalizaciones.

Se dispondrán arquetas de A.T, normalizadas por la Cía. Suministradora, en todos los cambios de dirección y cada 40 m en los tramos rectos.

Los conductores irán conducidos bajo tubo doble capa XLPE de 225 mm de diámetro de 2,5 atmósferas de presión, a una profundidad mínima de 1,2 m recubiertos de hormigón en masa de 200 kg/cm^2; a 50 cm de la rasante se colocará una cinta avisadora de peligro, de material plástico, con la inscripción "PELIGRO ALTA TENSIÓN".

Se proyecta un segundo tubo de reserva de las mismas características que el anterior.

El resto de la zanja se rellenará con tierra procedente de la excavación, previa eliminación de la misma de piedras cortantes y gruesas, así como de escombros; debiendo de ser convenientemente compactadas.

Posteriormente se repondrá el pavimento, el cual deberá de ser, a ser posible, igual al retirado para realizar la excavación.

El espacio libre de los tubos deberán ser sellados, una vez colocados los conductores.

Conductores.

En su origen la conexión será con conos difusores 18/30 KV Al 240.

La línea de M.T será ejecutada con conductor 3(1x240) mm^2 AL 18/30 kV XLPE

La conexión con las celdas de línea se hará con bornas enchufables para Al de 240 mm^2.

El conductor será del tipo RHV/MT de 18/30 KV de 3(1x240) mm^2 Al, de campo radial y aislamiento XLPE de Polietileno Reticulado.

La cubierta exterior del cable será de color rojo, debiendo estar grabados cada 30 cm, la identificación del conductor, fabricante, y año de fabricación, tal y como se indica en las Normas UNE-21113 y R.V.3305.

Las pantallas de los conductores se conectarán a tierra y todos los accesorios y piezas de conexión que se utilicen serán los apropiados a los conductores que se instalen.

El tendido de los conductores se realizará respetando los detalles adjuntos en los planos.

Empalmes.

Para la unión de los conductores existentes, a los conductores proyectados para introducir esta línea en el C.T., se utilizarán empalmes unipolares con aislamiento en seco para una tensión nominal de 18/30 kV.

La terminación de los empalmes se realizará mediante tubo PST contráctil en frío.

La ejecución de los empalmes se realizará conforme a las recomendaciones del fabricante.

4.3.2.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.3.2- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.3.2.1.- Datos básicos.

El centro de transformación proyectado constará de los siguientes elementos:

- Un centro de transformación prefabricado tipo PFU-4.
- Un trafo de 250 KVA, 20 KV 420/242 V. 50 Hz (en aceite).
- Celda de línea aislamiento (24kv)
- Celdas de protección a Trafo por ruptofusibles Kv400.
- Celda de medida 24 Kv.
- Cuadros de B.T.
- Dos cuadros de ampliación de B.T.
- Equipos auxiliares de seguridad.

La ubicación de los centros de transformación es de superficie con acceso directo desde el exterior.

4.3.2.2.- Características constructivas.

El centro de transformación prefabricado tipo PFU-4 presenta una estructura monolítica, con ausencia de juntas, es fabricado con hormigón armado y vibrado con una resistencia característica de 300 kg/cm^2 , garantizando una total impermeabilidad.

El proceso de elaboración de la armadura hace que el centro se comporte como una “Jaula de Faraday”.

La puerta de acceso del personal esta dotada con una cerradura con dos juntas de anclaje y con unas dimensiones de 900x2.100 mm, abriendo hacia el exterior con un ángulo de 180º.

La puerta de acceso de los equipos presenta las mismas características teniendo unas dimensiones de 1.260x2100 mm.

Los elementos de carpintería exterior son de chapa de acero galvanizada de 2 mm y pintada al horno con poliéster, con buenas características contra la corrosión y contra agentes ambientales agresivos.

El acabado es llevado a cabo con mortero monocapa impermeable de naturaleza acrílica y color blanco en el exterior; y pintura plástica lisa y blanca en el interior.

La carpintería está pintada en poliéster de color marrón.

Las rejillas de ventilación de cada transformador se sitúan en la parte inferior de la puerta de acceso al mismo, y en la parte superior tras el transformador. Estas rejillas tienen un área de 1.200x677 mm.

Se añaden en la pared lateral junto a los transformadores 4 rejillas de 800x677mm^2 cada una.

Todas estas rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación.

4.3.2.3.- Descripción general de las celdas.

Tanto en las celdas de línea como en las celdas de protección la aparamenta está distribuida en módulos que forman por si mismos una unidad de conexión, los cuales se unen según el esquema eléctrico deseado por medio de elementos de unión, que a su vez establecen la separación eléctrica y mecánica entre los módulos adyacentes, en una atmósfera de hexafloruro de azufre (SF6).

4.3.2.4.- Códigos y Normas.

El diseño, fabricación y ensayos de los equipos, están de acuerdo con las normas. Concretamente, y en lo que se refiere a aparellaje de M.T., bajo envolvente metálica y Centros de Transformación, las Normas son:

- UNE-20.900.
- RU 6407 A.
- Reglamento de A.T.-M.I.E.- BOE (01-08-84).

4.3.2.5.- Descripción general de los aparatos transformadores.

Los transformadores a instalar cumplirán la Norma UNESA 5201-D, siendo sus características principales:

Potencia	250 KVA
Grupo de conexión	Dyn 11
Tensión de servicio del primario	20 KV
Tensión de servicio del secundario	420/242 V

Posición I equivale a -5%	19KV
Posición II equivale a	20 KV
Posición III equivale a +5%.	21 KV
Tensión de cortocircuito	4%
Volumen de aceite en litros.	370

El circuito magnetotérmico será de chapa magnética de grano orientado.

Todos los arrollamientos son de cobre electrolítico de alta conductividad, en espiral siendo el aislamiento entre espiras papel aislante pre-impregnado.

El enrollamiento de alta tensión es del tipo continuo por capas, gobernado directamente sobre el de baja tensión, intercalando entre ambos una barrera aislante con canales de refrigeración.

La cuba es de chapa de acero reforzada con perfiles soldados en toda su longitud.

En la parte inferior se sueldan dos perfiles en los cuales se atornillan las ruedas, las cuales son orientables en las dos direcciones principales sin necesidad de ser desmontadas.

El tipo de líquido aislante utilizado es el aceite mineral y sus características, antes del llenado de los trafos son las correspondientes a la clase "I", según Norma UNE 21-320/5.

4.3.2.6.- Descarga en Baja Tensión.

Unirán los secundarios de los Transformadores con los cuadros de salida de Baja Tensión.

Las salidas de cada Transformador serán las siguientes:

- Fases 3x240 mm^2 + Nx2x240 mm^2 0,6/1KV RV Al.

Cada conductor irá provisto en sus extremos de terminal cilíndrico de conexión por presión para Aluminio de 240 mm^2 de sección.

4.3.2.7.- Cuadro de Baja Tensión.

Este será del modelo y tipo normalizado por la Compañía suministradora y de cuatro salidas, cada salida estará protegida por tres seccionadores unipolares de 400 A. con fusibles calibrados, según cargas.

4.3.2.8.- Red de tierras.

El Centro de Transformación dispondrá de dos sistemas de tierra independientes con un mínimo de distancia entre ambas.

Uno de ellos será el que conecte todas las partes metálicas del Centro a excepción de puertas y rejillas de ventilación, mediante ocho picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro mínimo.

La unión de la red de picas así formada con la tierra de herrajes del C.T. se realizará mediante cable aislado RV. 0,6/1KV., de 50 mm^2 en cobre. Este cable irá conectado a unos bordes de comprobación accesibles, situados en el interior del C.T. La unión entre picas será con conductor de cobre desnudo de 50 mm^2.

El otro será correspondiente al neutro de los transformadores que llegará hasta la pica de tierra con cable aislado tal como se describió anteriormente. Del mismo modo, existirá en el C.T. un punto de puesta a tierra, accesible, a fin de poder efectuar las medidas correspondientes. La resistencia a tierra de esta pica debe ser menor de 20 Ohms., disponiéndose en paralelo de cuántas se necesiten para alcanzar dicha cifra.

Normalmente 3 picas de acero cobreado de 2 m de longitud y separadas entre sí 0,5 m.

La separación entre las dos tierras se justifica en cálculos.

4.3.2.9.- Suelo del Centro de Transformación.

El piso será capaz de soportar sobrecargas verticales de 400 kg/m^2, salvo en la zona de movimiento y ubicación de los transformadores, en la cual la resistencia se adecuará a las cargas que transmita un transformador de 1.000 KVA que cumpla la Norma ONSE 43.21-5B.

Esta exigencia se aplicará solamente al elemento que sustente el transformador de potencia.

El material empleado para la fabricación del Centro será hormigón armado, que tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 250 kg/cm^2, como mínimo

En la zona para el tránsito del personal la losa presentará la posibilidad de unir a tierra la malla del forjado.

La terminación del suelo está prevista mediante un pavimento de goma aislante, de las siguientes características:

- Artículo: Pavimento antideslizante a círculos.

- Color: Negro.
- Espesor: 6 mm.
- Calidad: Resistencia a aceites y grasas.
- Resistencia (placa de 30 cm^2): 10^{12} Ohms.

4.3.2.10.- Equipos auxiliares de seguridad.

El Centro dispondrá de punto de luz con su interruptor correspondiente, el cable RV. 0,6/1KV., de 2x2,5 mm^2 cobre en montaje bajo tubo PVC superficial, así como, de una lámpara para luz de emergencia recargable y de una hora mínimo de autonomía.

Entre la celda de A.T. y el transformador se intercalará un cerramiento de protección de malla metálica al que se le acoplará un disco de peligro eléctrico.

Para las maniobras y protección del personal, el Centro dispondrá de:

- Banco aislante 36 KV.
- Insuflador boca a boca.
- Placa de primeros auxilios.
- Placa de peligro de muerte y E.T.

4.3.2.11.- Cálculo C.T.

1.- INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario viene dada por la expresión:

$Ip = S / (1,732 \cdot Up)$; siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

Up = Tensión compuesta primaria en kV.

Ip = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Up (kV)	Ip (A)
trafo 1	250	20.00	7.22

2.-INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario Is viene dada por la expresión:

Is = (S · 1000) / (1,732 · Us); siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

Us = Tensión compuesta secundaria en V.

Is = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Us (kV)	Is (A)
trafo 1	250	400	360,85

3.- CORTOCIRCUITOS.

3.1.-Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Cía suministradora.

3.2.-Cálculo de corrientes de cortocircuito.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

Iccp = Scc / (1,732 · Up); siendo:

Scc = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

Up = Tensión compuesta primaria en kV.

Iccp = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

Iccs = (100 · S) / (1,732 · Ucc (%) · Us); siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

Ucc (%) = Tensión de cortocircuito en % del transformador.

Us = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.

Iccs = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

3.3.-Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Scc (MVA)	Up (kV)	Iccp (kA)
350	20.00	10.100

3.4.-Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Ucc (%)	Iccs (kA)
trafo 1	250	400	4	12,63

4.- DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada: 400 A.

Límite térmico, 1 s.: 16 kA eficaces.

Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

Por lo tanto dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

4.1.-Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

4.2.- Comprobación por solicitación electrodinámica.

Según la MIE-RAT 05, la resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

σ máx ≥ (Iccp2 · L2) / (60 · d · W), siendo:

σ máx = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 kg/cm2.

Iccp = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

d = Separación entre fases, en cm.

W = Módulo resistente de los conductores, en cm3.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

4.3.-Comprobación por solicitación térmica a cortocircuito.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$Ith = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{\Delta T}/t$ siendo

Ith = Intensidad eficaz, en A.

α = 13 para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm2.

ΔT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150ºC para Cu.

t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

Ith ≥ 16 kA durante 1 s.

5.- SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

Protección trafo 1.

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles combinados, siendo éstos los que efectúan la protección ante cortocircuitos. Estos fusibles son limitadores de corriente, produciéndose su fusión antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío.

- Soportar la intensidad nominal en servicio continuo.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia:

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
250	40

Para la protección contra sobrecargas se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la

intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm2 Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40ºC de temperatura ambiente es de 420 A.

Para el trafo 1, cuya potencia es de 250 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 2 conductores por fase y 1 para el neutro.

6.-DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

Sr = (Wcu + Wfe) / (0,24 · k · $\sqrt{(h \cdot \Delta T^3)}$), siendo:

Wcu = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

Wfe = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

k = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

h = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.

ΔT = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15ºC.

Sr = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m2.

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Orma-mn éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

7.-DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

8.-CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

8.1.-Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará éste Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 150 ⍰xm.

8.2.-Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra, Idmáx (A): 300.

- Duración de la falta.

Desconexión inicial.

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s):1

8.3.-Diseño de la instalación de tierra.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del *"Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría"*, editado por UNESA.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm2 de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm2, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Las características de la red de alimentación son:

· Tensión de servicio, U = 20.000 V.

· Puesta a tierra del neutro:

- Desconocida.

· Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, Ubt = 6000 V.

· Características del terreno:

· ρ terreno (Ωxm): 150.

· ρH hormigón (Ωxm): 3000.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (Rt), la intensidad y tensión de defecto (Id, Ud), se utilizarán las siguientes fórmulas:

· Resistencia del sistema de puesta a tierra, Rt:

$Rt = Kr \cdot \rho \ (\Omega)$

· Intensidad de defecto, Id:

$Id = Idmáx \ (A)$

· Tensión de defecto, Ud:

$Ud = Rt \cdot Id \ (V)$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

· Configuración seleccionada: 50-25/5/82.

· Geometría: Anillo.

· Dimensiones (m): 5x2.5.

· Profundidad del electrodo (m): 0.5.

· Número de picas: 8.

· Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

· De la resistencia, Kr (Ω/Ωxm) = 0.085.

· De la tensión de paso, Kp (V/((Ωxm)A)) = 0.0191.

· De la tensión de contacto exterior, Kc (V/((Ωxm)A)) = 0.0386.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$Rt = Kr \cdot \rho = 0.085 \cdot 150 = 12.75 \ \Omega$.

$Id = Idmáx = 300$ A.

$Ud = Rt \cdot Id = 12.75 \cdot 300 = 3825$ V.

TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

· Configuración seleccionada: 5/32.

· Geometría: Picas en hilera.

· Profundidad del electrodo (m): 0.5.

· Número de picas: 3.

· Longitud de las picas (m): 2.

· Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

· De la resistencia, Kr (Ω/Ωxm) = 0.135.

Sustituyendo valores:

$Rt_{NEUTRO} = Kr \cdot \rho = 0.135 \cdot 150 = 20.25$ Ω.

8.5.- Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$Up = Kp \cdot \rho \cdot Id = 0.0191 \cdot 150 \cdot 300 = 859.5 \text{ V.}$$

8.6.-Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de defecto.

$Ud = Rt \cdot Id = 12.75 \cdot 300 = 3.825$ V.

8.7.-Cálculo de las tensiones aplicadas.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$Upa = 10 \cdot k / tn \cdot (1 + 6 \cdot \rho / 1000)$ V.

$Upa\ (acc) = 10 \cdot k / tn \cdot (1 + (3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho_H) / 1000)$ V.

$t = t' + t''$ s.

Siendo:

Upa = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

Upa (acc) = Tensión en el acceso admisible, en voltios.

k , n = Constantes según MIERAT 13, dependen de t.

t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

t´ = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

t´´ = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

ρ = Resistividad del terreno, en Ω xm.

ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ω xm.

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

t´ = 1.0 s.

t = t´ = 1.0 s.

Sustituyendo valores:

Upa = 10 · k / tn · (1 + 6 ·ρ / 1000) = 10 · 78.5 · (1 + 6 · 150 / 1000) =1491.5 V.

Upa (acc) = 10 · k / tn · (1 + (3 · ρ + 3 · ρH) / 1000) = 10 · 78.5 · (1 + (3 · 150 + 3 · 3000) / 1000) = 8203.25 V.

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor Admisible
Tensión de paso en el exterior	Up = 859.5 V	≤	Upa = 1954.29 V.
Tensión de paso en el acceso	Up(acc) =3825 V	≤	Upa(acc) = 8203.25 V.

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor Admisible
Tensión de defecto	Ud =3825 V	≤	Ubt = 6000 V.
Intensidad de defecto	Id =300 A		

8.8.-Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (Dn-p), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$Dn\text{-}p \geq (\rho \cdot Id) / (2000 \cdot \pi) = (150 \cdot 300) / (2000 \cdot \pi) = 7.16 \text{ m.}$$

Siendo:

ρ = Resistividad del terreno en Ωxm.

Id = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm2, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

8.9.-Corrección del diseño inicial.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas.