

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE ADAPTACIÓN DE EDIFICIO Y
URBANIZACIÓN PARA USO POR BANDA DE MÚSICA.

III. ANEXOS DE CÁLCULO

2017

MAYO

TOMO 2

TOMO 2

III. ANEXOS DE CÁLCULO

25	ANEXO DE CÁLCULO DE INSTALACIONES	563
26	ANEXO DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS	723
27	ESTUDIO GEOTÉCNICO	841

13. ANEXO DE CÁLCULO DE INSTALACIONES

ANEXO DE CÁLCULO DE INSTALACIONES

INDICE

1. SANEAMIENTO

2. ABASTECIMIENTO DE AGUA

3. ELECTRICIDAD

4. CÁLCULOS LUMINOTÉNICOS ALUMBRADO GENERAL

5. CÁLCULOS LUMINOTÉNICOS ALUMBRADO EMERGENCIA

6. CLIMATIZACIÓN

DEMANDA TÉRMICA

CONCENTRACIÓN DE REFRIGERANTE

CÁLCULO DE CONDUCTOS

VENTILACIÓN

7. JUSTIFICACIÓN CTE HE 0 Y HE 1 (HULC)

1. SANEAMIENTO

CÁLCULO DE RED DE SANEAMIENTO PLUVIAL - VIAL

CARGA AGUAS PLUVIALES

TRAMO	REGISTRO		LONGITUD (M)	SUPERFICIE		ESCORRENTIA (c)	INTENSIDAD DE PRECIPITACION (l/s.Ha)	CAUDAL PARCIAL (l/s)	CAUDAL TRAMO (l/s)	CAUDAL ACUMULADO (l/s)	TIPO TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL (mm.)	DIAMETRO INTERIOR (mm.)	PENDIENTE		RELACION SECCIONES		ALTURA LLENADO (mm)	VELOCI DAD (m/s)	
	DEL N°	AL N°		(M2)	(Ha)									(%)	(m/Km)	Q/Q	V/V			
<i>Intensidad de precipitación</i> 250 <i>Dotacion prevista por hab. vivienda:</i> 300 (l/hab.dia) <i>Dotación prevista establec. comerciales:</i> 5 (l/m2) (incluida como viv. eq.) <i>Resto dotaciones, incluidas considerando:</i> 4.2 (hab.eq/viv) <i>Naturaleza de la superficie</i> Pavimentos Hormigón o asfalto <i>Coefficiente de escorrentia</i> max 0,9 min 0,85																				
Tramo Vial 1																				
1-2	Inicio	Arq Sum	2,0	262	0,026	0,90	250	5,90	5,90	5,90	PVC COR.	200	182,0	2,00	20,00	0,116	0,680	41	1,33	

2. ABASTECIMIENTO DE AGUA

3. ELECTRICIDAD

INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD - BAJA TENSIÓN				Cálculo de circuitos eléctricos				LOCAL MUSICA BEADE									
ORIGEN - DESTINO	Pot (P) W	Coef REBT	Pot (S) VA	Sim. Intern.	Pot Sim VA	Grupo VA	Pot SAI VA	T/M A	Int A	Dist. m	Cable mm2	S cálc mm2	nom mm2	Tubo DN	e %	acum %	I cc KA

Tensión nominal línea: **400 V**
 Potencia trafo: **630 KVA** (de compañía o abonado)
 N° trafo en paralelo: **1**
 Icc a la salida de cada trafo: **22,179 KA** (Icc x n-1)
 Icc a la salida del conjunto de trafo: **22,179 KA** (Icc x n)
 Z de la fuente (Zs): **10,413 mohm** (Ufase / Icc salida cj. trafo))

Cálculo sección cables: Consumos monofásicos s = 2xLxS/(GxUxe), siendo L distancia al consumo (m), P potencia (W), G conductividad, U tensión (V=230), e caída de tensi
 Consumos trifásicos s = LxS/(GxUxe), siendo idem con: P potencia trifásica (W), U tensión compuesta (V=400).
 Cálculo Icc aguas debajo de cables: Icc= U / (1,73 x (Zs+Zc)), siendo U tensión compuesta (V), Zc impedancia serie del cable (mohm)
 G cobre considerada a 70 °C: 48
 G aluminio considerada a 70 °C: 30

LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	CPM	CGBT EXISTENTE	44.288	55.360	1,00	55.360	1,00	55.360	1,00	55.360	1,00	55.360	1,00	55.360	1,00	55.360	1,00
CGBT EXISTENTE C.S. Local Música			13.379	18.582	0,90	16.724	0,90	16.724	0,90	16.724	0,90	16.724	0,90	16.724	0,90	16.724	0,90
CGBT EXISTENTE C.S. Sala Máquinas			22.192	30.822	0,90	27.740	0,90	27.740	0,90	27.740	0,90	27.740	0,90	27.740	0,90	27.740	0,90

C.S. Local Música	Fuerza F1	3.500	1,00	3.500	0,50	1.750	0,50	1.750	0,50	1.750	0,50	1.750	0,50	1.750	0,50	1.750	0,50
C.S. Local Música	Fuerza F2	3.500	1,00 <td>3.500</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td></td></td>	3.500	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td>	1.750	0,50
C.S. Local Música	Fuerza F3 - UD.INT. VRV	3.500	1,00 <td>3.500</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td></td></td>	3.500	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td>	1.750	0,50
C.S. Local Música	Fuerza F4 - Seguridad	3.500	1,00 <td>3.500</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td></td></td>	3.500	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td>	1.750	0,50
C.S. Local Música	Fuerza F5 - Ext.Aseo	3.500	1,00 <td>3.500</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td></td></td>	3.500	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td>	1.750	0,50
C.S. Local Música	Fuerza F6 - Portón garaje	3.500	1,00 <td>3.500</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td></td></td>	3.500	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td></td>	1.750	0,50 <td>1.750</td> <td>0,50 </td>	1.750	0,50
C.S. Local Música	Alumbrado A1	700	1,80 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td>	1.260	1,00
C.S. Local Música	Alumbrado A2	700	1,80 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td>	1.260	1,00
C.S. Local Música	Alumbrado A3	700	1,80 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td>	1.260	1,00
C.S. Local Música	Alumbrado A4	700	1,80 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td>	1.260	1,00
C.S. Local Música	Alumbrado A5	700	1,80 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td>	1.260	1,00
C.S. Local Música	Alumbrado A6	700	1,80 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td></td>	1.260	1,00 <td>1.260</td> <td>1,00 </td>	1.260	1,00
C.S. Local Música	Alumbrado Exterior AEX1	30	1,80 <td>54</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td></td>	54	1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td>	54	1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td>	54	1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 </td></td></td></td>	54	1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 </td></td></td>	54	1,00 <td>54</td> <td>1,00 <td>54</td> <td>1,00 </td></td>	54	1,00 <td>54</td> <td>1,00 </td>	54	1,00
C.S. Local Música	Alumbrado Exterior AEX2	260	1,80 <td>468</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td></td>	468	1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td>	468	1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td>	468	1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 </td></td></td></td>	468	1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 </td></td></td>	468	1,00 <td>468</td> <td>1,00 <td>468</td> <td>1,00 </td></td>	468	1,00 <td>468</td> <td>1,00 </td>	468	1,00

C.S. Sala Máquinas	Fuerza FSM	3.500	1,00	3.500	0,50	1.750	0,50	1.750	0,50	1.750	0,50	1.750	0,50	1.750	0,50	1.750	0,50
C.S. Sala Máquinas	Fuerza FV1	500	1,25 <td>625</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td></td></td>	625	0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td></td>	313	0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 </td></td></td></td></td>	313	0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 </td></td></td></td>	313	0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 </td></td></td>	313	0,50 <td>313</td> <td>0,50 <td>313</td> <td>0,50 </td></td>	313	0,50 <td>313</td> <td>0,50 </td>	313	0,50
C.S. Sala Máquinas	Fuerza FV2	9.000	1,25 <td>11.250</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td></td>	11.250	1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td>	11.250	1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td>	11.250	1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 </td></td></td></td>	11.250	1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 </td></td></td>	11.250	1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 </td></td>	11.250	1,00 <td>11.250</td> <td>1,00 </td>	11.250	1,00
C.S. Sala Máquinas	Fuerza FV3	800	1,25 <td>1.000</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td></td>	1.000	1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td>	1.000	1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td>	1.000	1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 </td></td></td></td>	1.000	1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 </td></td></td>	1.000	1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 </td></td>	1.000	1,00 <td>1.000</td> <td>1,00 </td>	1.000	1,00
C.S. Sala Máquinas	Fuerza VRV	5.000	1,25 <td>6.250</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td></td>	6.250	1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td>	6.250	1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td>	6.250	1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 </td></td></td></td>	6.250	1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 </td></td></td>	6.250	1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 </td></td>	6.250	1,00 <td>6.250</td> <td>1,00 </td>	6.250	1,00
C.S. Sala Máquinas	Alumbrado ASM	144	1,80 <td>259</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td></td>	259	1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td>	259	1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td>	259	1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 </td></td></td></td>	259	1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 </td></td></td>	259	1,00 <td>259</td> <td>1,00 <td>259</td> <td>1,00 </td></td>	259	1,00 <td>259</td> <td>1,00 </td>	259	1,00
C.S. Sala Máquinas	Reserva	10.000	1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td></td>	10.000	1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td></td>	10.000	1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 </td></td></td></td></td>	10.000	1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 </td></td></td></td>	10.000	1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 </td></td></td>	10.000	1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 </td></td>	10.000	1,00 <td>10.000</td> <td>1,00 </td>	10.000	1,00

t	79,9	20	Cu	RZ10,6/1KV	0,5	23	25	50	0,46	0,46	8,1
t	24,1	35	Cu	RZ10,6/1KV	1,0	6	10	32	0,61	1,07	2,2
t	40,0	55	Cu	RZ10,6/1KV	1,0	16	16	40	0,99	1,45	2,2
m	15,2	20	Cu	ES07Z1	3,0	2	2,5	20	2,19	3,26	0,8
m	15,2	20	Cu	ES07Z1	3,0	2	2,5	20	2,19	3,26	0,8
m	15,2	20	Cu	ES07Z1	3,0	2	2,5	20	2,19	3,26	0,8
m	15,2	20	Cu	ES07Z1	3,0	2	2,5	20	2,19	3,26	0,8
m	15,2	20	Cu	ES07Z1	3,0	2	2,5	20	2,19	3,26	0,8
m	5,5	25	Cu	ES07Z1	1,0	1	1,5	16	0,91	1,98	0,5
m	5,5	25	Cu	ES07Z1	1,0	1	1,5	16	0,91	1,98	0,5
m	5,5	25	Cu	ES07Z1	1,0	1	1,5	16	0,91	1,98	0,5
m	5,5	25	Cu	ES07Z1	1,0	1	1,5	16	0,91	1,98	0,5
m	5,5	25	Cu	ES07Z1	1,0	1	1,5	16	0,91	1,98	0,5
m	0,2	180	Cu	RV-K 0,6/1 KV	0,1	4	6	25	0,07	1,14	0,3
m	2,0	25	Cu	RV-K 0,6/1 KV	0,1	5	6	25	0,08	1,16	1,1
m	15,2	10	Cu	ES07Z1	1,5	2	2,5	20	1,09	2,55	1,2
m	2,7	10	Cu	RZ10,6/1KV	0,2	2	2,5	20	0,16	1,61	1,2
t	16,2	10	Cu	RZ10,6/1KV	0,2	6	6	25	0,20	1,65	1,6
m	4,3	10	Cu	RZ10,6/1KV	0,3	3	2,5	20	0,25	1,70	1,2
t	9,0	10	Cu	RZ10,6/1KV	0,2	4	6	25	0,11	1,56	1,6
m	1,1	10	Cu	ES07Z1	0,1	1	1,5	16	0,08	1,53	0,9
m			Cu	ES07Z1	1,0						

4. CÁLCULOS LUMINOTÉNICOS ALUMBRADO GENERAL

Escuela de Música de Beade

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 27.06.2016
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Escuela de Música de Beade	
Portada del proyecto	1
Índice	2
OSRAM on request LINEARlight POWER Flex_LF06P-W4F-830	
Hoja de datos de luminarias	4
XAL 052-932_517P MIRA ROUND 150 e2 LED P	
Hoja de datos de luminarias	5
PHILIPS TCW216 2x49W	
Hoja de datos de luminarias	6
XAL 063-2546517P MENO SQUARE 450	
Hoja de datos de luminarias	7
XAL 063-2266517P MENO ROUND 650	
Hoja de datos de luminarias	8
Aula Principal	
Resumen	9
Lista de luminarias	10
Resultados luminotécnicos	11
Rendering (procesado) en 3D	12
Rendering (procesado) de colores falsos	13
Aula Secundaria	
Resumen	14
Lista de luminarias	15
Resultados luminotécnicos	16
Rendering (procesado) en 3D	17
Rendering (procesado) de colores falsos	18
Oficina	
Resumen	19
Lista de luminarias	20
Resultados luminotécnicos	21
Rendering (procesado) en 3D	22
Rendering (procesado) de colores falsos	23
Superficies del local	
Superficie de trabajo Oficina	
Sumario de los resultados	24
Almacén 1	
Resumen	25
Lista de luminarias	26
Resultados luminotécnicos	27
Rendering (procesado) en 3D	28
Rendering (procesado) de colores falsos	29
Almacén 2	
Resumen	30
Lista de luminarias	31
Resultados luminotécnicos	32
Rendering (procesado) en 3D	33
Rendering (procesado) de colores falsos	34
Aseos	
Resumen	35
Lista de luminarias	36
Resultados luminotécnicos	37
Rendering (procesado) en 3D	38
Rendering (procesado) de colores falsos	39
Pasillo	
Resumen	40



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Lista de luminarias	41
Resultados luminotécnicos	42
Rendering (procesado) en 3D	43
Rendering (procesado) de colores falsos	44
Garaje	
Resumen	45
Lista de luminarias	46
Resultados luminotécnicos	47
Rendering (procesado) en 3D	48
Rendering (procesado) de colores falsos	49

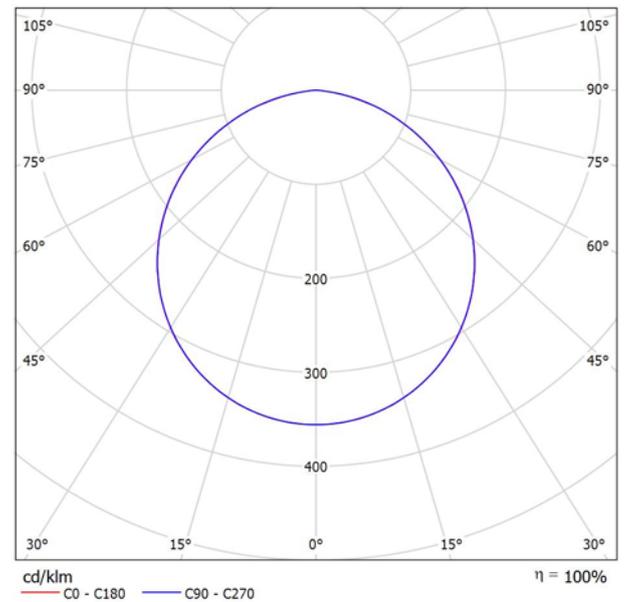


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

OSRAM on request LINEARlight POWER Flex_LF06P-W4F-830 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 100

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y										
2H	2H	26.5	27.8	26.8	28.0	28.3	27.5	28.9	27.8	29.1	29.3
	3H	27.7	28.9	28.0	29.1	29.4	29.0	30.2	29.3	30.5	30.7
	4H	28.0	29.2	28.4	29.4	29.7	29.6	30.7	29.9	31.0	31.3
	6H	28.2	29.2	28.5	29.5	29.8	29.9	31.0	30.3	31.3	31.6
	8H	28.2	29.2	28.6	29.5	29.8	30.0	31.0	30.3	31.3	31.6
12H	28.2	29.1	28.5	29.5	29.8	30.0	30.9	30.4	31.3	31.6	
4H	2H	27.2	28.3	27.5	28.6	28.8	28.0	29.1	28.3	29.4	29.7
	3H	28.5	29.4	28.9	29.8	30.1	29.6	30.6	30.0	30.9	31.2
	4H	29.0	29.8	29.4	30.1	30.5	30.3	31.1	30.7	31.5	31.8
	6H	29.2	29.9	29.6	30.3	30.7	30.7	31.4	31.1	31.8	32.2
	8H	29.2	29.9	29.6	30.3	30.7	30.8	31.5	31.2	31.9	32.3
12H	29.2	29.8	29.6	30.2	30.6	30.8	31.4	31.2	31.8	32.3	
8H	4H	29.2	29.9	29.6	30.3	30.7	30.4	31.1	30.8	31.5	31.9
	6H	29.5	30.0	29.9	30.5	30.9	30.9	31.4	31.3	31.9	32.3
	8H	29.5	30.0	30.0	30.4	30.9	31.0	31.5	31.5	31.9	32.4
	12H	29.5	29.9	30.0	30.4	30.9	31.0	31.4	31.5	31.9	32.4
12H	4H	29.2	29.8	29.6	30.2	30.6	30.4	31.0	30.8	31.4	31.8
	6H	29.5	30.0	30.0	30.4	30.9	30.9	31.4	31.4	31.8	32.3
	8H	29.5	30.0	30.0	30.4	30.9	31.0	31.4	31.5	31.9	32.4
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.2 / -0.2					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.3 / -0.6					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H	+0.7 / -1.2					+0.7 / -0.9					
Tabla estándar Sumando de corrección	BK04					BK05					
	12.0					13.8					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 144lm Flujo luminoso total											

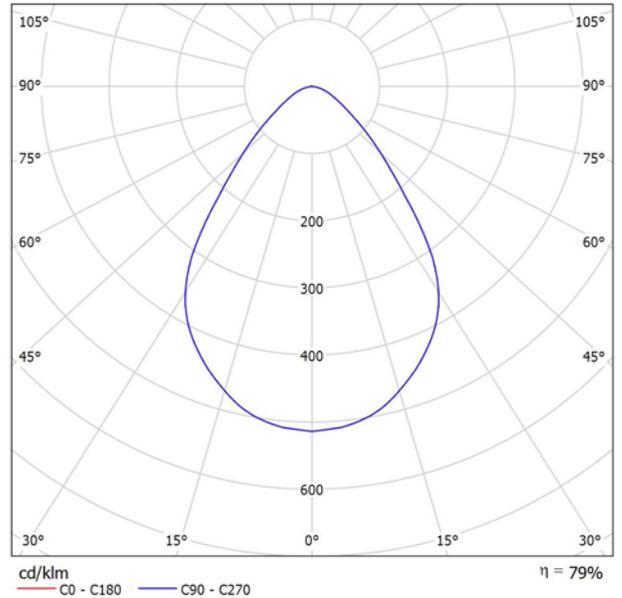


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

XAL 052-932_517P MIRA ROUND 150 e2 LED P / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 74 94 99 100 79

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	2H	21.9	22.8	22.1	23.0	23.3	21.9	22.8	22.1	23.0	23.3
	3H	22.3	23.2	22.6	23.4	23.7	22.3	23.2	22.6	23.4	23.7	
	4H	22.5	23.3	22.8	23.6	23.8	22.5	23.3	22.8	23.6	23.8	
	6H	22.6	23.3	22.9	23.6	23.9	22.6	23.3	22.9	23.6	23.9	
	8H	22.6	23.3	22.9	23.6	23.9	22.6	23.3	22.9	23.6	23.9	
4H	12H	22.5	23.2	22.9	23.5	23.8	22.5	23.2	22.9	23.5	23.8	
	2H	22.0	22.9	22.4	23.1	23.4	22.0	22.9	22.4	23.1	23.4	
	3H	22.7	23.3	23.0	23.6	24.0	22.7	23.3	23.0	23.6	24.0	
	4H	22.9	23.5	23.3	23.8	24.2	22.9	23.5	23.3	23.8	24.2	
	6H	23.0	23.6	23.5	23.9	24.3	23.0	23.6	23.5	23.9	24.3	
8H	12H	23.0	23.4	23.5	23.8	24.3	23.0	23.4	23.5	23.8	24.3	
	4H	23.0	23.4	23.4	23.8	24.2	23.0	23.4	23.4	23.8	24.2	
	6H	23.1	23.5	23.6	23.9	24.4	23.1	23.5	23.6	23.9	24.4	
	8H	23.2	23.5	23.6	23.9	24.4	23.2	23.5	23.6	23.9	24.4	
	12H	23.1	23.4	23.6	23.9	24.4	23.1	23.4	23.6	23.9	24.4	
12H	4H	23.0	23.4	23.4	23.8	24.2	23.0	23.4	23.4	23.8	24.2	
	6H	23.1	23.4	23.6	23.9	24.4	23.1	23.4	23.6	23.9	24.4	
	8H	23.1	23.4	23.6	23.9	24.4	23.1	23.4	23.6	23.9	24.4	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.8 / -1.2					+0.8 / -1.2						
S = 1.5H	+2.0 / -2.0					+2.0 / -2.0						
S = 2.0H	+3.4 / -2.6					+3.4 / -2.6						
Tabla estándar	BK02					BK02						
Sumando de corrección	4.3					4.3						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1250lm Flujo luminoso total												

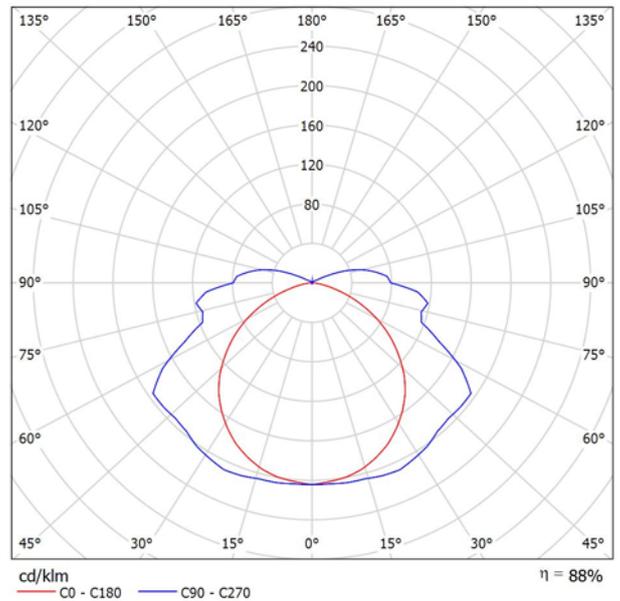


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS TCW216 2x49W / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 91
Código CIE Flux: 37 67 87 91 88

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	17.8	19.1	18.2	19.5	20.0	20.3	21.7	20.8	22.1	22.5
	3H	19.0	20.2	19.5	20.7	21.1	22.1	23.3	22.5	23.7	24.2
	4H	19.4	20.5	19.9	21.0	21.5	23.1	24.2	23.5	24.7	25.2
	6H	19.6	20.7	20.1	21.1	21.6	24.3	25.4	24.8	25.9	26.4
	8H	19.6	20.7	20.1	21.1	21.7	25.0	26.0	25.5	26.5	27.0
4H	12H	19.6	20.6	20.1	21.1	21.7	25.6	26.6	26.1	27.1	27.7
	2H	19.1	20.3	19.6	20.7	21.2	20.9	22.1	21.4	22.5	23.0
	3H	20.6	21.6	21.1	22.1	22.6	22.9	23.9	23.4	24.4	24.9
	4H	21.1	22.0	21.6	22.5	23.1	24.0	24.9	24.6	25.4	26.0
	6H	21.4	22.2	22.0	22.8	23.4	25.5	26.3	26.1	26.9	27.5
8H	12H	21.6	22.2	22.1	22.8	23.4	26.3	27.1	26.9	27.6	28.2
	2H	21.8	22.6	22.4	23.1	23.8	24.3	25.1	24.9	25.6	26.2
	3H	22.5	23.1	23.1	23.7	24.3	26.1	26.7	26.7	27.3	28.0
	4H	22.7	23.3	23.3	23.9	24.5	27.1	27.6	27.7	28.2	28.9
	6H	22.8	23.3	23.5	24.0	24.7	28.1	28.6	28.7	29.2	29.9
12H	4H	22.1	22.8	22.7	23.3	24.0	24.3	25.0	24.9	25.6	26.2
	6H	22.9	23.5	23.5	24.1	24.7	26.2	26.7	26.8	27.3	28.0
	8H	23.3	23.8	23.9	24.4	25.1	27.3	27.8	27.9	28.4	29.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.3					+0.3 / -0.2					
S = 2.0H	+0.6 / -0.9					+0.4 / -0.5					
Tabla estándar	BK14					BK10					
Sumando de corrección	6.1					10.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 8750lm Flujo luminoso total											

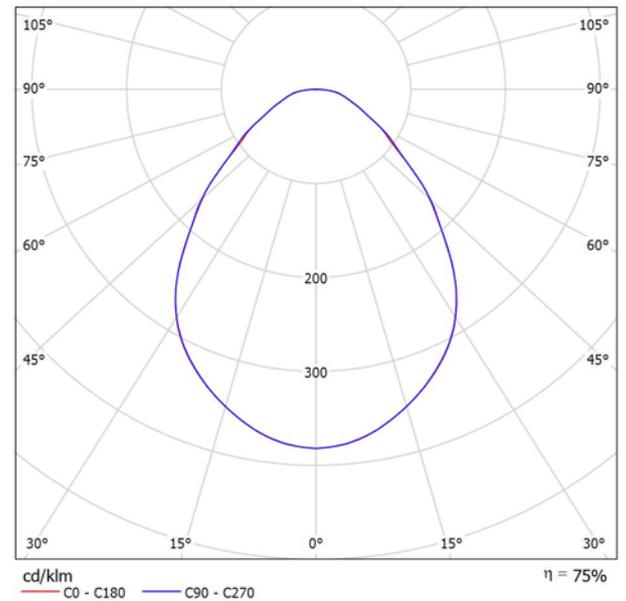


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

XAL 063-2546517P MENO SQUARE 450 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 87 97 100 75

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.6	16.8	15.9	17.0	17.2	15.7	16.8	16.0	17.0	17.2
	3H	16.7	17.7	17.0	17.9	18.2	16.7	17.7	17.0	18.0	18.2
	4H	17.2	18.1	17.5	18.4	18.7	17.2	18.2	17.5	18.4	18.7
	6H	17.7	18.6	18.0	18.9	19.2	17.8	18.6	18.1	18.9	19.2
	8H	17.9	18.8	18.3	19.1	19.4	18.0	18.9	18.4	19.2	19.5
4H	12H	18.1	19.0	18.5	19.3	19.6	18.3	19.1	18.6	19.4	19.7
	2H	16.0	16.9	16.3	17.2	17.5	16.0	16.9	16.3	17.2	17.5
	3H	17.2	18.0	17.6	18.3	18.7	17.2	18.0	17.6	18.3	18.7
	4H	17.9	18.6	18.2	18.9	19.3	17.9	18.6	18.3	18.9	19.3
	6H	18.5	19.2	18.9	19.5	19.9	18.6	19.2	19.0	19.6	20.0
8H	8H	18.9	19.4	19.3	19.8	20.2	19.0	19.5	19.4	19.9	20.3
	12H	19.1	19.7	19.6	20.1	20.5	19.3	19.8	19.7	20.2	20.6
	4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.4	18.1	18.7	18.5	19.0	19.5
	6H	18.9	19.4	19.3	19.8	20.2	18.9	19.4	19.4	19.8	20.3
	8H	19.3	19.7	19.8	20.2	20.6	19.4	19.8	19.9	20.3	20.7
12H	12H	19.7	20.0	20.2	20.5	21.0	19.8	20.2	20.3	20.6	21.1
	4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.4	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5
	6H	18.9	19.4	19.4	19.8	20.3	19.0	19.4	19.5	19.9	20.3
8H	19.4	19.7	19.9	20.2	20.7	19.5	19.8	20.0	20.3	20.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.3 / -0.3					+0.3 / -0.3					
S = 1.5H	+0.4 / -0.6					+0.4 / -0.6					
S = 2.0H	+0.9 / -1.0					+0.9 / -1.0					
Tabla estándar	BK05					BK05					
Sumando de corrección	0.7					0.8					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3522lm Flujo luminoso total											

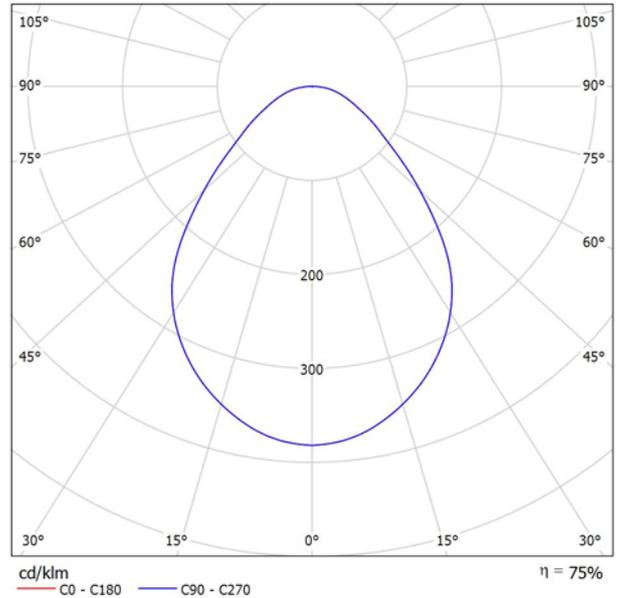


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

XAL 063-2266517P MENO ROUND 650 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 87 97 100 75

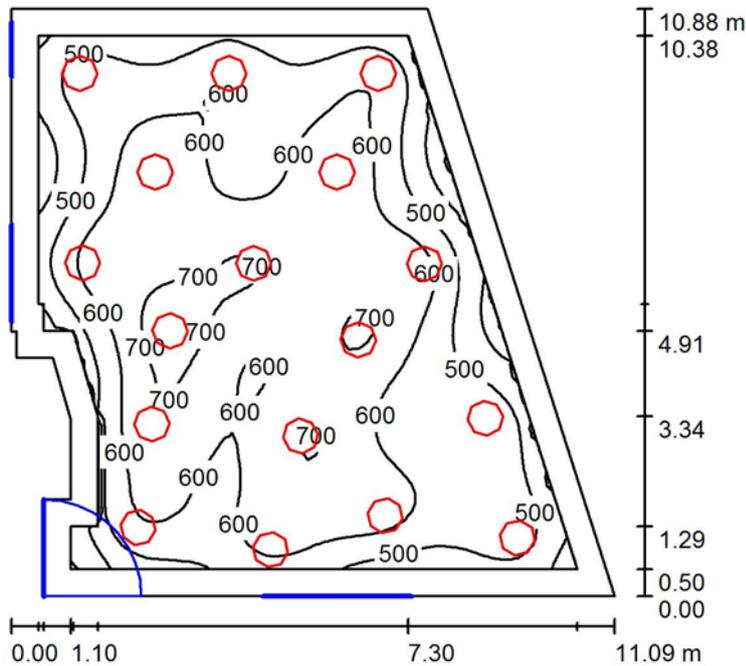
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.7	15.8	16.9	17.1	15.5	16.7	15.8	16.9	17.1
	3H	16.5	17.5	16.8	17.8	18.0	16.5	17.5	16.8	17.8	18.0
	4H	17.0	17.9	17.3	18.2	18.5	17.0	17.9	17.3	18.2	18.5
	6H	17.4	18.3	17.8	18.6	18.9	17.4	18.3	17.8	18.6	18.9
	8H	17.6	18.5	18.0	18.8	19.1	17.6	18.5	18.0	18.8	19.1
4H	2H	15.9	16.9	16.3	17.2	17.4	15.9	16.9	16.3	17.2	17.4
	3H	17.1	17.9	17.5	18.2	18.6	17.1	17.9	17.5	18.2	18.6
	4H	17.7	18.5	18.1	18.8	19.2	17.7	18.5	18.1	18.8	19.2
	6H	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8
	8H	18.6	19.2	19.1	19.6	20.0	18.6	19.2	19.1	19.6	20.0
8H	4H	18.0	18.6	18.4	19.0	19.4	18.0	18.6	18.4	19.0	19.4
	6H	18.8	19.3	19.3	19.7	20.2	18.8	19.3	19.3	19.7	20.2
	8H	19.2	19.6	19.7	20.0	20.5	19.2	19.6	19.7	20.0	20.5
	12H	19.5	19.9	20.0	20.3	20.8	19.5	19.9	20.0	20.3	20.8
	12H	4H	18.0	18.6	18.5	19.0	19.4	18.0	18.6	18.5	19.0
6H		18.9	19.3	19.4	19.7	20.2	18.9	19.3	19.4	19.7	20.2
8H		19.3	19.7	19.8	20.1	20.6	19.3	19.7	19.8	20.1	20.6
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3					
S = 1.5H	+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.7					
S = 2.0H	+0.9 / -1.0					+0.9 / -1.0					
Tabla estándar	BK05					BK05					
Sumando de corrección	0.5					0.5					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5479lm Flujo luminoso total											



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aula Principal / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:140

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	584	293	746	0.501
Suelo	20	491	200	644	0.407
Techo	70	103	72	164	0.702
Paredes (11)	50	212	79	492	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.500 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	17	XAL 063-2266517P MENO ROUND 650 (1.000)	4113	5479	41.0
			Total: 69921	Total: 93143	697.0

Valor de eficiencia energética: $7.09 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 98.26 m^2)

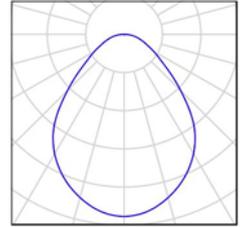


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aula Principal / Lista de luminarias

17 Pieza XAL 063-2266517P MENO ROUND 650
N° de artículo: 063-2266517P
Flujo luminoso (Luminaria): 4113 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5479 lm
Potencia de las luminarias: 41.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 87 97 100 75
Lámpara: 224 x e2 LED 3000K 5ABU (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aula Principal / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 69921 lm
Potencia total: 697.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.500 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	503	82	584	/	/
Suelo	403	88	491	20	31
Techo	0.45	103	103	70	23
Pared 1	136	88	223	50	36
Pared 2	126	89	215	50	34
Pared 3	139	89	228	50	36
Pared 4	113	88	201	50	32
Pared 5	61	96	157	50	25
Pared 6	80	85	165	50	26
Pared 7	68	93	161	50	26
Pared 8	141	95	236	50	38
Pared 9	155	91	246	50	39
Pared 10	28	82	110	50	17
Pared 11	49	77	126	50	20

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.501 (1:2)

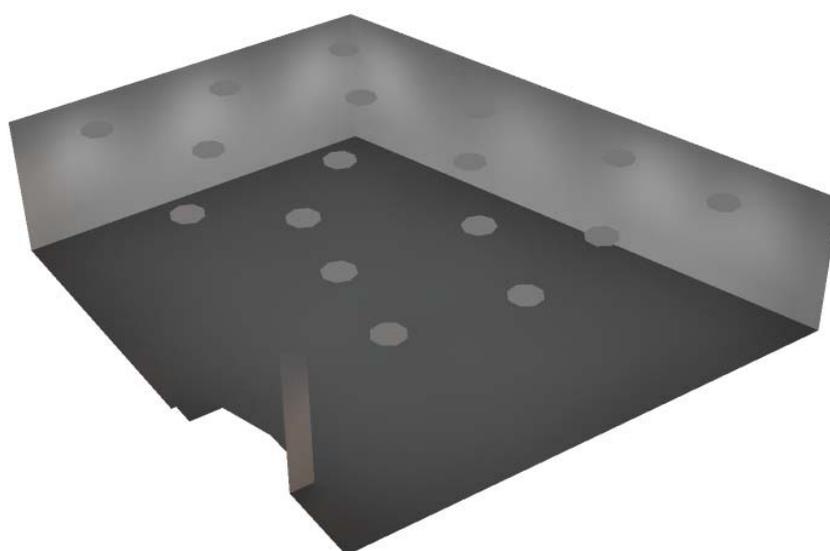
E_{\min} / E_{\max} : 0.392 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $7.09 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 98.26 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

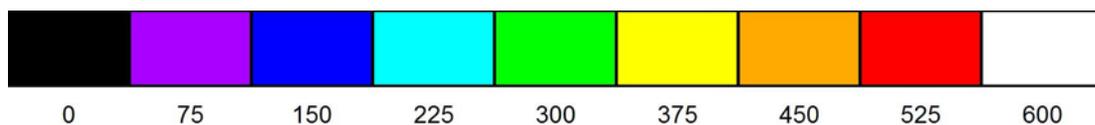
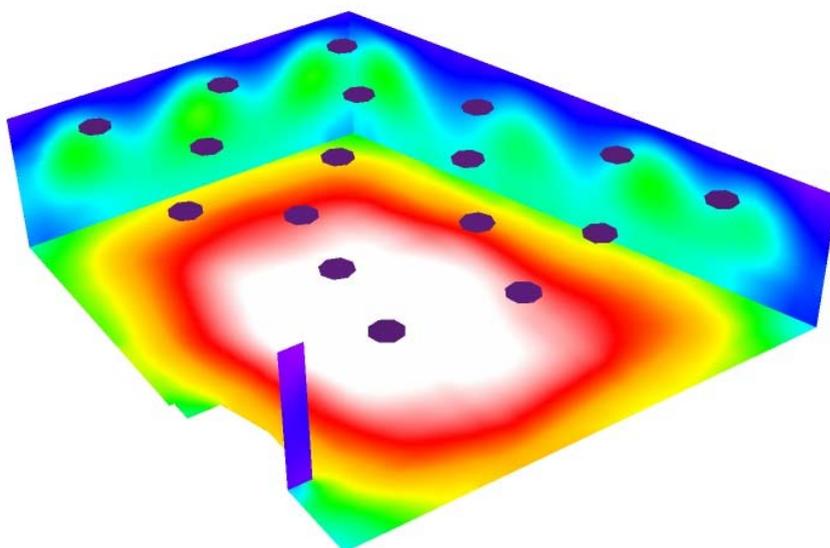
Aula Principal / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

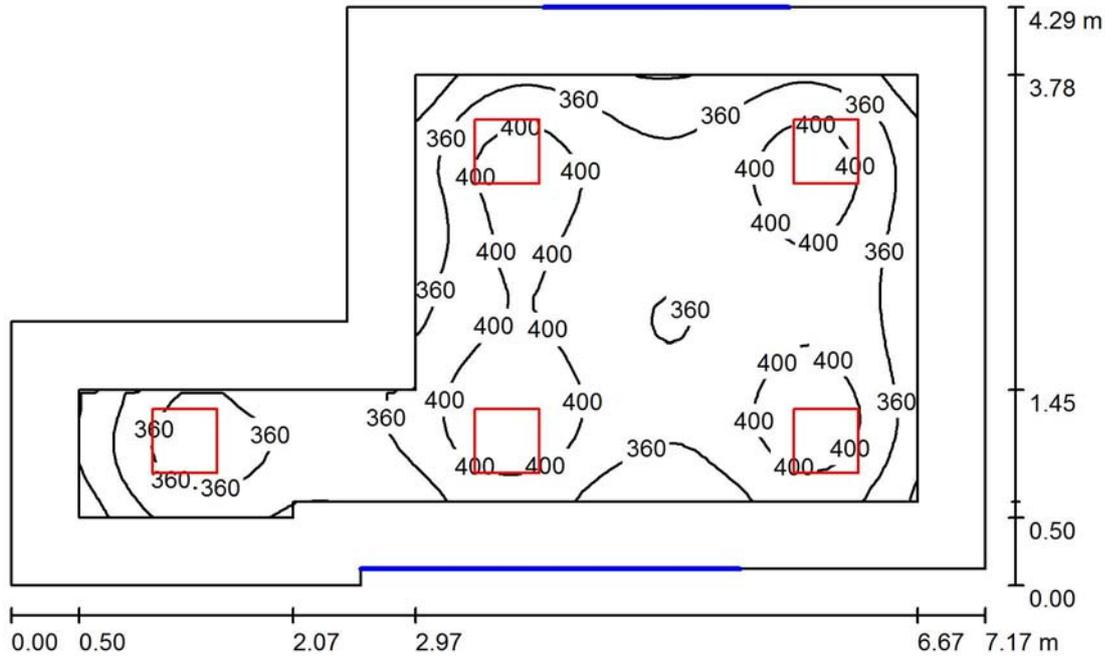
Aula Principal / Rendering (procesado) de colores falsos





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aula Secundaria / Resumen



Altura del local: 2.750 m, Altura de montaje: 2.750 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	374	256	434	0.686
Suelo	20	267	153	343	0.571
Techo	70	62	47	80	0.764
Paredes (8)	50	142	55	283	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.500 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	XAL 063-2546517P MENO SQUARE 450 (1.000)	2644	3522	26.0
			Total: 13220	Total: 17610	130.0

Valor de eficiencia energética: $5.33 \text{ W/m}^2 = 1.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.40 m^2)

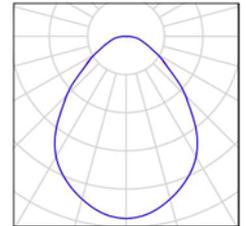


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aula Secundaria / Lista de luminarias

5 Pieza XAL 063-2546517P MENO SQUARE 450
N° de artículo: 063-2546517P
Flujo luminoso (Luminaria): 2644 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3522 lm
Potencia de las luminarias: 26.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 87 97 100 75
Lámpara: 144 x e2 LED 3000K 5ABU (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aula Secundaria / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 13220 lm
Potencia total: 130.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.500 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	318	55	374	/	/
Suelo	209	59	267	20	17
Techo	0.39	61	62	70	14
Pared 1	88	60	148	50	24
Pared 2	83	56	139	50	22
Pared 3	85	59	144	50	23
Pared 4	85	54	139	50	22
Pared 5	67	55	122	50	19
Pared 6	76	57	133	50	21
Pared 7	34	58	92	50	15
Pared 8	93	61	154	50	24

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.686 (1:1)

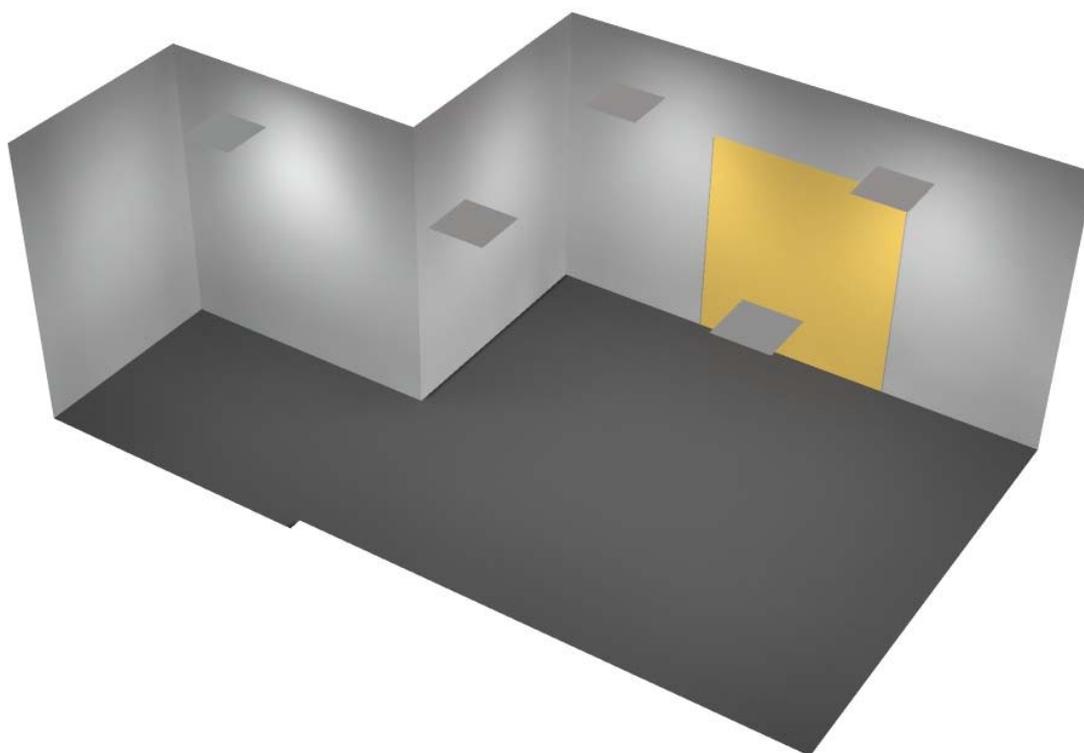
E_{\min} / E_{\max} : 0.591 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $5.33 \text{ W/m}^2 = 1.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.40 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

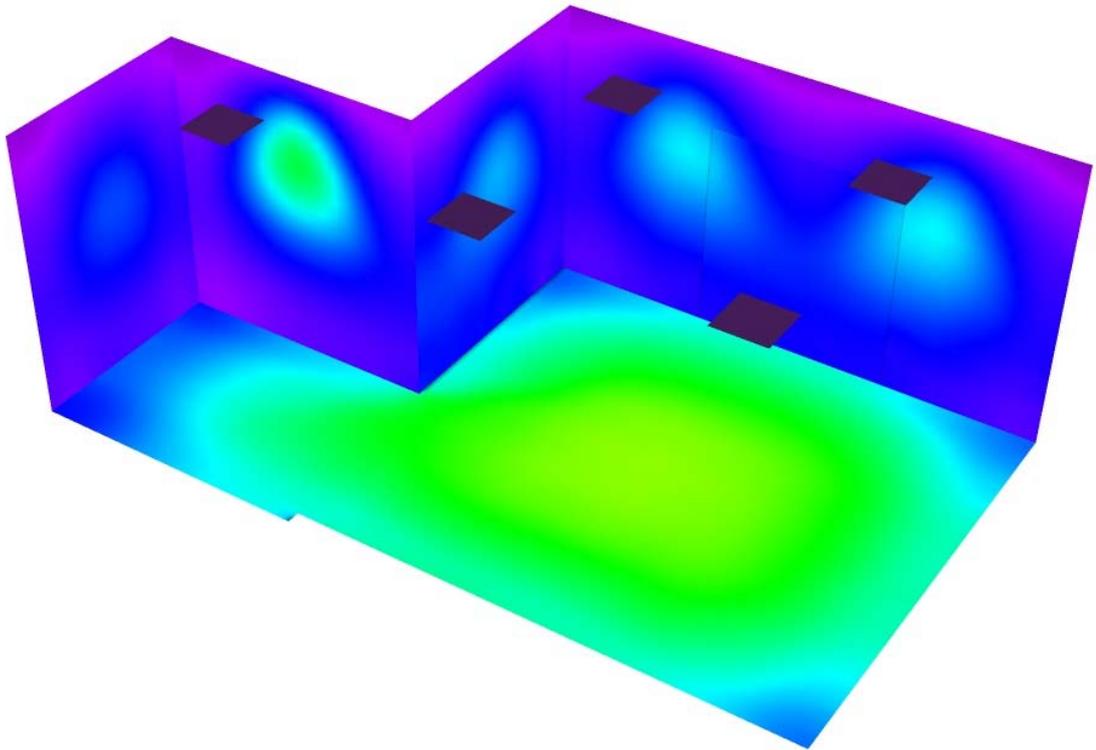
Aula Secundaria / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aula Secundaria / Rendering (procesado) de colores falsos



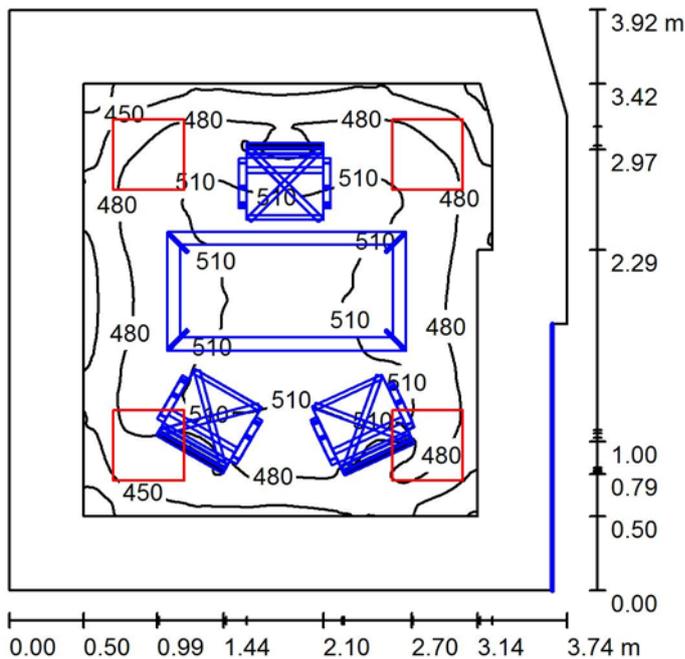
0 75 150 225 300 375 450 525 600

lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina / Resumen



Altura del local: 2.750 m, Altura de montaje: 2.750 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	486	396	520	0.815
Suelo	20	265	66	348	0.250
Techo	70	102	70	125	0.689
Paredes (7)	50	203	79	359	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.500 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	XAL 063-2546517P MENO SQUARE 450 (1.000)	2644	3522	26.0
			Total: 10576	Total: 14088	104.0

Valor de eficiencia energética: $7.23 \text{ W/m}^2 = 1.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.39 m^2)

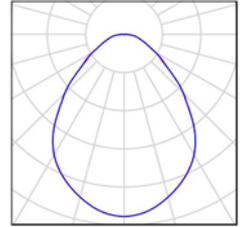


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina / Lista de luminarias

4 Pieza XAL 063-2546517P MENO SQUARE 450
N° de artículo: 063-2546517P
Flujo luminoso (Luminaria): 2644 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3522 lm
Potencia de las luminarias: 26.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 87 97 100 75
Lámpara: 144 x e2 LED 3000K 5ABU (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 10576 lm
Potencia total: 104.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.500 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	393	93	486	/	/
Suelo	184	82	265	20	17
Techo	0.62	101	102	70	23
Pared 1	120	90	210	50	33
Pared 2	48	86	134	50	21
Pared 3	122	84	207	50	33
Pared 4	114	86	200	50	32
Pared 5	116	86	203	50	32
Pared 6	116	86	202	50	32
Pared 7	115	87	202	50	32

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.815 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.761 (1:1)

Valor de eficiencia energética: $7.23 \text{ W/m}^2 = 1.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.39 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

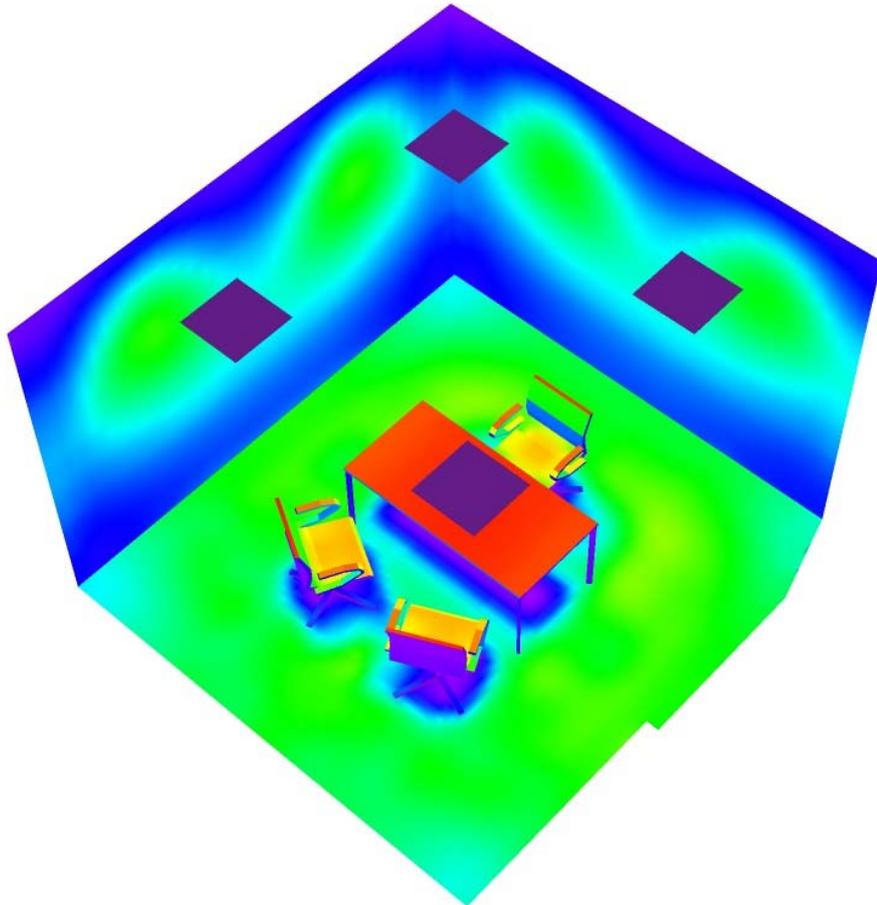
Oficina / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina / Rendering (procesado) de colores falsos



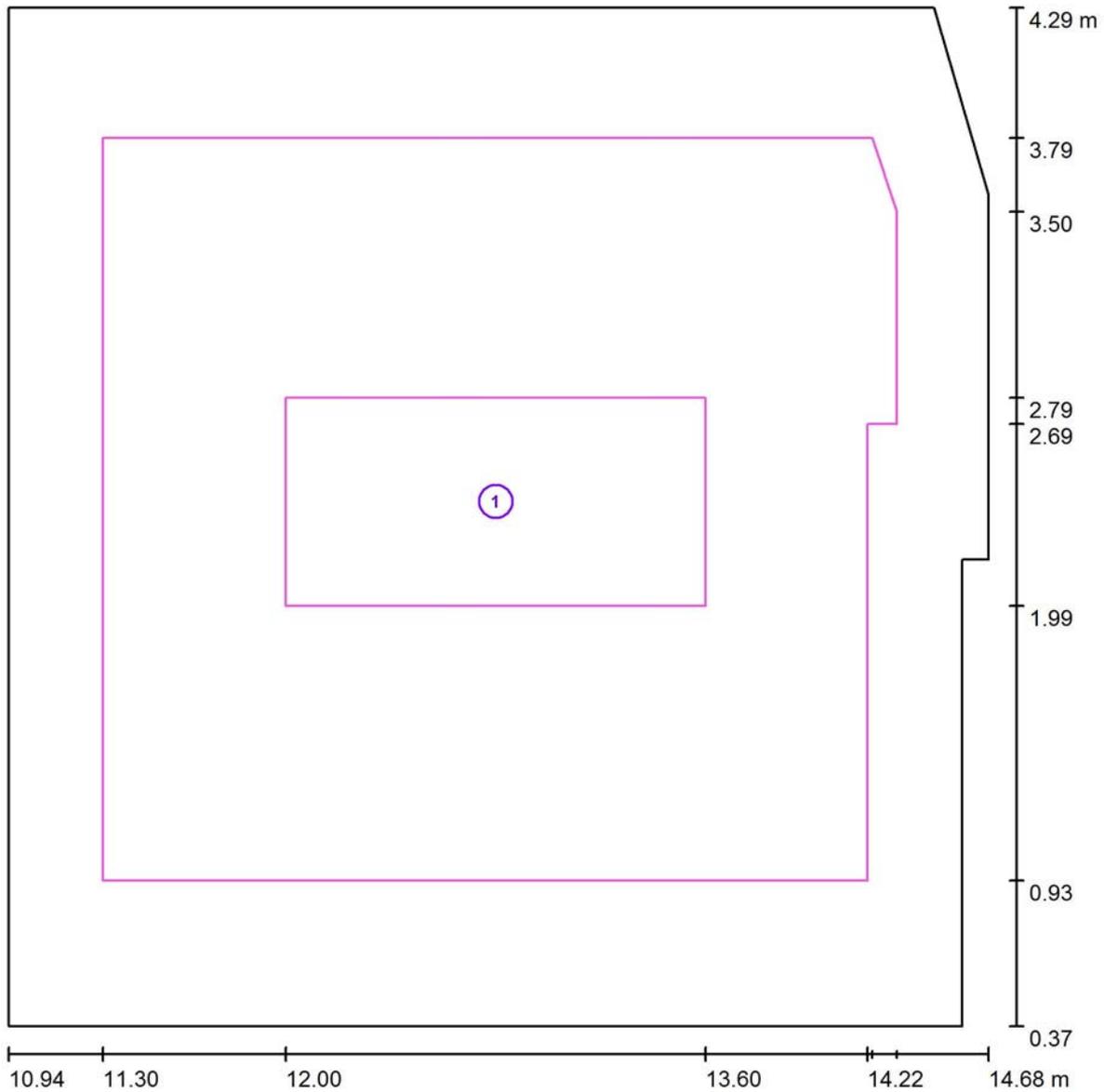
0 75 150 225 300 375 450 525 600

lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina / Superficie de trabajo Oficina / Sumario de los resultados



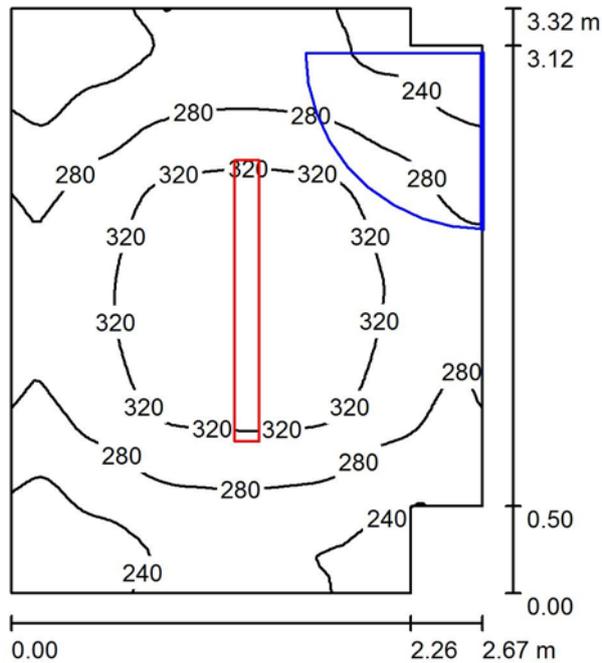
Escala 1 : 27

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea	16 x 8	504	491	512	0.975	0.959
	Área circundante	128 x 128	456	310	510	0.680	0.609



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén 1 / Resumen



Altura del local: 3.300 m, Altura de montaje: 3.300 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:43

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	283	201	353	0.708
Suelo	20	201	158	232	0.785
Techo	70	174	89	998	0.513
Paredes (8)	50	222	90	488	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS TCW216 2x49W (1.000)	7697	8750	108.0
			Total: 7697	Total: 8750	108.0

Valor de eficiencia energética: $12.59 \text{ W/m}^2 = 4.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.58 m^2)

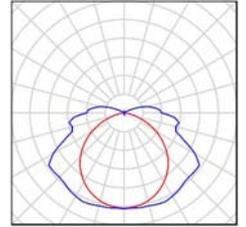


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén 1 / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS TCW216 2x49W
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 7697 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 8750 lm
Potencia de las luminarias: 108.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 91
Código CIE Flux: 37 67 87 91 88
Lámpara: 2 x TL5-49W/830 (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7697 lm
Potencia total: 108.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	164	119	283	/	/
Suelo	105	96	201	20	13
Techo	61	113	174	70	39
Pared 1	85	96	181	50	29
Pared 2	95	105	200	50	32
Pared 3	175	101	277	50	44
Pared 4	88	101	189	50	30
Pared 5	68	94	162	50	26
Pared 6	93	99	191	50	30
Pared 7	142	97	239	50	38
Pared 8	93	98	191	50	30

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.708 (1:1)

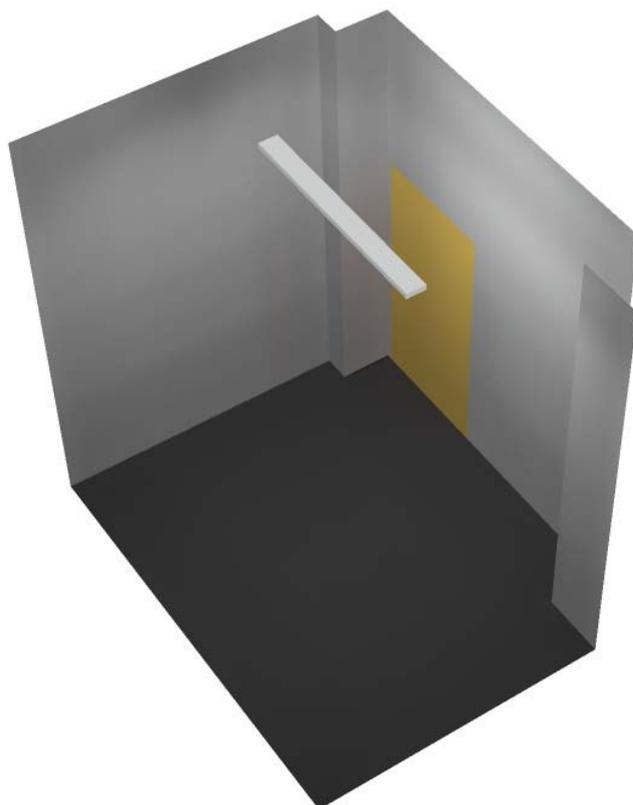
E_{\min} / E_{\max} : 0.569 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $12.59 \text{ W/m}^2 = 4.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.58 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

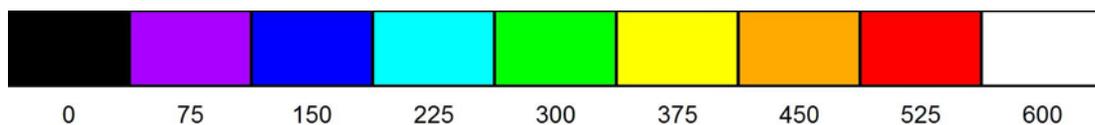
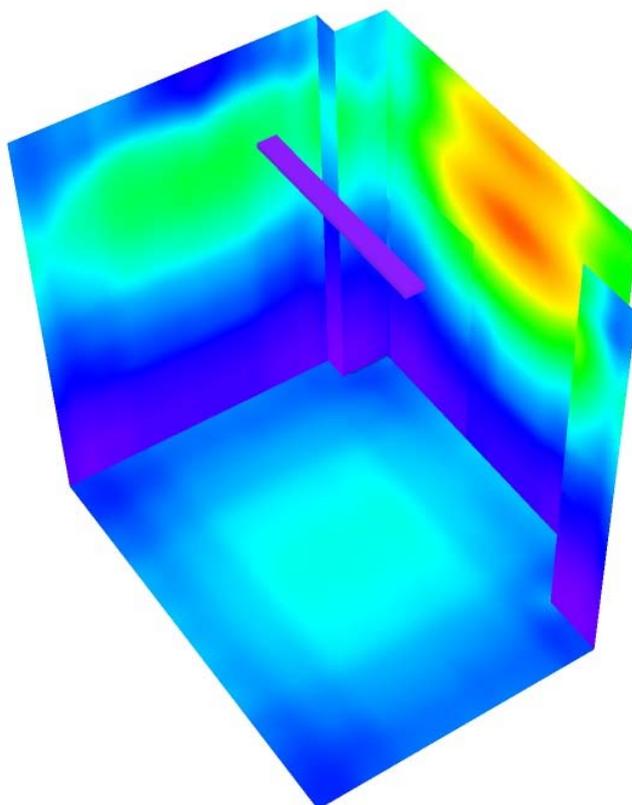
Almacén 1 / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén 1 / Rendering (procesado) de colores falsos

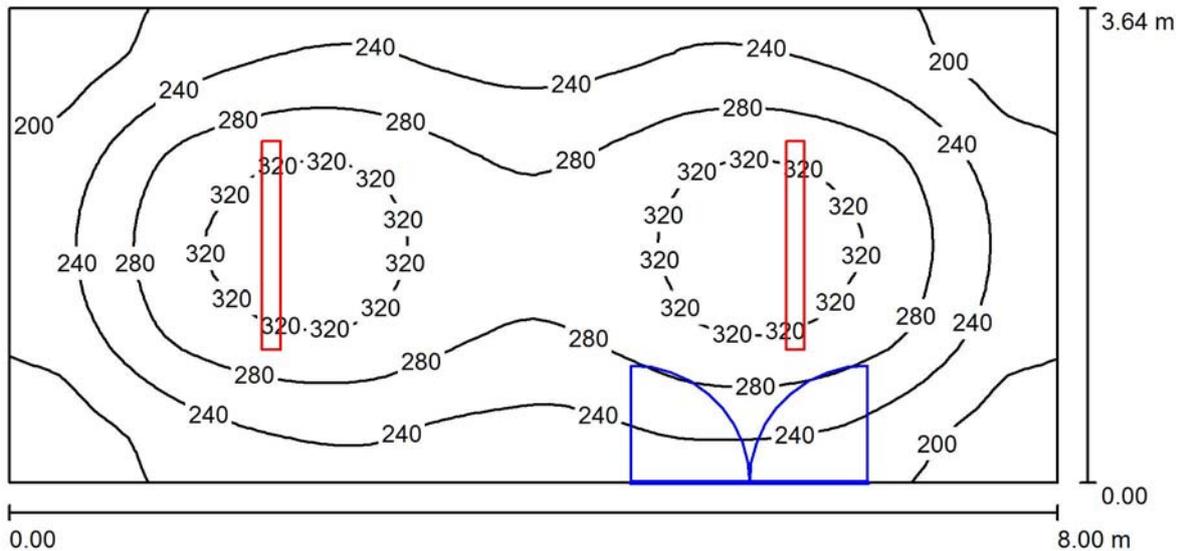


lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén 2 / Resumen



Altura del local: 3.300 m, Altura de montaje: 3.300 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:58

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	259	162	345	0.626
Suelo	20	209	146	247	0.698
Techo	70	111	65	1116	0.585
Paredes (4)	50	170	99	274	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	19	21	
Trama:	64 x 32 Puntos	Pared inferior	19	23	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TCW216 2x49W (1.000)	7697	8750	108.0
			Total: 15395	Total: 17500	216.0

Valor de eficiencia energética: $7.42 \text{ W/m}^2 = 2.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 29.12 m^2)

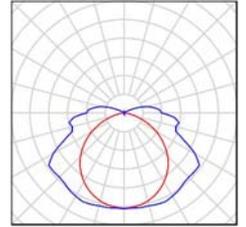


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén 2 / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS TCW216 2x49W
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 7697 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 8750 lm
Potencia de las luminarias: 108.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 91
Código CIE Flux: 37 67 87 91 88
Lámpara: 2 x TL5-49W/830 (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 15395 lm
Potencia total: 216.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	172	87	259	/	/
Suelo	127	81	209	20	13
Techo	38	74	111	70	25
Pared 1	116	70	187	50	30
Pared 2	90	73	163	50	26
Pared 3	116	70	186	50	30
Pared 4	90	73	163	50	26

Simetrías en el plano útil

	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
E_{\min} / E_m : 0.626 (1:2)	Pared izq	19	21	
E_{\min} / E_{\max} : 0.471 (1:2)	Pared inferior	19	23	

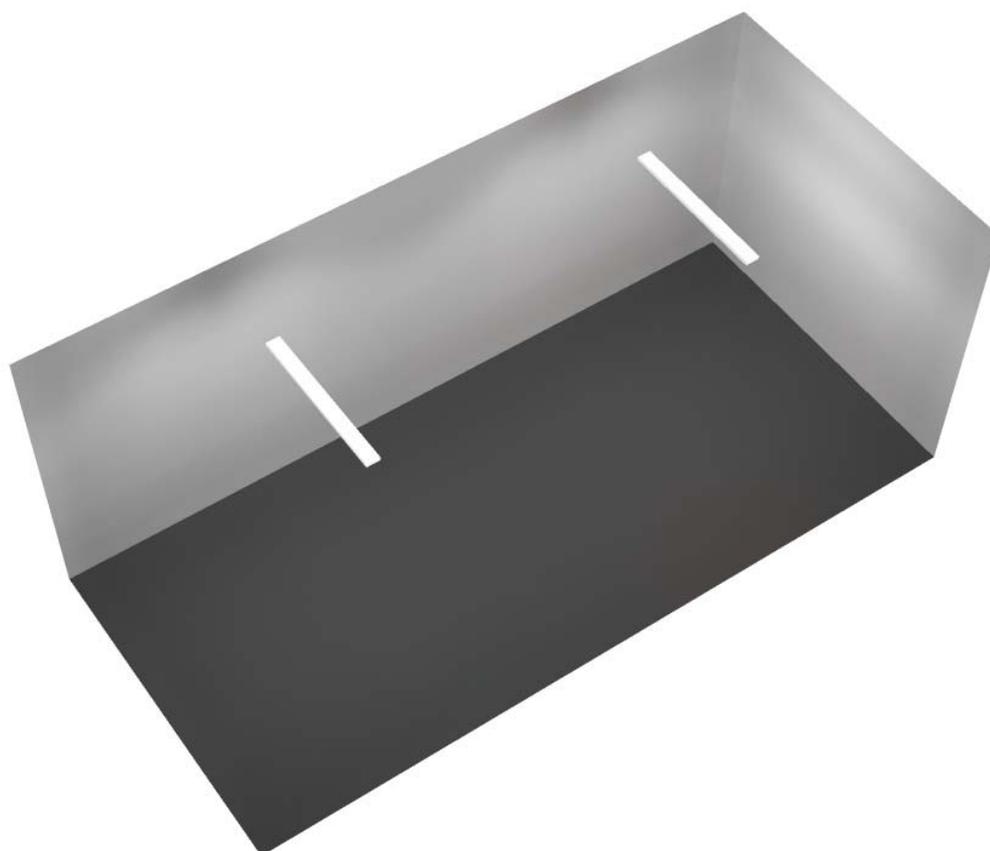
(CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética: $7.42 \text{ W/m}^2 = 2.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 29.12 m²)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

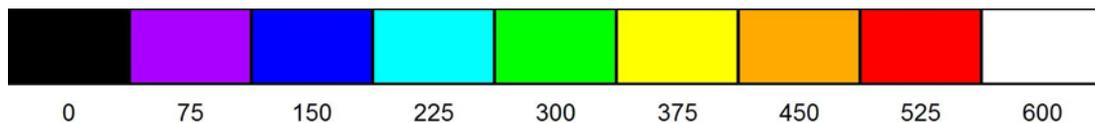
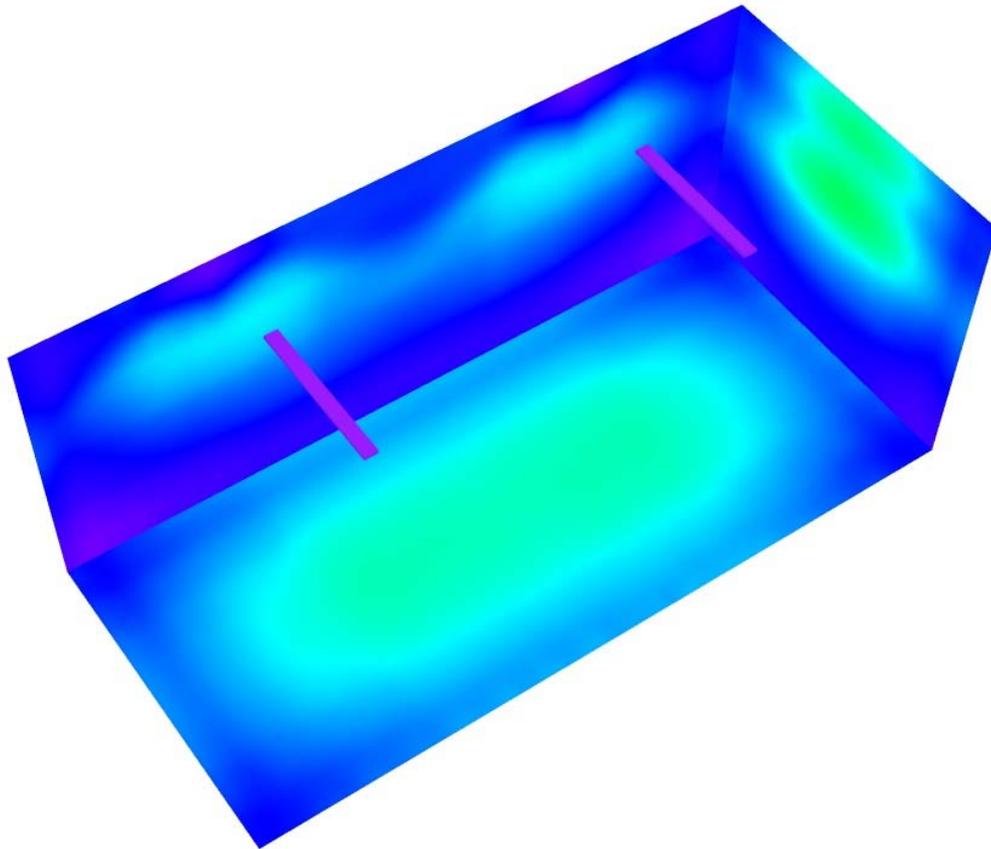
Almacén 2 / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén 2 / Rendering (procesado) de colores falsos

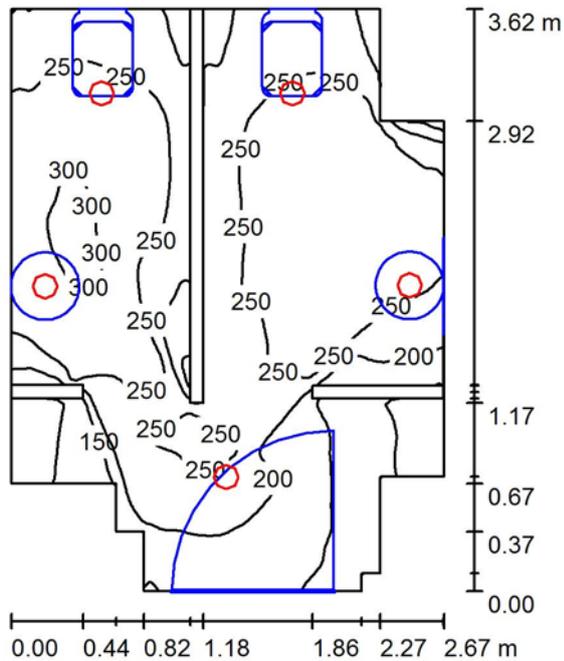


lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseos / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.771 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:47

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	229	68	310	0.299
Suelo	20	139	25	201	0.178
Techo	70	56	22	169	0.385
Paredes (18)	50	97	12	1400	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	XAL 052-932_517P MIRA ROUND 150 e2 LED P (1.000)	989	1250	9.1
			Total: 4945	Total: 6250	45.5

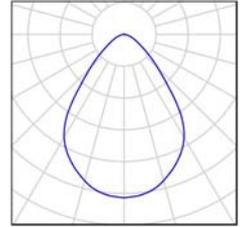
Valor de eficiencia energética: $5.29 \text{ W/m}^2 = 2.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.60 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseos / Lista de luminarias

5 Pieza XAL 052-932_517P MIRA ROUND 150 e2 LED P Dispone de una imagen
N° de artículo: 052-932_517P de la luminaria en
Flujo luminoso (Luminaria): 989 lm nuestro catálogo de
Flujo luminoso (Lámparas): 1250 lm luminarias.
Potencia de las luminarias: 9.1 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 74 94 99 100 79
Lámpara: 64 x e2 LED 3000K 5AAF (Factor de
corrección 1.000).





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseos / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 4945 lm
Potencia total: 45.5 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	175	54	229	/	/
Suelo	101	38	139	20	8.87
Techo	0.00	56	56	70	13
Pared 1	34	36	70	50	11
Pared 2	0.27	23	23	50	3.74
Pared 3	20	24	44	50	6.96
Pared 3_1	74	40	114	50	18
Pared 4	38	46	84	50	13
Pared 5	67	54	121	50	19
Pared 6	69	49	118	50	19
Pared 7	88	54	142	50	23
Pared 7_1	21	24	45	50	7.15
Pared 8	0.74	25	26	50	4.07
Pared 9	0.88	25	25	50	4.05
Pared 10	6.19	33	40	50	6.29
Pared 11	59	38	98	50	16
Pared 12	40	44	85	50	13
Pared 13	41	38	79	50	13
Pared 14	39	33	72	50	12
Pared 15	28	36	64	50	10
Pared 16	20	35	55	50	8.70

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.299 (1:3)

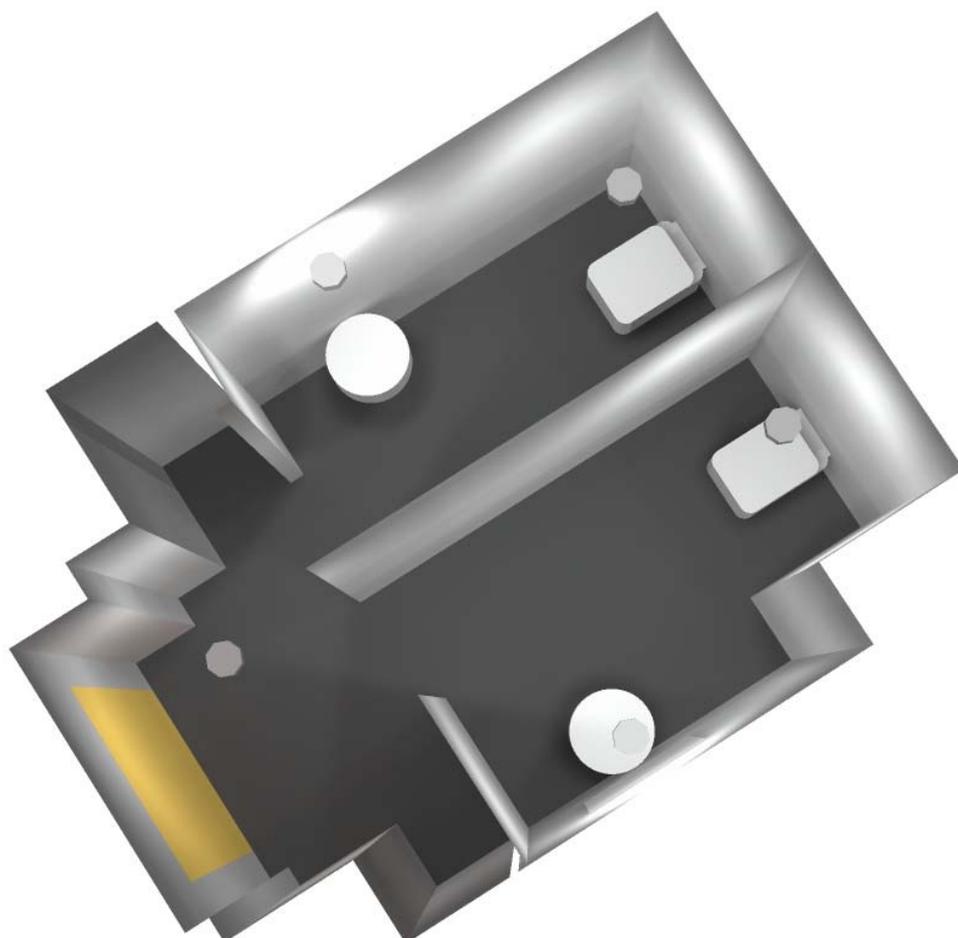
E_{\min} / E_{\max} : 0.220 (1:5)

Valor de eficiencia energética: $5.29 \text{ W/m}^2 = 2.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.60 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

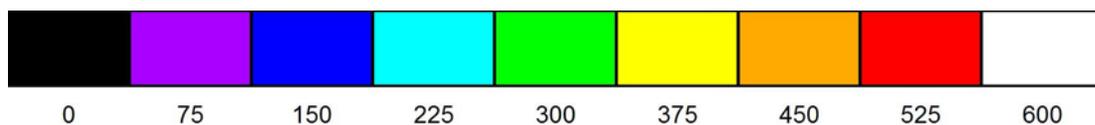
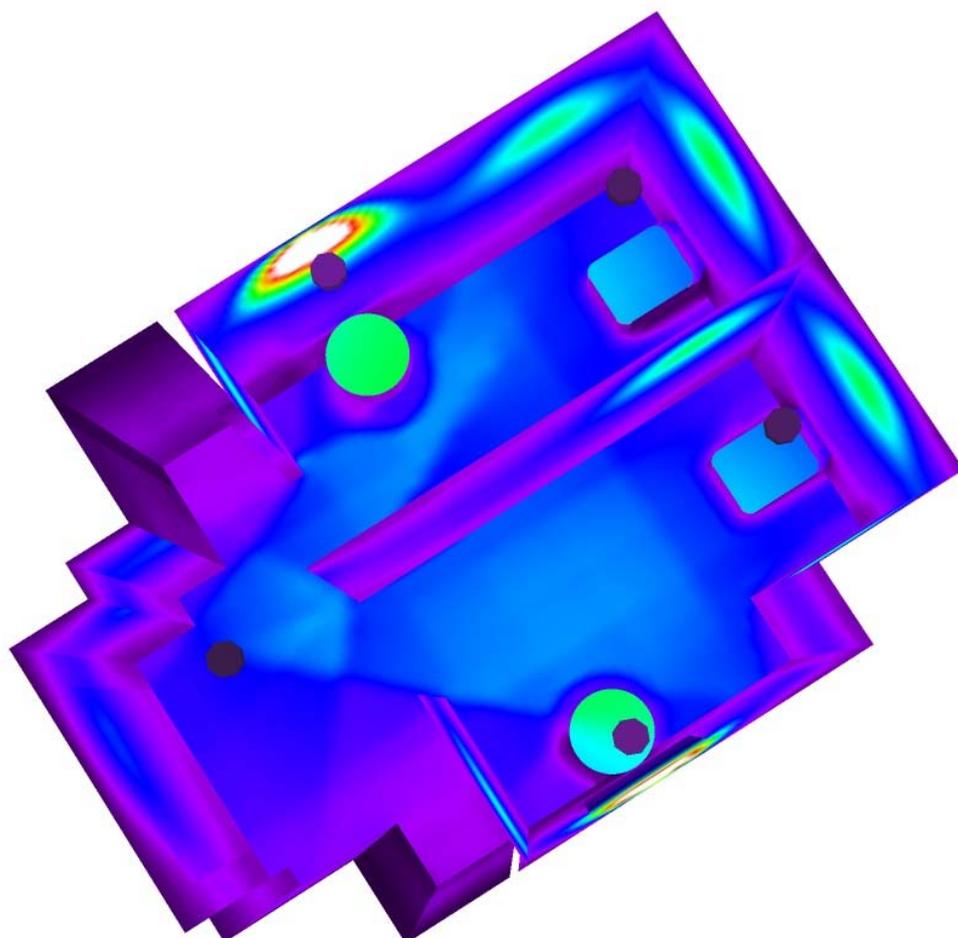
Aseos / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseos / Rendering (procesado) de colores falsos

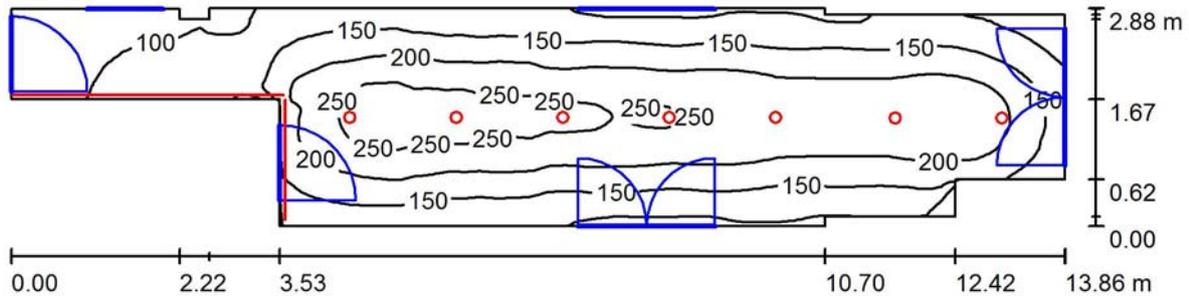


lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Resumen



Altura del local: 2.750 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:100

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	172	65	276	0.378
Suelo	20	141	50	198	0.353
Techo	70	37	20	330	0.539
Paredes (18)	55	70	17	1077	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	33	OSRAM on request LINEARlight POWER Flex_LF06P-W4F-830 (0.400)	144	144	3.6
2	7	XAL 052-932_517P MIRA ROUND 150 e2 LED P (1.000)	989	1250	9.1
			Total: 11675	Total: 13502	182.5

Valor de eficiencia energética: $5.61 \text{ W/m}^2 = 3.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.50 m^2)

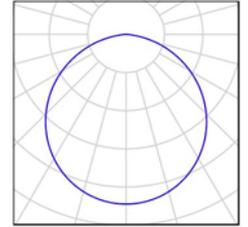


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Lista de luminarias

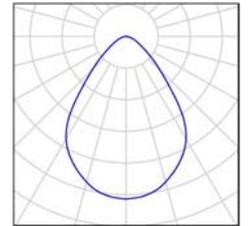
33 Pieza OSRAM on request LINEARlight POWER
Flex_LF06P-W4F-830
N° de artículo: on request
Flujo luminoso (Luminaria): 144 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 144 lm
Potencia de las luminarias: 3.6 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 80 96 100 100
Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 0.400).

Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.



7 Pieza XAL 052-932_517P MIRA ROUND 150 e2 LED P
N° de artículo: 052-932_517P
Flujo luminoso (Luminaria): 989 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1250 lm
Potencia de las luminarias: 9.1 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 74 94 99 100 79
Lámpara: 64 x e2 LED 3000K 5AAF (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11675 lm
Potencia total: 182.5 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	144	28	172	/	/
Suelo	112	30	141	20	9.01
Techo	0.00	37	37	70	8.30
Pared 1	22	24	46	50	7.39
Pared 2	30	25	54	50	8.60
Pared 3	13	28	42	50	6.63
Pared 4	33	34	67	50	11
Pared 5	12	35	46	50	7.39
Pared 6	32	48	80	50	13
Pared 7	9.93	34	44	50	6.98
Pared 8	23	46	69	50	11
Pared 9	36	46	82	50	13
Pared 10	51	33	84	80	21
Pared 11	103	43	146	80	37
Pared 12	33	33	67	50	11
Pared 13	13	28	41	50	6.51
Pared 14	31	24	55	50	8.81
Pared 15	19	25	45	50	7.08
Pared 16	53	23	76	50	12
Pared 17	48	23	71	50	11
Pared 18	27	24	51	50	8.15

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.378 (1:3)

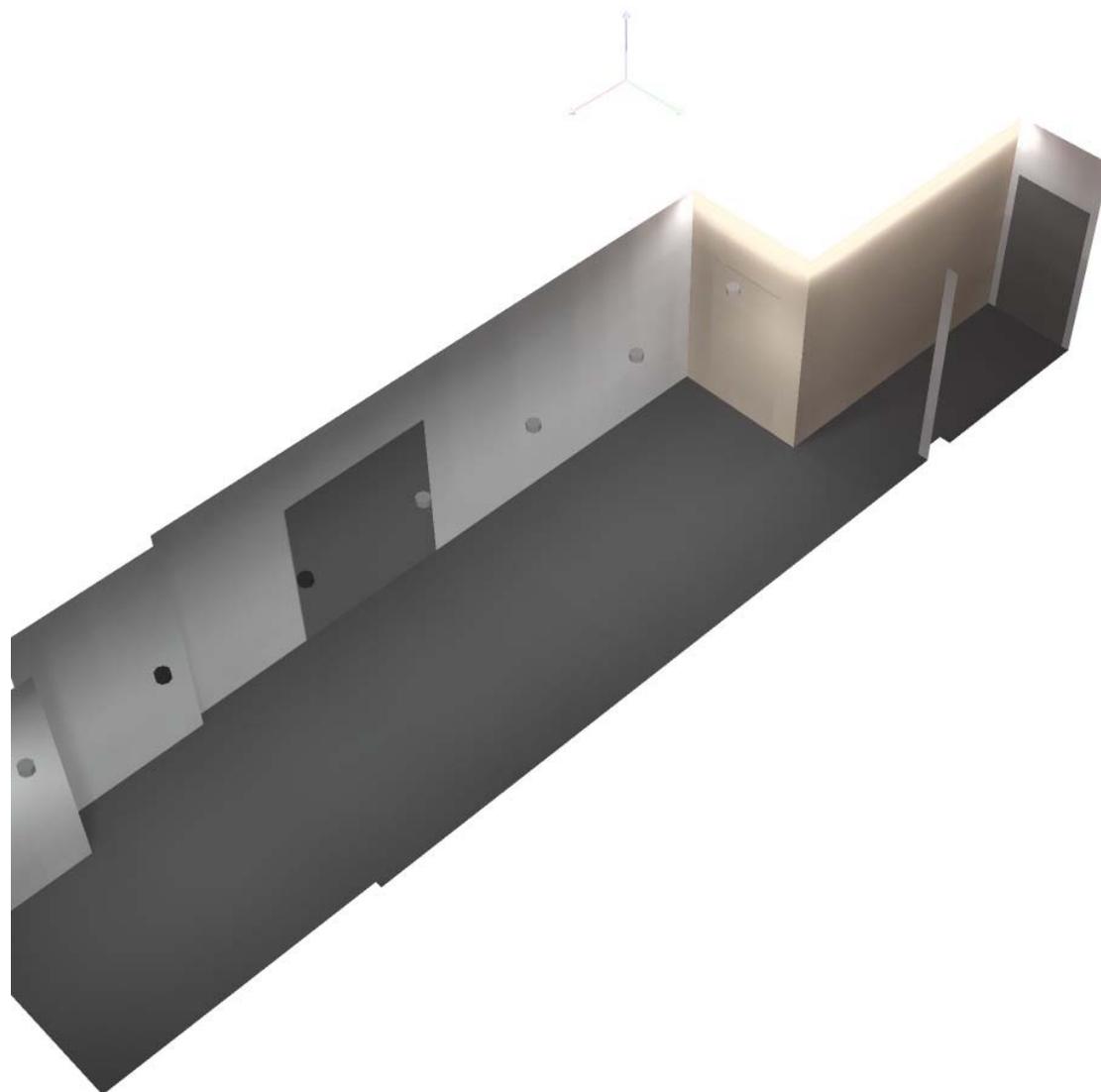
E_{\min} / E_{\max} : 0.235 (1:4)

Valor de eficiencia energética: $5.61 \text{ W/m}^2 = 3.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.50 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

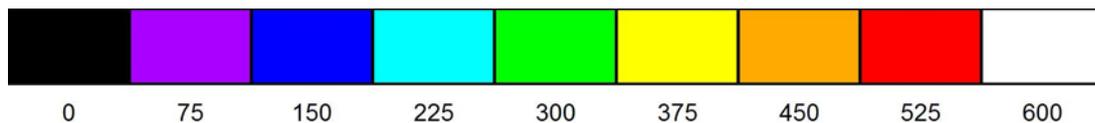
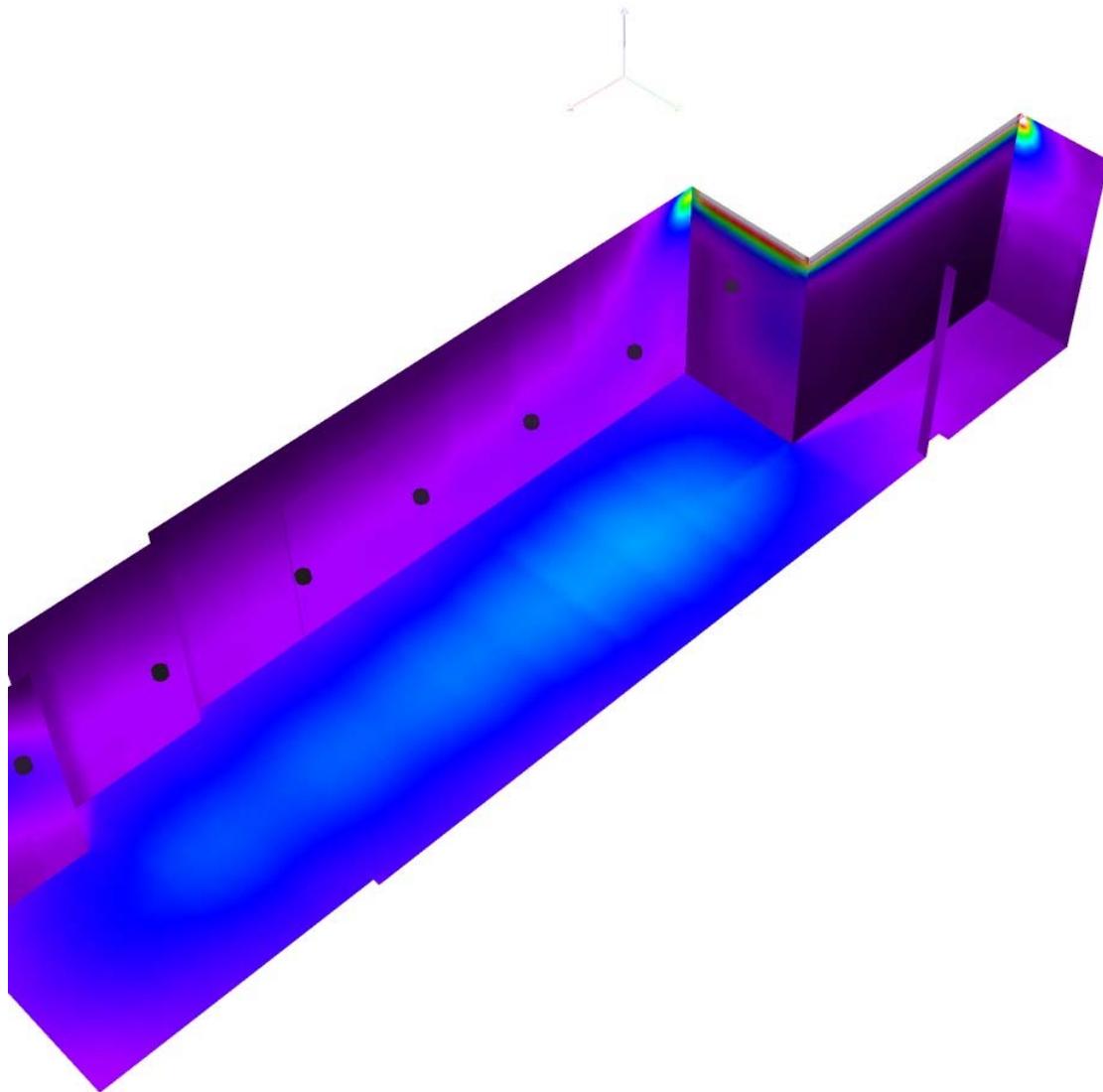
Pasillo / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

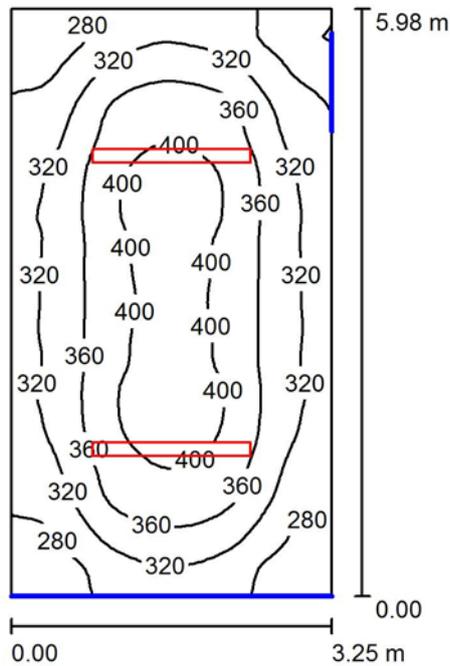
Pasillo / Rendering (procesado) de colores falsos



lx

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Garaje / Resumen



Altura del local: 3.300 m, Altura de montaje: 3.300 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:77

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	341	233	420	0.682
Suelo	20	266	193	314	0.726
Techo	70	163	96	939	0.589
Paredes (4)	50	255	132	450	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TCW216 2x49W (1.000)	7697	8750	108.0
			Total: 15395	Total: 17500	216.0

Valor de eficiencia energética: $11.11 \text{ W/m}^2 = 3.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 19.43 m^2)

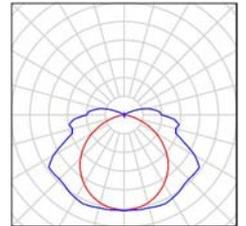


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Garaje / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS TCW216 2x49W
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 7697 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 8750 lm
Potencia de las luminarias: 108.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 91
Código CIE Flux: 37 67 87 91 88
Lámpara: 2 x TL5-49W/830 (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Garaje / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 15395 lm
Potencia total: 216.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	216	126	341	/	/
Suelo	153	113	266	20	17
Techo	54	109	163	70	36
Pared 1	123	106	229	50	37
Pared 2	165	101	266	50	42
Pared 3	120	108	228	50	36
Pared 4	228	111	339	50	54

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.682 (1:1)

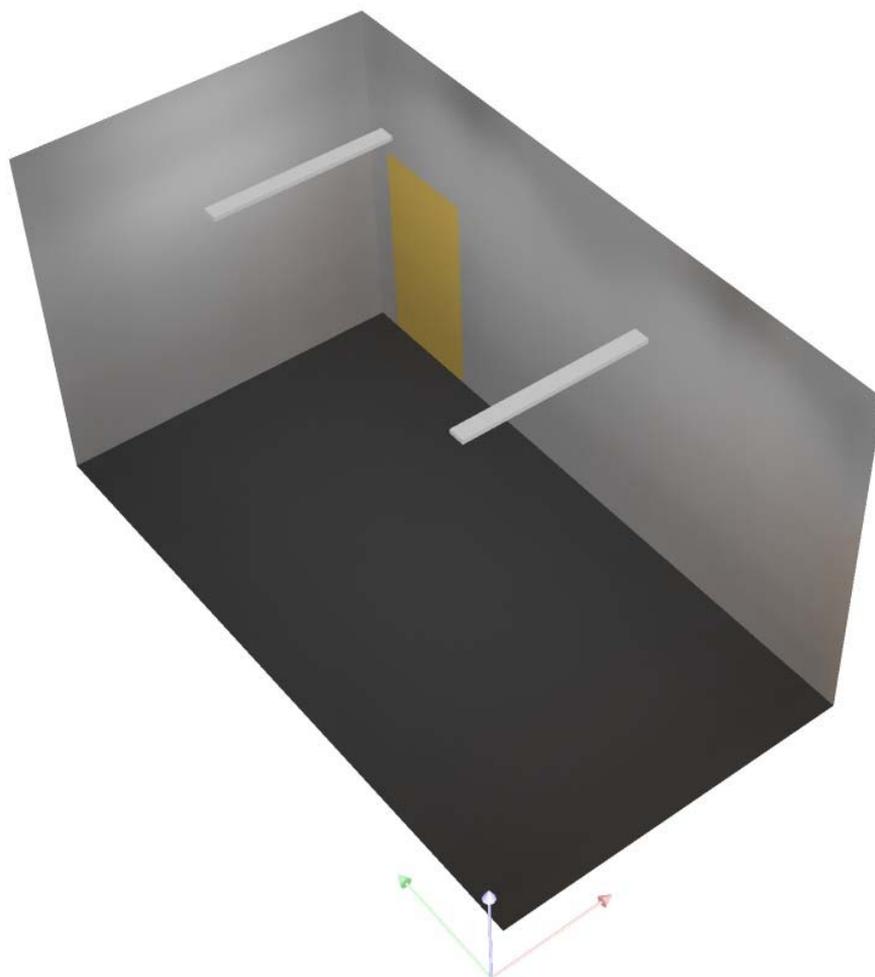
E_{\min} / E_{\max} : 0.554 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $11.11 \text{ W/m}^2 = 3.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 19.43 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

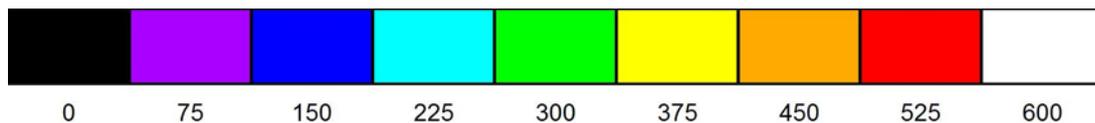
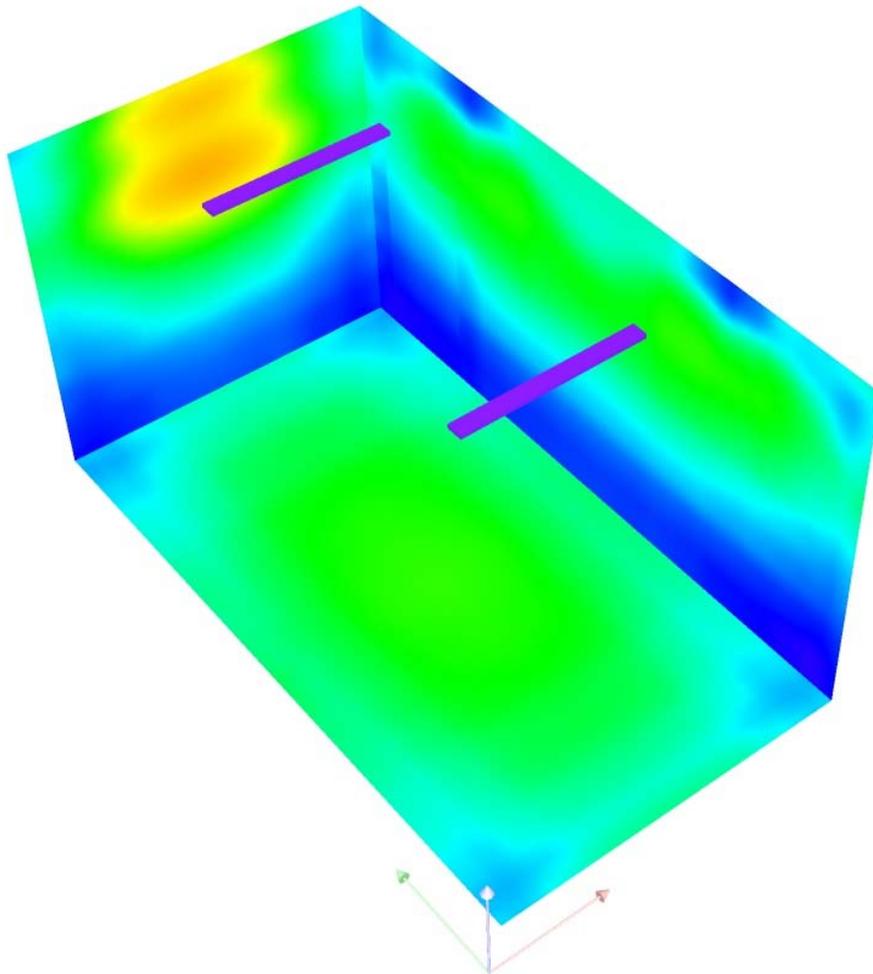
Garaje / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

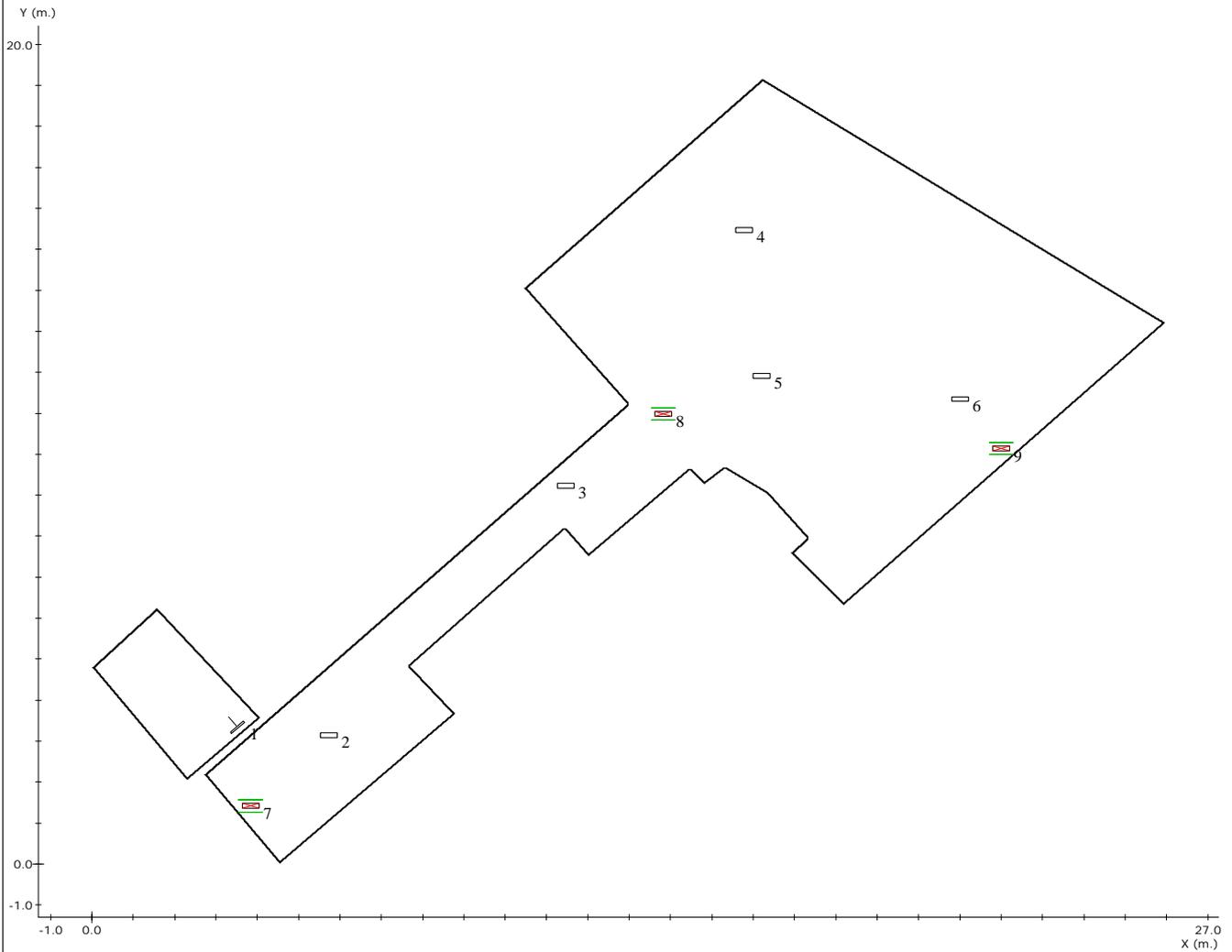
Garaje / Rendering (procesado) de colores falsos



lx

5. CÁLCULOS LUMINOTÉNICOS ALUMBRADO EMERGENCIA

Plano de situación de Productos



Situación de las Luminarias

Nº	Referencia	Fabricante	Coordenadas					Rót.	
			x	y	h	γ	α		β
1	HYDRA LD 2N5 A	Daisalux	3.52	3.34	2.50	40	90	0	--
2	IZAR N30 A	Daisalux	5.73	3.14	2.50	0	0	0	--
3	IZAR N30 A	Daisalux	11.47	9.23	2.50	0	0	0	--
4	IZAR N30 A	Daisalux	15.79	15.47	2.50	0	0	0	--
5	IZAR N30 A	Daisalux	16.20	11.91	2.50	0	0	0	--

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

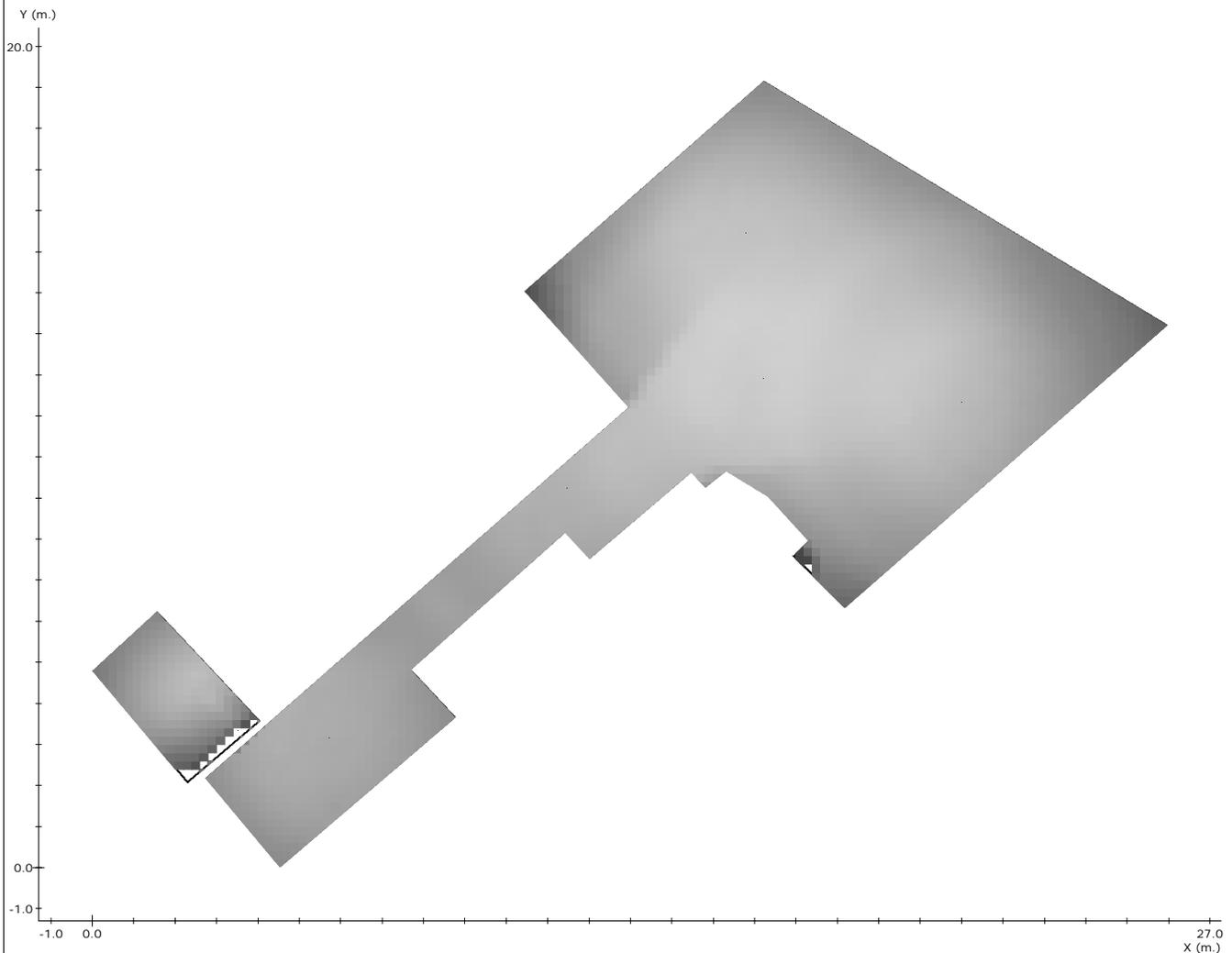
Nota 2: Catálogo España - 2016 Abril (7.00.04)

<u>Nº</u>	<u>Referencia</u>	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>						<u>Rót.</u>
			x	y	h	γ	α	β	
6	IZAR N30 A	Daisalux	21.01	11.35	2.50	0	0	0	--
7	IKUS2222-T P A (RTD1660)	Daisalux	3.84	1.42	2.50	0	0	0	2
8	IKUS2222-T P A (RTD1660)	Daisalux	13.82	10.98	2.50	0	0	0	2
9	IKUS2222-T P A (RTD1660)	Daisalux	22.00	10.14	2.50	0	0	0	2

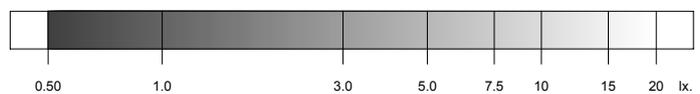
Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España - 2016 Abril (7.00.04)

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Legenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.20 m.

Objetivos

Resultados

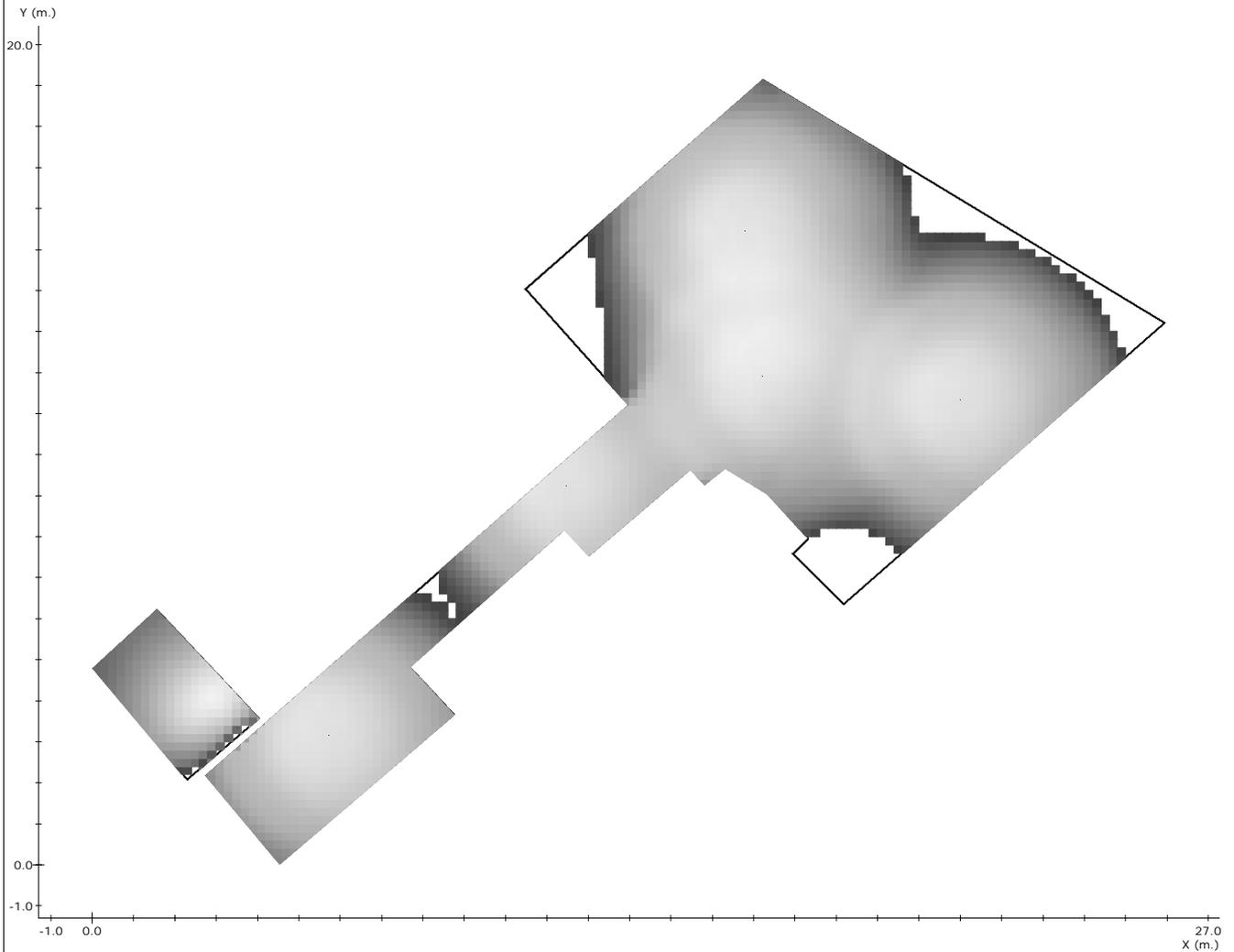
Uniformidad:	40.0	16.3 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	99.5 % de 136.0 m ²
Lúmenes / m ² :	----	9.04 lm/m ²
Iluminación media:	----	4.43 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

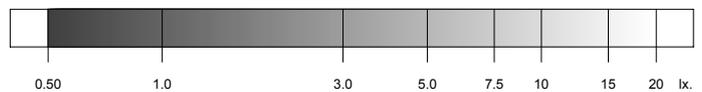
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España - 2016 Abril (7.00.04)

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Legenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.20 m.

Objetivos

Resultados

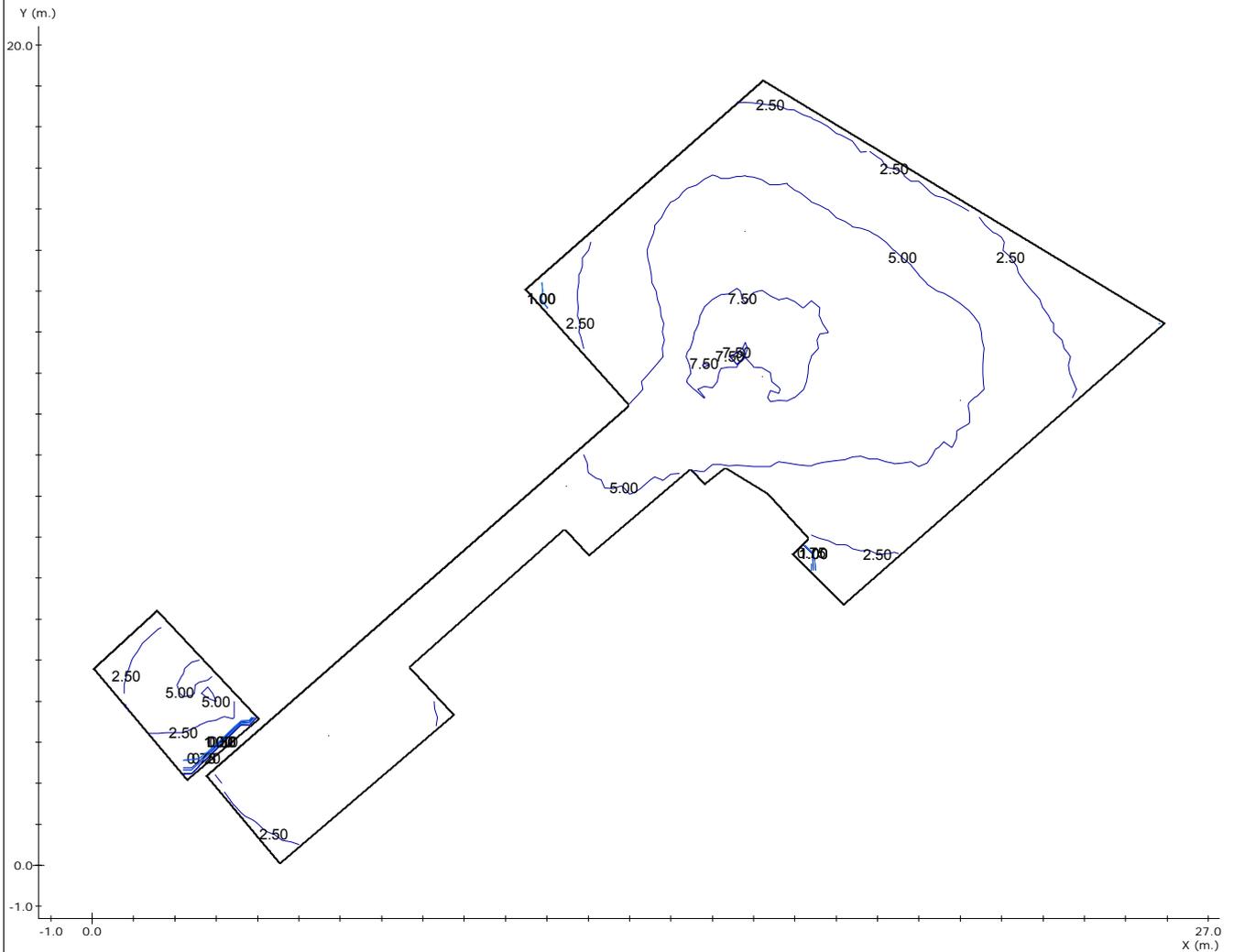
Uniformidad:	40.0	31.4 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	92.4 % de 136.0 m ²
Lúmenes / m ² :	----	9.04 lm/m ²
Iluminación media:	----	5.93 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España - 2016 Abril (7.00.04)

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



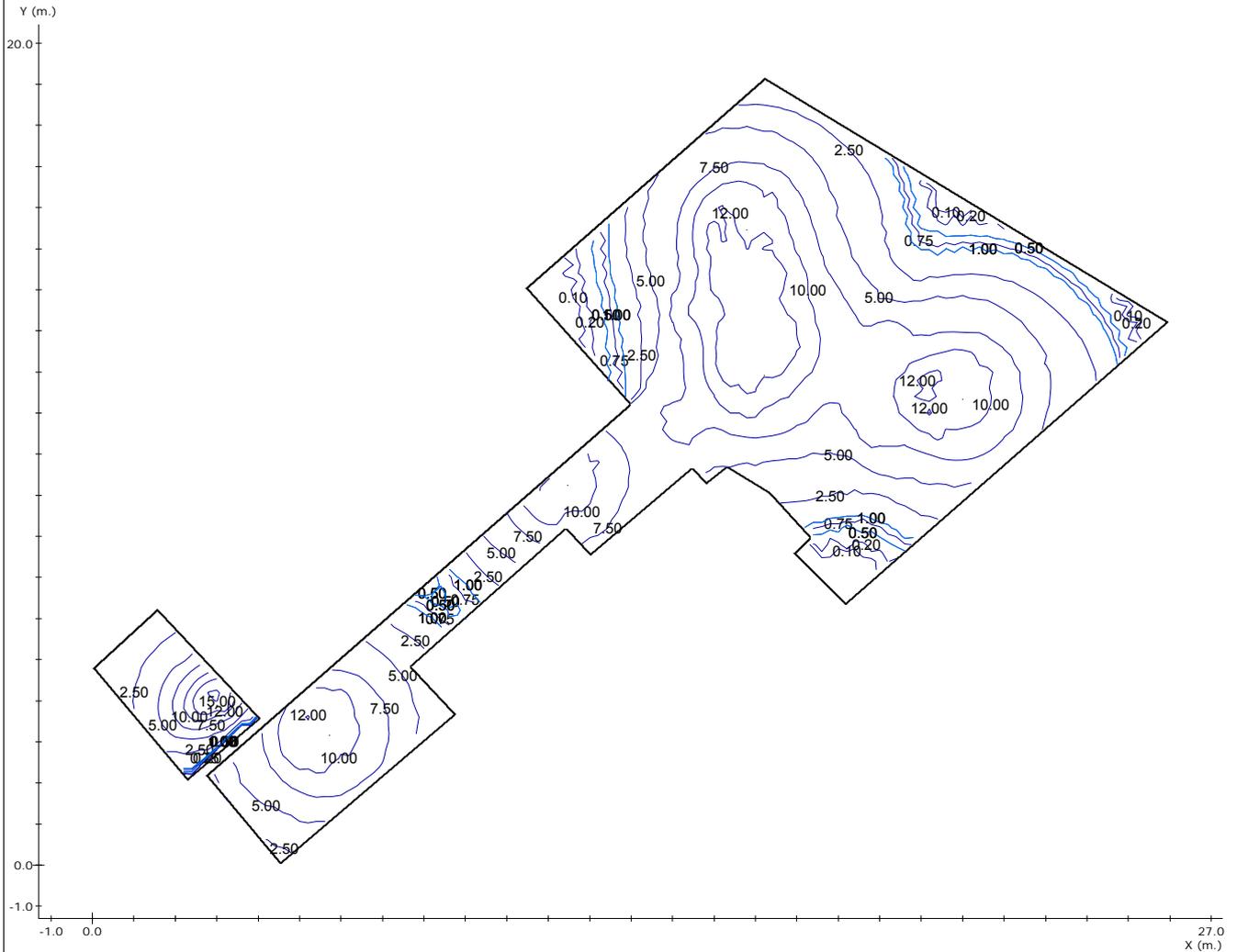
Factor de Mantenimiento: 1.000
Resolución del Cálculo: 0.20 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España - 2016 Abril (7.00.04)

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000
Resolución del Cálculo: 0.20 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España - 2016 Abril (7.00.04)

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

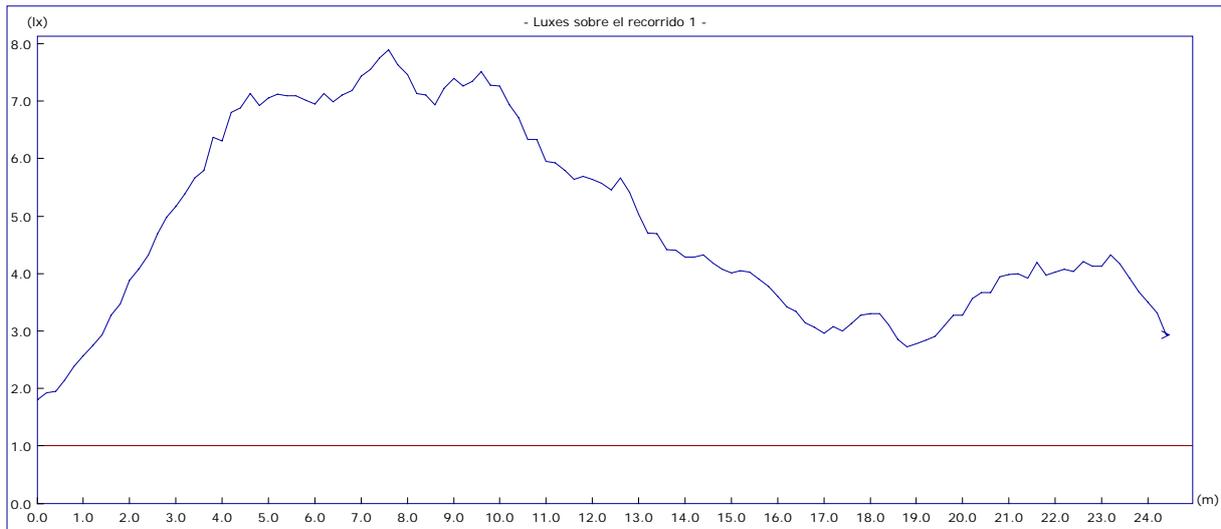
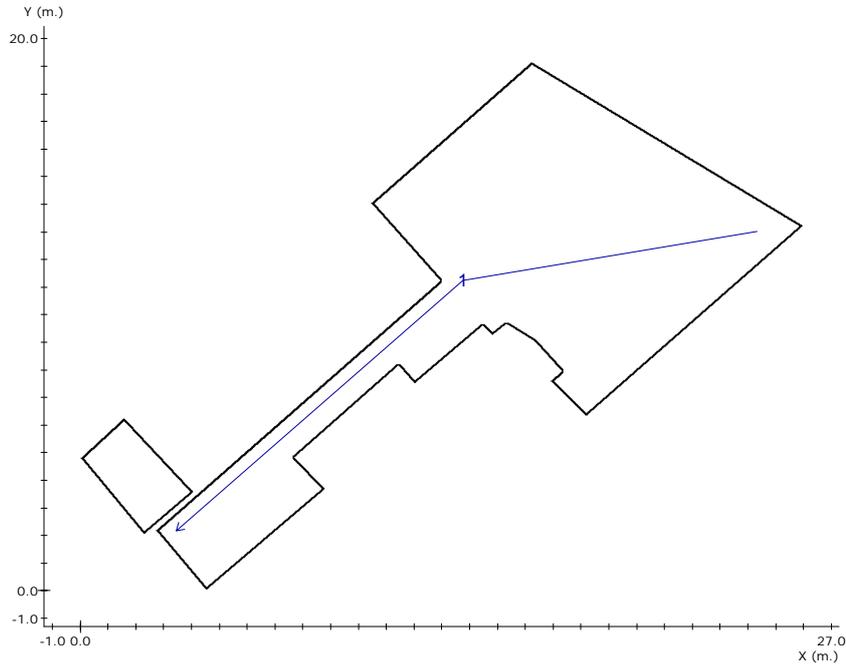
<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Superficie cubierta: con 0.50 lx. o más	92.4 % de 136.0 m ²
Uniformidad: 40.0 mx/mn.	31.4 mx/mn
Lúmenes / m ² : ----	9.0 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España - 2016 Abril (7.00.04)

Recorridos de Evacuación



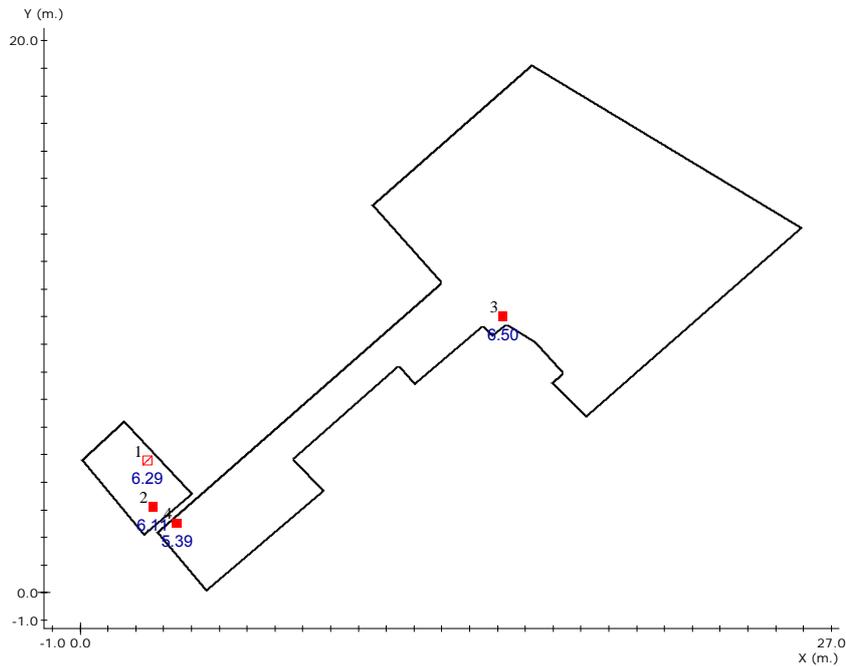
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	0.20 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 4.4 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 1.80 lx.
		lx. máximos:	---- 7.90 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España - 2016 Abril (7.00.04)

Plano de Situación de Puntos de Seguridad y Cuadros Eléctricos



Resultado de Puntos de Seguridad y Cuadros Eléctricos

N°	Coordenadas		γ (°)	Objetivo (lx.)	Resultado* (lx.)	
	x (m.)	y (m.)				
1	2.43	4.79	1.20	-	5.00	6.29 (Horizontal)
2	2.60	3.09	1.20	-	5.00	6.11 (Horizontal)
3	15.20	10.01	1.20	-	5.00	6.50 (Horizontal)
4	3.48	2.54	1.20	-	5.00	5.39 (Horizontal)

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

(*) Cálculo realizado en el Punto de Seguridad o Cuadro Eléctrico a su altura de utilización (h), en una superficie inclinada Horizontal o Verticalmente y orientada en el plano un ángulo gamma respecto al eje Y del plano en sentido antihorario

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España - 2016 Abril (7.00.04)

6. CLIMATIZACIÓN

DEMANDA TÉRMICA

Air System Sizing Summary for Fancoils y aire primario

Project Name: MusicaBead Def
Prepared by: QUICLER-LOPEZ INGENIEROS

06/06/2016
07:44

Air System Information

Air System Name	Fancoils y aire primario	Number of zones	1
Equipment Class	TERM	Floor Area	146,0 m ²
Air System Type	2P-FC	Location	Vigo, Spain

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s	Sum of space airflow rates	Calculation Months	Jan to Dec
Space L/s	Individual peak space loads	Sizing Data	Calculated

Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	3,9 kW	Load occurs at	Jul 1500
Sensible coil load	3,9 kW	OA DB / WB	28,6 / 21,1 °C
Coil L/s at Jul 1500	688 L/s	Entering DB / WB	28,6 / 21,1 °C
Max coil L/s	688 L/s	Leaving DB / WB	23,8 / 19,6 °C
Sensible heat ratio	1,000	Bypass Factor	0,100
Water flow @ 5,0 °K rise	0,19 L/s		

Heating Coil Sizing Data

Max coil load	7,9 kW	Load occurs at	Des Htg
Coil L/s at Des Htg	688 L/s	Ent. DB / Lvg DB	12,0 / 21,8 °C
Max coil L/s	688 L/s		
Water flow @ 5,0 °K drop	0,38 L/s		

Ventilation Fan Sizing Data

Actual max L/s	688 L/s	Fan motor BHP	0,24 BHP
Standard L/s	674 L/s	Fan motor kW	0,19 kW
Actual max L/(s-m ²)	4,71 L/(s-m ²)	Fan static	150 Pa

Exhaust Fan Sizing Data

Actual max L/s	688 L/s	Fan motor BHP	0,24 BHP
Standard L/s	674 L/s	Fan motor kW	0,19 kW
Actual max L/(s-m ²)	4,71 L/(s-m ²)	Fan static	150 Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	688 L/s	L/s/person	12,50 L/s/person
L/(s-m ²)	4,71 L/(s-m ²)		

Zone Sizing Summary for Fancoils y aire primario

Project Name: MusicaBeade_Def
 Prepared by: QUICLER-LOPEZ INGENIEROS

06/06/2016
 07:44

Air System Information

Air System Name **Fancoils y aire primario**
 Equipment Class **TERM**
 Air System Type **2P-FC**

Number of zones **1**
 Floor Area **146,0** m²
 Location **Vigo, Spain**

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s **Sum of space airflow rates**
 Space L/s **Individual peak space loads**

Calculation Months **Jan to Dec**
 Sizing Data **Calculated**

Zone Sizing Data

Zone Name	Maximum Cooling Sensible (kW)	Design Air Flow (L/s)	Minimum Air Flow (L/s)	Time of Peak Load	Maximum Heating Load (kW)	Zone Floor Area (m ²)	Zone L/(s-m ²)
Zone 1	9,7	1369	1369	Jun 1800	2,4	146,0	9,38

Terminal Unit Sizing Data - Cooling

Zone Name	Total Coil Load (kW)	Sens Coil Load (kW)	Coil Entering DB / WB (°C)	Coil Leaving DB / WB (°C)	Water Flow @ 5,0 °K (L/s)	Time of Peak Load
Zone 1	13,7	10,5	24,5 / 20,3	18,0 / 17,6	0,66	Jun 1700

Terminal Unit Sizing Data - Heating, Fan, Ventilation

Zone Name	Heating Coil Load (kW)	Heating Coil Ent/Lvg DB (°C)	Htg Coil Water Flow @5,0 °K (L/s)	Fan Design AirFlow (L/s)	Fan Motor (BHP)	Fan Motor (kW)	OA Vent Design AirFlow (L/s)
Zone 1	2,3	22,1 / 23,5	0,11	1369	0,173	0,137	688

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (kW)	Time of Load	Air Flow (L/s)	Heating Load (kW)	Floor Area (m ²)	Space L/(s-m ²)
Zone 1							
Oficina	1	0,7	Jun 1800	98	0,2	14,0	7,02
Sala Ensayos	1	7,4	Jun 1900	1036	1,5	108,0	9,59
Aula multiuso	1	1,7	Jun 1800	235	0,6	24,0	9,81

Air System Design Load Summary for Fancoils y aire primario

Project Name: MusicaBeade_Def
Prepared by: QUICLER-LOPEZ INGENIEROS

06/06/2016
07:44

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 26,6 °C / 20,7 °C			HEATING OA DB / WB 1,8 °C / 1,6 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	13 m ²	1100	-	13 m ²	-	-
Wall Transmission	85 m ²	-13	-	85 m ²	533	-
Roof Transmission	146 m ²	1230	-	146 m ²	890	-
Window Transmission	13 m ²	16	-	13 m ²	400	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	146 m ²	0	-	146 m ²	0	-
Partitions	56 m ²	64	-	56 m ²	336	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	1650 W	1454	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	940 W	890	-	0	0	-
People	55	3801	4255	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	854	426	10%	216	0
>> Total Zone Loads	-	9397	4681	-	2375	0
Zone Conditioning	-	10934	4681	-	2379	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	688 L/s	191	-	688 L/s	-191	-
Ventilation Load	688 L/s	1326	-1424	688 L/s	8325	0
Ventilation Fan Load	688 L/s	191	-	688 L/s	-191	-
Space Fan Coil Fans	-	137	-	-	-137	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	12779	3257	-	10186	0
Cooling Coil	-	2317	0	-	0	0
Heating Coil	-	0	-	-	7913	-
Terminal Unit Cooling	-	10461	3257	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	0	-	-	2272	-
>> Total Conditioning	-	12779	3257	-	10186	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

Space Design Load Summary for Fancoils y aire primario

Project Name: MusicaBeade_Def
Prepared by: QUICLER-LOPEZ INGENIEROS

06/06/2016
07:44

TABLE 1.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Oficina " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1800			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,0 °C / 20,2 °C OCCUPIED T-STAT 24,0 °C			HEATING OA DB / WB 1,8 °C / 1,6 °C OCCUPIED T-STAT 22,0 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	-	-
Wall Transmission	11 m ²	-2	-	11 m ²	69	-
Roof Transmission	14 m ²	122	-	14 m ²	85	-
Window Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	14 m ²	0	-	14 m ²	0	-
Partitions	11 m ²	14	-	11 m ²	66	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	210 W	187	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	200 W	190	-	0	0	-
People	2	124	120	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	63	12	10%	22	0
>> Total Zone Loads	-	698	132	-	243	0

TABLE 1.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Oficina " IN ZONE " Zone 1 "						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² -°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
NW EXPOSURE						
WALL	11	0,311	-	-2	-	69
H EXPOSURE						
ROOF	14	0,302	-	122	-	85

Space Design Load Summary for Fancoils y aire primario

Project Name: MusicaBeade_Def
Prepared by: QUICLER-LOPEZ INGENIEROS

06/06/2016
07:44

TABLE 1.2.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Sala Ensayos " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1900			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 23,2 °C / 19,6 °C			HEATING OA DB / WB 1,8 °C / 1,6 °C		
		OCCUPIED T-STAT 24,0 °C		OCCUPIED T-STAT 22,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	7 m ²	695	-	7 m ²	-	-
Wall Transmission	56 m ²	4	-	56 m ²	351	-
Roof Transmission	108 m ²	972	-	108 m ²	658	-
Window Transmission	7 m ²	-14	-	7 m ²	214	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	108 m ²	0	-	108 m ²	0	-
Partitions	21 m ²	-29	-	21 m ²	126	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	1080 W	968	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	540 W	515	-	0	0	-
People	50	3573	3955	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	668	396	10%	135	0
>> Total Zone Loads	-	7351	4351	-	1485	0

TABLE 1.2.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Sala Ensayos " IN ZONE " Zone 1 "						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² -°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
NW EXPOSURE						
WALL	23	0,311	-	-2	-	144
WINDOW 1	7	1,500	0,400	-14	695	214
SW EXPOSURE						
WALL	33	0,311	-	6	-	207
H EXPOSURE						
ROOF	108	0,302	-	972	-	658

Space Design Load Summary for Fancoils y aire primario

Project Name: MusicaBeade_Def
Prepared by: QUICLER-LOPEZ INGENIEROS

06/06/2016
07:44

TABLE 1.3.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Aula multiuso " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1800			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 25,0 °C / 20,2 °C			HEATING OA DB / WB 1,8 °C / 1,6 °C		
		OCCUPIED T-STAT 24,0 °C		OCCUPIED T-STAT 22,0 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	6 m ²	588	-	6 m ²	-	-
Wall Transmission	18 m ²	-3	-	18 m ²	112	-
Roof Transmission	24 m ²	209	-	24 m ²	146	-
Window Transmission	6 m ²	-1	-	6 m ²	186	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	24 m ²	0	-	24 m ²	0	-
Partitions	24 m ²	30	-	24 m ²	144	-
Ceiling	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Overhead Lighting	360 W	320	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	200 W	190	-	0	0	-
People	3	186	180	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	152	18	10%	59	0
>> Total Zone Loads	-	1671	198	-	648	0

TABLE 1.3.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Aula multiuso " IN ZONE " Zone 1 "						
	Area (m ²)	U-Value (W/(m ² -°K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
NW EXPOSURE						
WALL	18	0,311	-	-3	-	112
WINDOW 1	6	1,500	0,400	-1	588	186
H EXPOSURE						
ROOF	24	0,302	-	209	-	146

CONCENTRACION DE REFRIGERANTE

ESTIMACION DE LA CARGA DE REFRIGERANTE

Obra: Local Música Beade

Refrigerante: R410A

Grupo: L1, A1 / A1

Límite práctico: 0,44 kg/m³

Sistema:

Tipo sistema VRV:

	kg/ud	ud	Kg	
Precarga unidad exterior	3,6	1	3,6	
CARGA ADICIONAL:			2,50	kg
CARGA TOTAL:			6,10	kg
Volumen local más desfavorable:			17,5	m ³
Concentración:			0,35	kg/m ³
			CUMPLE	

CALCULO DE CONDUCTOS

PROYECTO LOCAL MUSICA BEADE

RED IMPULSION AIRE PRIMARIO SALA ENSAYO

Tramo				Características		Sección		Diámetro	Pérdida de carga		
Inicio	Final	Longitud (m)	Long. Equiv. (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Dimensiones		Diámetro eq. (mm)	Por metro (Pa/m)	Total tramo (Pa)	Total acum. (Pa)
						B (mm)	H (mm)				
TAE	RECUPERADOR	1,0	1,2	1.800	6,0	450	200	325	1,35	1,55	9,31
RECUPERADOR	DIFUSOR	5,0	5,8	1.800	6,0	450	200	325	1,35	7,76	7,76

PÉRDIDA TOTAL: 9,31 Pa
 DIFUSOR: 15,00 Pa
 COEF. SEG. (20%): 1,86 Pa
 OTROS: 50,00 Pa
TOTAL: 76,17 Pa

RED EXTRACCIÓN AIRE PRIMARIO SALA DE ENSAYO

Tramo				Características		Sección		Diámetro	Pérdida de carga		
Inicio	Final	Longitud (m)	Long. Equiv. (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Dimensiones		Diámetro eq. (mm)	Por metro (Pa/m)	Total tramo (Pa)	Total acum. (Pa)
						B (mm)	H (mm)				
DIFUSOR	RECUPERADOR	10,0	11,5	1.800	6,0	450	200	325	1,35	15,52	17,07
RECUPERADOR	TAE	1,0	1,2	1.800	6,0	450	200	325	1,35	1,55	1,55

PÉRDIDA TOTAL: 17,07 Pa
 DIFUSOR: 15,00 Pa
 COEF. SEG. (20%): 3,41 Pa
 OTROS: 50,00 Pa
TOTAL: 85,48 Pa

RED IMPULSION ALMACENES

Tramo				Características		Sección		Diámetro	Pérdida de carga		
Inicio	Final	Longitud (m)	Long. Equiv. (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Dimensiones		Diámetro eq. (mm)	Por metro (Pa/m)	Total tramo (Pa)	Total acum. (Pa)
						B (mm)	H (mm)				
VENTILADOR		30,0	34,5	162	2,5	137	137	151	0,70	24,28	24,28

PÉRDIDA TOTAL: 24,28 Pa
 DIFUSOR: 20,00 Pa
 COEF. SEG. (20%): 4,86 Pa
 OTROS: 60,00 Pa
TOTAL: 109,13 Pa

RED EXTRACCION ALMACENES

Tramo				Características		Sección		Diámetro	Pérdida de carga		
Inicio	Final	Longitud (m)	Long. Equiv. (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Dimensiones		Diámetro eq. (mm)	Por metro (Pa/m)	Total tramo (Pa)	Total acum. (Pa)
						B (mm)	H (mm)				
	VENTILADOR	30,0	34,5	162	1,2	200	200	220	0,11	3,86	3,86

PÉRDIDA TOTAL: 3,86 Pa
 DIFUSOR: 17,00 Pa
 COEF. SEG. (20%): 0,77 Pa
 OTROS: 0,00 Pa
TOTAL: 21,63 Pa

RED IMPULSION OFICINA Y AULA MULTIUSO

Tramo				Características		Sección		Diámetro	Pérdida de carga		
Inicio	Final	Longitud (m)	Long. Equiv. (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Dimensiones		Diámetro eq. (mm)	Por metro (Pa/m)	Total tramo (Pa)	Total acum. (Pa)
						B (mm)	H (mm)				
VENTILADOR		35,0	40,3	182	2,8	137	137	151	0,87	34,94	34,94

PÉRDIDA TOTAL: 34,94 Pa
 DIFUSOR: 20,00 Pa
 COEF. SEG. (20%): 6,99 Pa
 OTROS: 60,00 Pa
TOTAL: 121,93 Pa

RED EXTRACCIÓN OFICINA Y AULA MULTIUSO

Tramo				Características		Sección		Diámetro	Pérdida de carga		
Inicio	Final	Longitud (m)	Long. Equiv. (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Dimensiones		Diámetro eq. (mm)	Por metro (Pa/m)	Total tramo (Pa)	Total acum. (Pa)
						B (mm)	H (mm)				
VENTILADOR		35,0	40,3	182	2,8	137	137	151	0,87	34,94	34,94

PÉRDIDA TOTAL: 34,94 Pa
 DIFUSOR: 20,00 Pa
 COEF. SEG. (20%): 6,99 Pa
 OTROS: 60,00 Pa
TOTAL: 121,93 Pa

RED EXTRACCIÓN ASEOS

Tramo				Características		Sección		Diámetro	Pérdida de carga		
Inicio	Final	Longitud (m)	Long. Equiv. (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Dimensiones		Diámetro eq. (mm)	Por metro (Pa/m)	Total tramo (Pa)	Total acum. (Pa)
						B (mm)	H (mm)				
VENTILADOR		35,0	40,3	360	5,5	138	138	152	2,91	116,94	116,94

PÉRDIDA TOTAL: 116,94 Pa
 DIFUSOR: 20,00 Pa
 COEF. SEG. (20%): 23,39 Pa
 OTROS: Pa
TOTAL: 160,33 Pa

VENTILACIÓN

PROYECTO: LOCAL MUSICA BEADE

VENTILACION														CONDUCTOS						CARGAS TERMICAS						INSTALADO	
Instalacion	Q unid	Altura	Sup	qv calc.	Q ven	Q tot	Q tot	Q tot	Q vent	Ren/h	DN eq.	V	DP	L	DP Tot	Pcalor	Pfrio S	Pfrio L	Pfrio	Calor	Frio	Pcalor	Pfrio				
uds.	l/s	m	m2	l/s	l/s	l/s	m3/h	l/sm2	l/s	mm	m/s	Pa/m	m	Pa	kW	kW	kW	kW	W/m2	W/m2	kW	kW					
IDA 2	40	12,5	3,0	92	500	500	1.800	5,4	6,5	315	6,4	1,6	20	32	9,0	7,6	4,4	12,0	98	130	14,8	13,6					
Oficina	1	12,5	3,0	8	13	13	45	1,6	1,9	125	1,0	0,2	5	1	0,3	0,7	0,2	0,9	31	106	2,5	2,2					
Aula Multiuso	3	12,5	3,0	24	38	38	137	1,6	1,9	125	3,1	1,3	5	6	0,6	1,7	0,2	1,9	25	77	2,5	2,2					
Almacenes	0		3,0	50	45	45	162	0,9	1,1	160	2,2	0,5	5	3	9,9	10,0	4,7	14,7		0	15,5	15,5					
TOTAL																											

SISTEMA VENTILACION

7. JUSTIFICACIÓN CTE HE 0 Y HE 1 (HULC)

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en usos distintos al residencial

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	Local de Ensayo Sala de Musica Beade		
Dirección	Estrada Coutadas - - - - -		
Municipio	Vigo	Código Postal	Código Postal
Provincia	Pontevedra	Comunidad Autónoma	Galicia
Zona climática	C1	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input checked="" type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	JOSE CARLOS RODRIGUEZ OTERO	NIF/NIE	36068979B
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Vigo	Código Postal	Codigo postal
Provincia	Pontevedra	Comunidad Autónoma	Galicia
e-mail:	darwinland@yahoo.com	Teléfono	629642747
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1493.1049, de fecha 10-mar-2016		

Porcentaje de ahorro sobre la demanda energética conjunta* de calefacción y de refrigeración para 0,80 ren/h**

Ahorro alcanzado (%)	<input type="text" value="27,26"/>	Ahorro mínimo (%)	<input type="text" value="25,00"/>	<input type="text" value="Sí cumple"/>
$D_{cal(0,80),O}$	<input type="text" value="51,83"/> kWh/m ² año	$D_{cal(0,80),R}$	<input type="text" value="71,28"/> kWh/m ² año	
$D_{ref(0,80),O}$	<input type="text" value="0,18"/> kWh/m ² año	$D_{ref(0,80),R}$	<input type="text" value="0,20"/> kWh/m ² año	
$D_{G(0,80),O}$	<input type="text" value="51,95"/> kWh/m ² año	$D_{G(0,80),R}$	<input type="text" value="71,42"/> kWh/m ² año	

Consumo de energía primaria no renovable**

Calificación (C_{ep})	<input type="text" value="B"/>	Calificación mínima (C_{ep})	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="Sí cumple"/>
C_{ep}	<input type="text" value="58,71"/> kWh/m ² año	$C_{ep,B-C}$	<input type="text" value="85,02"/> kWh/m ² año	

Ahorro mínimo Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia según la tabla 2.2 del apartado 2.2.1.1.2 de la sección HE1

$D_{cal(0,80),O}$	Demanda energética de calefacción del edificio objeto para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),O}$	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{G(0,80),O}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{cal(0,80),R}$	Demanda energética de calefacción del edificio de referencia para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),R}$	Demanda energética de refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h
$D_{G(0,80),R}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h

C_{ep} Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
 $C_{ep,B-C}$ Valor máximo de consumo de energía primaria no renovable para la clase B

*La demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración se obtiene como suma ponderada de la demanda energética de calefacción (Dcal) y la demanda energética de refrigeración (Dref). La expresión que permite obtener la demanda energética conjunta para edificios situados en territorio peninsular es $DG = Dcal + 0,70 \cdot Dref$ mientras que en territorio extrapeninsular es $DG = Dcal + 0,85 \cdot Dref$.

**Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.2 de la sección DB-HE1. Se recuerda que otras exigencias de la sección DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico verificador abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 19/04/2016

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Registro del Organo Territorial Competente:

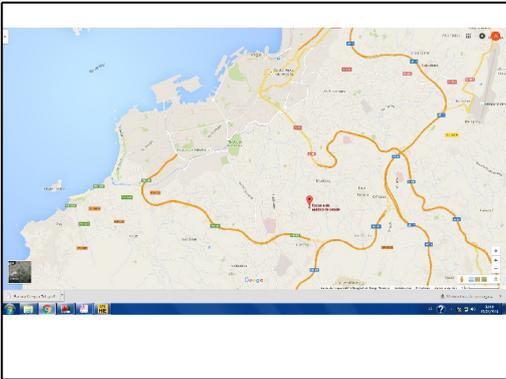
ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m ²)	255,20
--	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
Muro hormigon	Fachada	37,94	0,41	Usuario
Muro hormigon	Fachada	66,20	0,41	Usuario
Medianera	Fachada	36,30	0,63	Usuario
Cubierta	Cubierta	255,20	0,40	Usuario
Solado	Suelo	255,20	0,36	Usuario
MuroTerreno	Fachada	71,05	0,41	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
MusicaBeade	Hueco	15,87	1,49	0,37	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo_miniVRV_15_kW	Rendimiento Constante	-	443,00	ElectricidadPenínsula	Usuario

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
--------	------	-----------------------	----------------------------	--------------	-------------------

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
Equipo_miniVRV_15_kW	Rendimiento Constante	-	322,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada (W/m ²)	VEEI (W/m ² 100lux)	Iluminancia media (lux)
P01_E01	4,40	7,00	21,43
P01_E02	4,40	7,00	21,43

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie (m ²)	Perfil de uso
P01_E01	150,26	noresidencial-8h-baja
P01_E02	104,94	noresidencial-8h-baja

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Local de Ensayo Sala de Musica Beade		
Dirección	Estrada Coutadas - - - - -		
Municipio	Vigo	Código Postal	Código Postal
Provincia	Pontevedra	Comunidad Autónoma	Galicia
Zona climática	C1	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

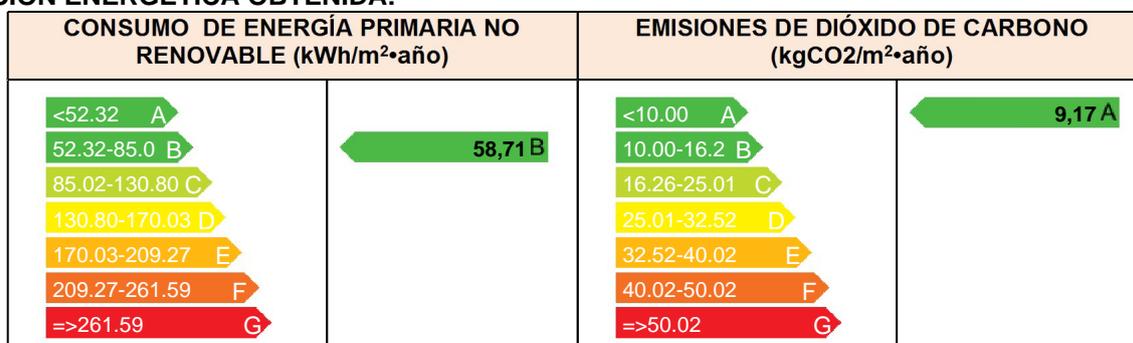
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input checked="" type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	JOSE CARLOS RODRIGUEZ OTERO	NIF/NIE	36068979B
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Vigo	Código Postal	Codigo postal
Provincia	Pontevedra	Comunidad Autónoma	Galicia
e-mail:	darwinland@yahoo.com	Teléfono	629642747
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1493.1049, de fecha 10-mar-2016		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 19/04/2016

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II.** Calificación energética del edificio.
- Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
- Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organo Territorial Competente:

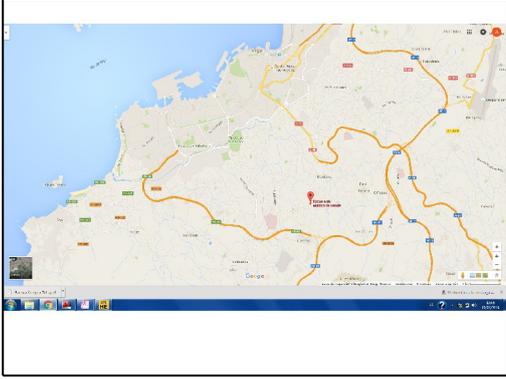
ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m ²)	255,20
--	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
Muro hormigon	Fachada	37,94	0,41	Usuario
Muro hormigon	Fachada	66,20	0,41	Usuario
Medianera	Fachada	36,30	0,63	Usuario
Cubierta	Cubierta	255,20	0,40	Usuario
Solado	Suelo	255,20	0,36	Usuario
MuroTerreno	Fachada	71,05	0,41	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
MusicaBeade	Hueco	15,87	1,49	0,37	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo_miniVRV_15_kW	Rendimiento Constante	-	443,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		0,00			

Generadores de refrigeración

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo_miniVRV_15_kW	Rendimiento Constante	-	322,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		0,00			

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada (W/m ²)	VEEI (W/m ² 100lux)	Iluminancia media (lux)
P01_E01	4,40	7,00	21,43
P01_E02	4,40	7,00	21,43
TOTALES	8,8		

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie (m ²)	Perfil de uso
P01_E01	150,26	noresidencial-8h-baja
P01_E02	104,94	noresidencial-8h-baja

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final,cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	0,00
TOTALES	0	0	0	0,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C1	Uso	CertificacionVerificacionNuevo
-----------------------	----	------------	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	9,17 A	<i>Emisiones calefacción (kgCO₂/m² año)</i>	A	<i>Emisiones ACS (kgCO₂/m² año)</i>
	5,52		0,00	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales (kgCO₂/m² año)¹</i>	<i>Emisiones refrigeración (kgCO₂/m² año)</i>	C	<i>Emisiones iluminación (kgCO₂/m² año)</i>	C
	0,01		3,65	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	0,01	3,01
<i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i>	19,79	5050,56

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	58,71 B	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)</i>	A	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i>
	32,56		0,00	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)¹</i>	<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)</i>	C	<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)</i>	C
	0,05		26,09	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
73,82 C	0,08 D
<i>Demanda de calefacción (kWh/m²año)</i>	<i>Demanda de refrigeración (kWh/m²año)</i>

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><52.32 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">52.32-85.0 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">85.02-130.80 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">130.80-170.03 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">170.03-209.27 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: black; padding: 2px; text-align: center;">209.27-261.59 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>261.59 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><10.00 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">10.00-16.2 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">16.26-25.01 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">25.01-32.52 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">32.52-40.02 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: black; padding: 2px; text-align: center;">40.02-50.02 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>50.02 G</div> </div>

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><37.40 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">37.40-60.7 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">60.77-93.49 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">93.49-121.54 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">121.54-149.58 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: black; padding: 2px; text-align: center;">149.58-186.98 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>186.98 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><0.03 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">0.03-0.05 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">0.05-0.08 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">0.08-0.10 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">0.10-0.12 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: black; padding: 2px; text-align: center;">0.12-0.15 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>0.15 G</div> </div>

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

ANEXO IV

PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	19/04/16
--	----------

ANEXO DE CÁLCULO DE INSTALACIONES ALUMBRADO PÚBLICO

INDICE

1. CÁLCULOS ALUMBRADO PÚBLICO

1.1. PUNTO DE ENGANCHE – CONCELLO DE VIGO

1.2. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

1.3. CÁLCULO MACIZADOS/ZAPATAS

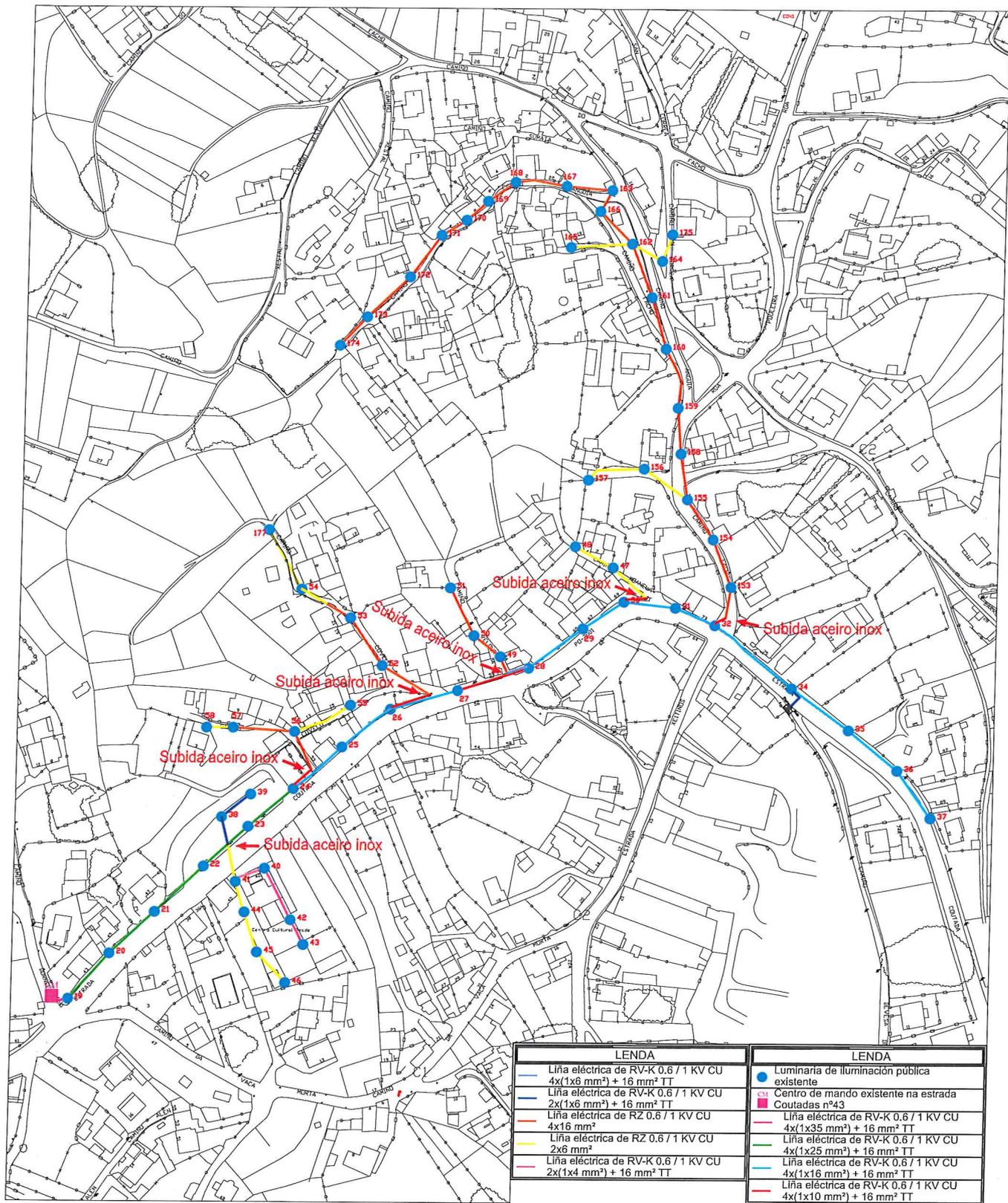
1.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

1.5. CERTIFICADO EFICIENCIA ENERGÉTICA ALUMBRADO EXTERIOR

2. FICHAS EQUIPOS ALUMBRADO EXTERIOR

1. CÁLCULOS ALUMBRADO PÚBLICO

1.1. PUNTO DE ENGANCHE – CONCELLO DE VIGO



NOME
 DEBUXADO: A. Benavides 03/04/2017
 COMPROBADO: Marcos Fdez 03/04/2017
 APROBADO: Marcos Fdez 03/04/2017

DENOMINACION:
 Seccións de cable no CM 228 - 030010
 Estrada Coutadas nº43, Beade

PLANO Nº	ESCALA
01	1/2000
PLANO	



CLIENTE:
 Concello de Vigo
EXPEDIENTE:

1.2. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Escuela de Música de Beade

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 03.05.2017
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Escuela de Música de Beade	
Portada del proyecto	1
Índice	2
selux SX 965 12-9 Olivio Universal Piccolo	
Hoja de datos de luminarias	3
selux SX 960 12-9 Olivio Grande	
Hoja de datos de luminarias	4
Escena exterior	
Datos de planificación	5
Lista de luminarias	6
Rendering (procesado) en 3D	7
Rendering (procesado) de colores falsos	8
Superficies exteriores	
Superficie de cálculo vial 01	
Isolíneas (E, perpendicular)	9
Superficie de cálculo vial 02	
Isolíneas (E, perpendicular)	10
Calle acceso	
Datos de planificación	11
Lista de luminarias	12
Resultados luminotécnicos	13

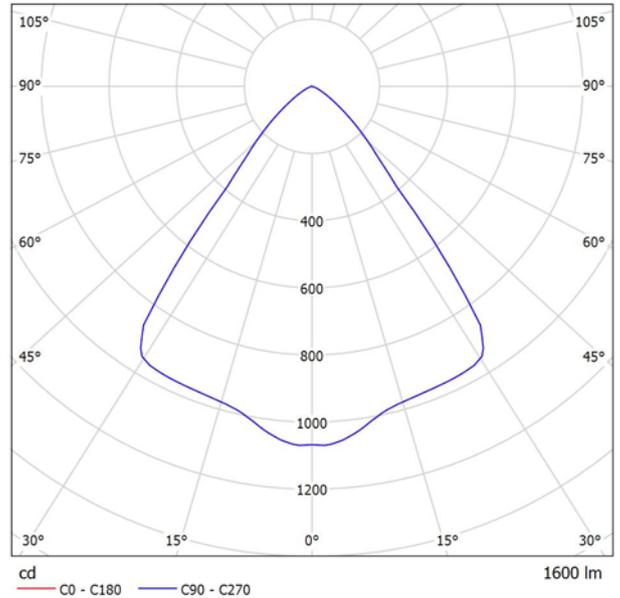


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

selux SX 965 12-9 Olivio Universal Piccolo / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 84 98 100 100 100

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	23.7	24.6	24.0	24.8	25.0	23.7	24.6	24.0	24.8	25.0
	3H	23.7	24.4	24.0	24.6	24.9	23.7	24.4	24.0	24.6	24.9
	4H	23.6	24.3	23.9	24.6	24.8	23.6	24.3	23.9	24.6	24.8
	6H	23.5	24.2	23.9	24.5	24.7	23.5	24.2	23.9	24.5	24.7
	8H	23.5	24.1	23.8	24.4	24.7	23.5	24.1	23.8	24.4	24.7
4H	12H	23.5	24.0	23.8	24.4	24.7	23.5	24.0	23.8	24.4	24.7
	2H	23.6	24.3	23.9	24.6	24.8	23.6	24.3	23.9	24.6	24.8
	3H	23.6	24.1	23.9	24.4	24.8	23.6	24.1	23.9	24.4	24.8
	4H	23.5	24.0	23.9	24.3	24.7	23.5	24.0	23.9	24.3	24.7
	6H	23.5	23.9	23.9	24.2	24.6	23.5	23.9	23.9	24.2	24.6
8H	8H	23.4	23.8	23.8	24.2	24.6	23.4	23.8	23.8	24.2	24.6
	12H	23.4	23.7	23.8	24.1	24.5	23.4	23.7	23.8	24.1	24.5
	4H	23.4	23.8	23.8	24.2	24.6	23.4	23.8	23.8	24.2	24.6
	6H	23.4	23.6	23.8	24.1	24.5	23.4	23.6	23.8	24.1	24.5
	8H	23.3	23.6	23.8	24.0	24.5	23.3	23.6	23.8	24.0	24.5
12H	12H	23.3	23.5	23.8	23.9	24.4	23.3	23.5	23.8	23.9	24.4
	4H	23.4	23.7	23.8	24.1	24.5	23.4	23.7	23.8	24.1	24.5
	6H	23.3	23.6	23.8	24.0	24.5	23.3	23.6	23.8	24.0	24.5
8H	23.3	23.5	23.8	23.9	24.4	23.3	23.5	23.8	23.9	24.4	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+3.2 / -4.6					+3.2 / -4.6					
S = 1.5H	+5.7 / -7.3					+5.7 / -7.3					
S = 2.0H	+7.7 / -9.4					+7.7 / -9.4					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	5.2					5.2					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1600lm Flujo luminoso total											

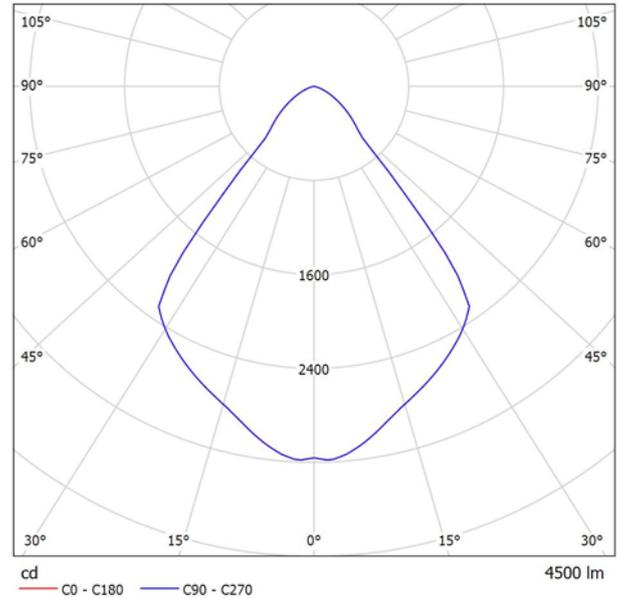


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

selux SX 960 12-9 Olivio Grande / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 83 96 100 100 100

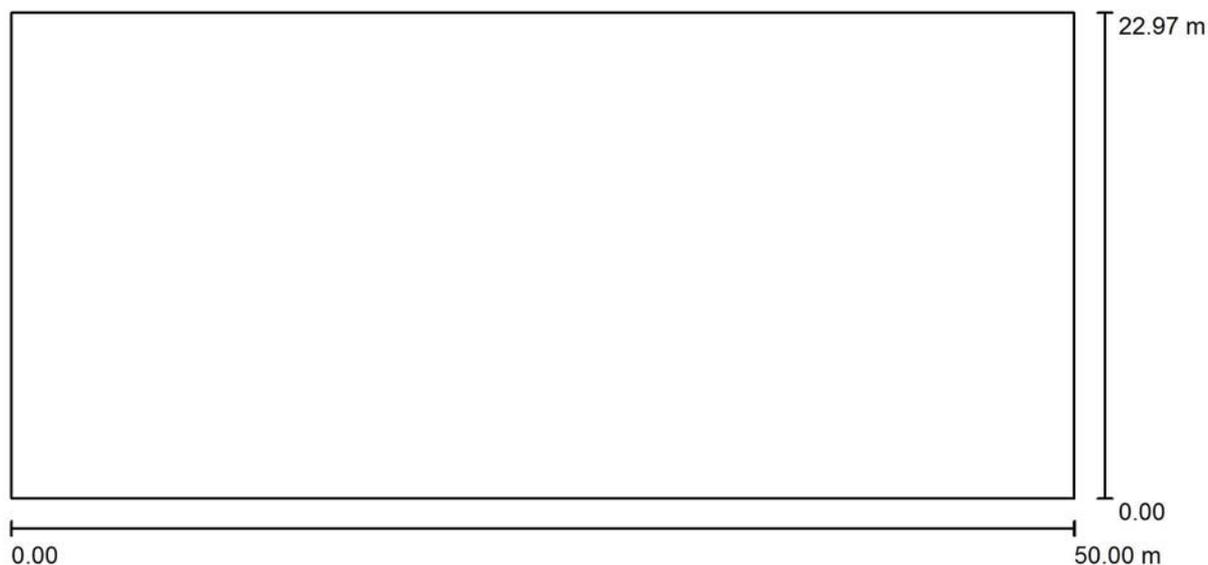
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	22.3	23.2	22.6	23.4	23.6	22.3	23.2	22.6	23.4	23.6
	3H	22.5	23.2	22.8	23.5	23.7	22.5	23.2	22.8	23.5	23.7
	4H	22.5	23.2	22.8	23.5	23.7	22.5	23.2	22.8	23.5	23.7
	6H	22.4	23.1	22.8	23.4	23.7	22.4	23.1	22.8	23.4	23.7
	8H	22.4	23.0	22.7	23.3	23.6	22.4	23.0	22.7	23.3	23.6
4H	2H	22.4	23.1	22.7	23.3	23.6	22.4	23.1	22.7	23.3	23.6
	3H	22.6	23.2	23.0	23.5	23.8	22.6	23.2	23.0	23.5	23.8
	4H	22.6	23.2	23.0	23.5	23.8	22.6	23.2	23.0	23.5	23.8
	6H	22.6	23.0	23.0	23.4	23.8	22.6	23.0	23.0	23.4	23.8
	8H	22.6	23.0	23.0	23.3	23.7	22.6	23.0	23.0	23.3	23.7
8H	2H	22.5	22.9	23.0	23.3	23.7	22.5	22.9	23.0	23.3	23.7
	4H	22.6	23.0	23.0	23.4	23.8	22.6	23.0	23.0	23.4	23.8
	6H	22.5	22.8	23.0	23.3	23.7	22.5	22.8	23.0	23.3	23.7
	8H	22.5	22.8	23.0	23.2	23.7	22.5	22.8	23.0	23.2	23.7
	12H	22.5	22.7	22.9	23.1	23.6	22.5	22.7	22.9	23.1	23.6
12H	4H	22.5	22.9	23.0	23.3	23.7	22.5	22.9	23.0	23.3	23.7
	6H	22.5	22.8	23.0	23.2	23.7	22.5	22.8	23.0	23.2	23.7
	8H	22.5	22.7	22.9	23.1	23.6	22.5	22.7	22.9	23.1	23.6
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+2.4 / -2.3					+2.4 / -2.3					
S = 1.5H	+4.5 / -3.5					+4.5 / -3.5					
S = 2.0H	+6.3 / -4.8					+6.3 / -4.8					
Tabla estándar	BK01					BK01					
Sumando de corrección	4.5					4.5					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4500lm Flujo luminoso total											



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 10.0%

Escala 1:358

Zona circulación y aparcamiento

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	selux SX 960 12-9 Olivio Grande (1.000)	4500	4500	41.0
			Total: 45000	Total: 45000	410.0

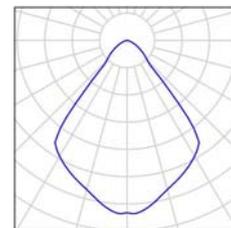


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior / Lista de luminarias

10 Pieza selux SX 960 12-9 Olivio Grande
N° de artículo: SX 960 12-9
Flujo luminoso (Luminaria): 4500 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4500 lm
Potencia de las luminarias: 41.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 83 96 100 100 100
Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 1.000).

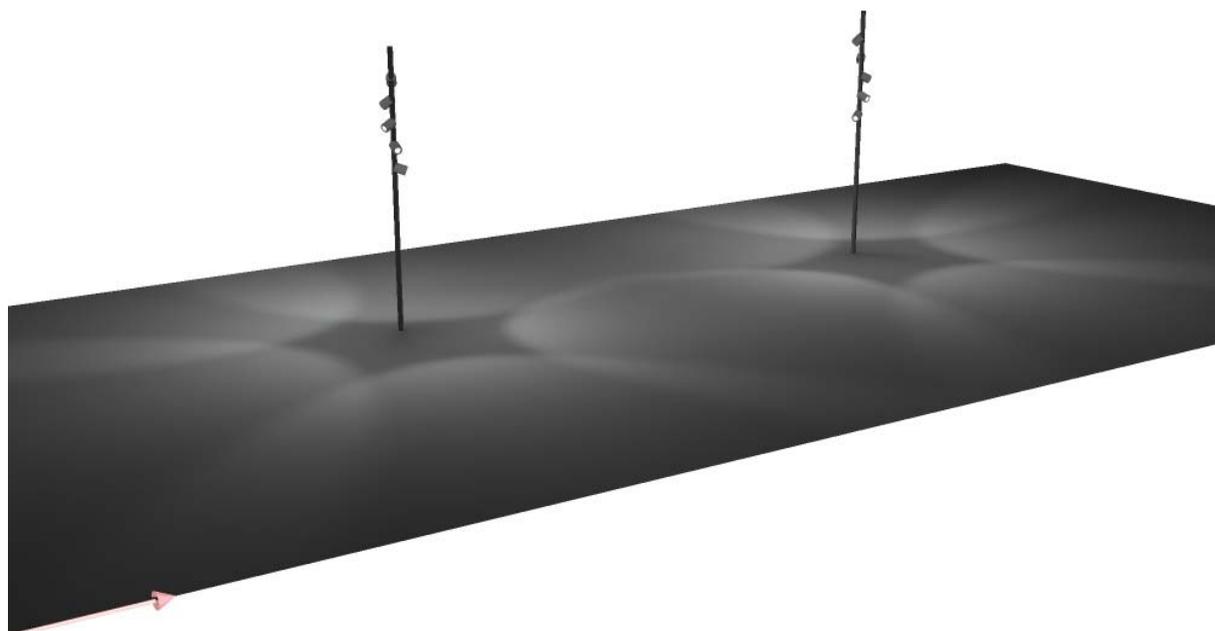
Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

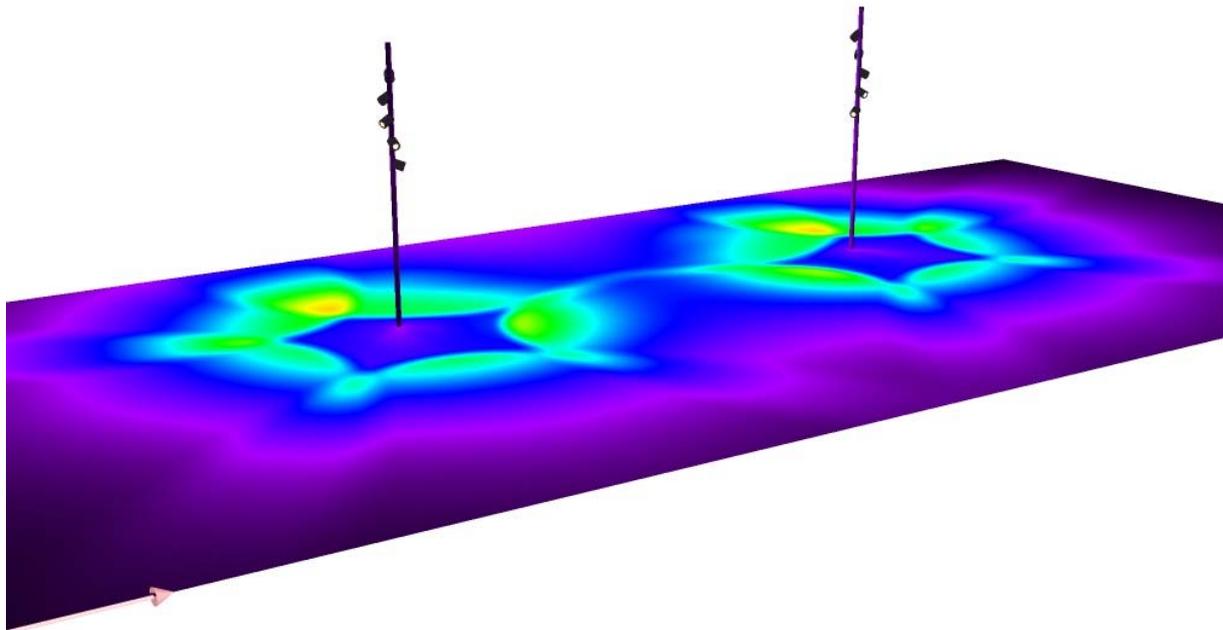
Escena exterior / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior / Rendering (procesado) de colores falsos



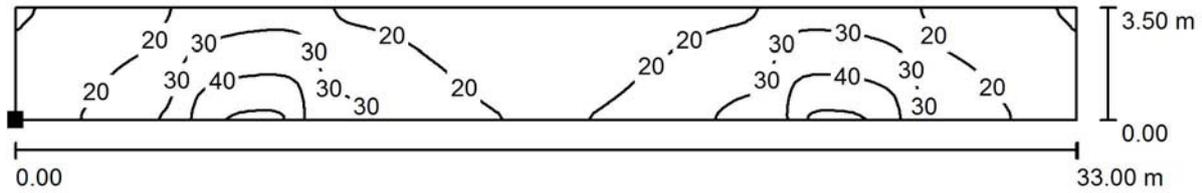
0 12.50 25 37.50 50 62.50 75 87.50 100

lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior / Superficie de cálculo vial 01 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 236

Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(8.500 m, 18.635 m, 0.010 m)



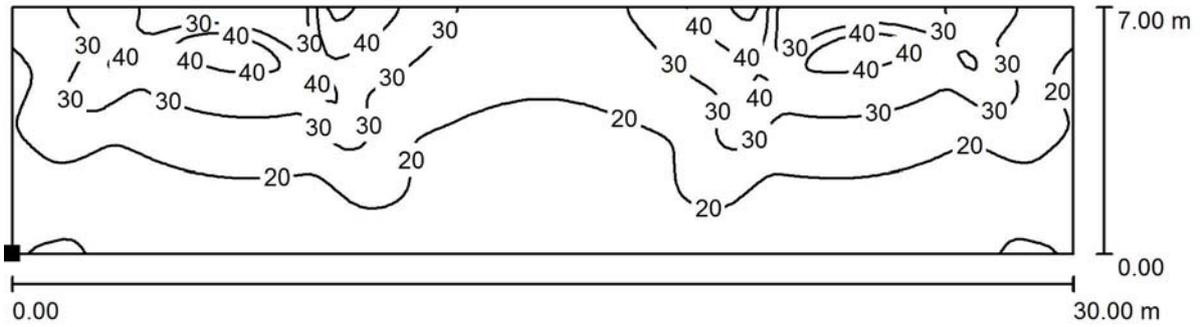
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
23	9.23	52	0.401	0.178



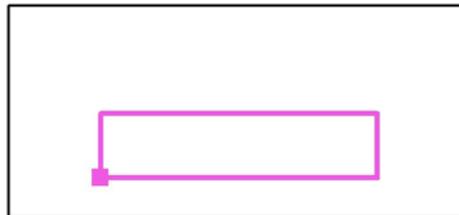
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior / Superficie de cálculo vial 02 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 215

Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(10.000 m, 4.250 m, 0.010 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
23	9.21	53	0.400	0.173



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

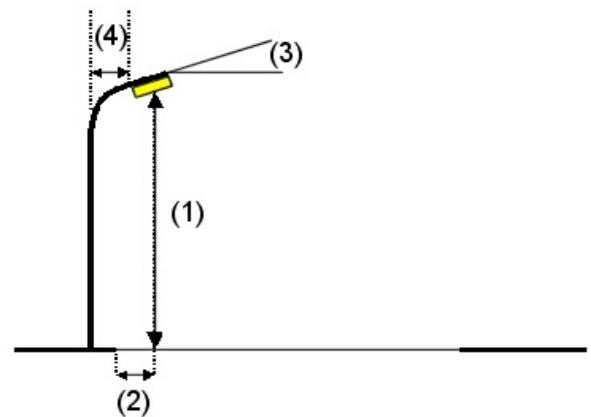
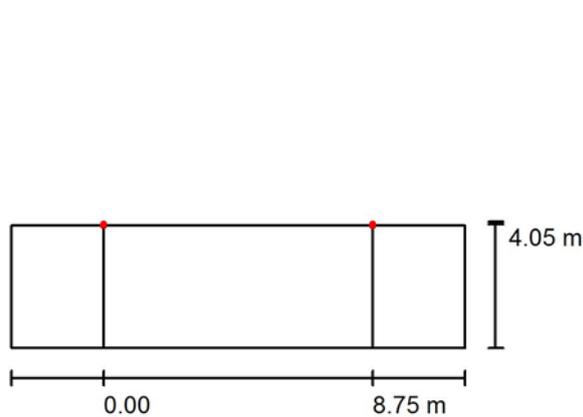
Calle acceso / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Calzada (Anchura: 4.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R1, q0: 0.100)

Factor mantenimiento: 0.80

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	selux SX 965 12-9 Olivio Universal Piccolo
Flujo luminoso (Luminaria):	1600 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	1600 lm
Potencia de las luminarias:	24.0 W
Organización:	unilateral arriba
Distancia entre mástiles:	8.750 m
Altura de montaje (1):	4.250 m
Altura del punto de luz:	4.069 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	16.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	56 cd/klm
con 80°:	16 cd/klm
con 90°:	3.92 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G5.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

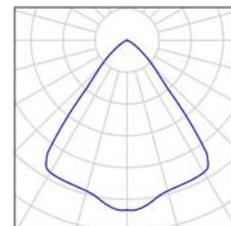


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle acceso / Lista de luminarias

selux SX 965 12-9 Olivio Universal Piccolo
N° de artículo: SX 965 12-9
Flujo luminoso (Luminaria): 1600 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1600 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 84 98 100 100 100
Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 1.000).

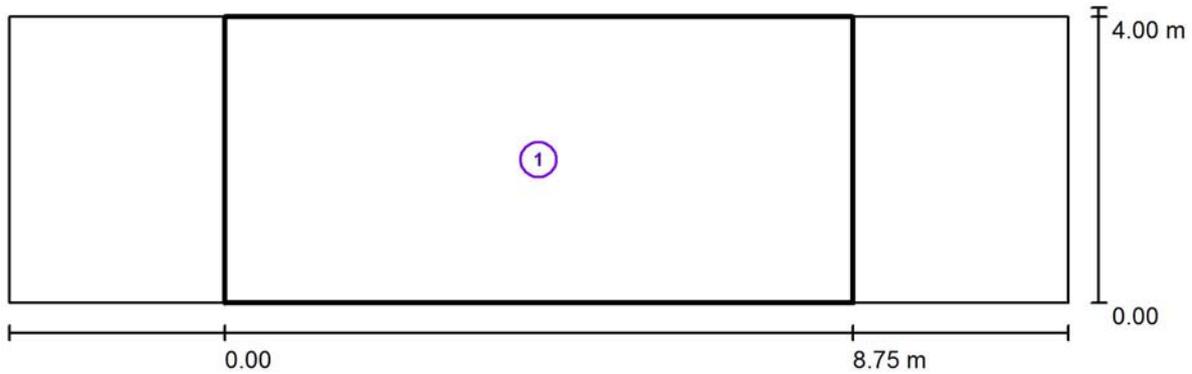
Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Calle acceso / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:106

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada
 Longitud: 8.750 m, Anchura: 4.000 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada.
 Clase de iluminación seleccionada: S1 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores reales según cálculo:	21.93	5.01
Valores de consigna según clase:	≥ 15.00	≥ 5.00
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

1.3. CÁLCULO MACIZADOS/ZAPATAS

POSTE 8 m, 5 LUMINARIAS

ANDREA y NORSA:

Superficie: 1,71 m²
Sobrecarga: 2.828 kp/cm²

$$Ms = NC/2 - 2N^2/(3 \cdot Cq) + (80/6561 \cdot C^2 q^2 h^3 / N)$$

1.600 kp (losa)
210 kp (columna)

N Peso total de la columna más peso macizo
C Lado del bloque
h Altura o profundidad del bloque
q Presión del suelo en la base del macizo

Peso: 1.810 kp
Lado: **0,8** m
Altura: **1** m
Presión: 20.000 kp/m²

Estabilidad si:

$$Ms/Mr \geq 1 \text{ siendo } Mr = M + T \cdot h$$

Ms: 2.312 kp.m
Mr: 681 kp.m

M Momeno flector a nivel de suelo
T Esfuerzo cortante
h Altura del bloque

M: 528 T*(dist.cdg-zapta) kp.m
T: 153 Sv*viento kg
h: 1 de zapata m

Decisión: (Ms/Mr ≥ 2,5) 3,40 *VALIDO*

1.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD - BAJA TENSIÓN		Cálculo de circuitos eléctricos										ESCUELA DE MUSICA DE BEADE (VIGO)						
ORIGEN - DESTINO	Pot (P) W	Coef REBT	Pot (S) VA	Sim. Intern.	Pot Sim VA	Grupo VA	Pot SAI VA	T/M T/M	Int A	Dist. m	Cable mm2	S mm2	cálct mm2	nom DN	Tubo mm	e %	acum %	I cc KA

Tensión nominal línea: **400 V**
 Potencia trafo: **630 KVA** (de compañía o abonado)
 Nº trafo en paralelo: **1**
 lcc a la salida de cada trafo: **22 KA** (lcc x n-1)
 lcc a la salida del conjunto de trafo: **22 KA** (lcc x n)
 Z de la fuente (Zs): **10,4 mohm** (Ufase / lcc salida cj. trafo))

Caidas de tensión máximas:
 Acometidas: 1,0 %
 A cuadros secundarios: 1,0 %
 Alumbrado: 3,0 %
 Fuerza: 5,0 %

Cálculo sección cables: Consumos monofásicos $s = 2 \times L \times S / (G \times U_{xe})$, siendo L distancia al consumo (m), S potencia (VA), G conductividad cobre, U tensión (V) e caída de tensión (V).
 Consumos trifásicos $s = L \times S / (G \times U \times 1,73 \times e)$, siendo idem con: S potencia trifásica (VA), U tensión compuesta (V).
 Cálculo lcc aguas debajo de cables: $lcc = U / (1,73 \times (Zs + Zc))$, siendo U tensión compuesta (V), Zc impedancia serie del cable (mohm)

CUADRO GENERAL DISTRIBUCION

C.P.M. C.G.D.
 C.G.D. CIRCUITO 1

C.G.D.-CIRCUITO 1	
CIRCUITO 1 1	t
1 3	t
3 4	t
3 5	t

5.750	1,0	5.750		8,3	2	Cu	RV0,6/1KV	0,01	12,8	16	40	0,01	0,01	17,5
607	1,0	607		0,9	40	Cu	RV0,6/1KV	0,05	5,4	6	25	0,05	0,05	1,4

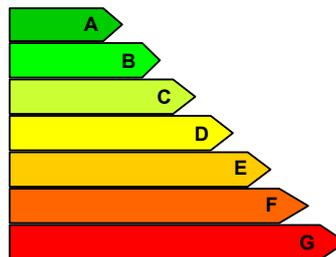
607	1,00	607	1,0	607	0,9	10	Cu	RV0,6/1KV	0,02	4,5	6	25	0,01	0,06	1,2
559	1,00	559	1,0	559	0,8	32	Cu	RV0,6/1KV	0,04	5,0	6	25	0,03	0,10	0,7
530	1,00	530	1,0	530	0,8	32	Cu	RV0,6/1KV	0,04	4,7	6	25	0,03	0,13	0,5
265	1,00	265	1,0	265	0,4	25	Cu	RV0,6/1KV	0,02	4,9	6	25	0,01	0,11	0,6

1.5. CERTIFICADO EFICIENCIA ENERGÉTICA ALUMBRADO EXTERIOR

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado

EFICIENCIA ENERGETICA	
TIPO DE VIAL	FUNCIONAL
SUPERFICIE ILUMINADA (m ²)	772
ILUMINANCIA MEDIA Em (lux)	23
POTENCIA ACTIVA TOTAL INSTALADA (W)	607
EFICIENCIA ENERGÉTICA CALCULADA	29,25
EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA	17,5
EFICIENCIA ENERGÉTICA DE REFERENCIA	26
ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO	0,89
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	A
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA MÍNIMA	D

>>



Instalación: EXTERIOR

Localidad / calle: Acceso/Aparc. BEA

Horario de funcionamiento: Reloj Astronómico

Consumo de energía anual (kWh/año) : 3.496

Emisiones de CO2 anual (kgCO2/año): 1.399

Índice de eficiencia energética (I) : 1,13

Iluminancia media en servicio Em (lux) : 25

Uniformidad (%) : >40 (82 ... 42)

Componentes de las instalaciones

	TIPO	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO REAL	FACTOR DE UTILIZACIÓN
ALUMBRADO VIAL - APARCAMIENTO	FUNCIONAL	>65%	85%	(2)

(1) A excepción de alumbrado festivo y navideño.

(2) Alcanzarán los valores que permitan cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en las tablas 1 y 2 de la ITC-EA-01.

	POTENCIA LÁMPARA	TIPO LÁMPARA	POTENCIA TOTAL MÁXIMA	POTENCIA TOTAL REAL
EQUIPOS AUXILIARES	50	LED	--	53
	21	LED	--	24

Mantenimiento de la eficiencia energética de las instalaciones

TIPO DE LÁMPARA	PERIODO DE FUNCIONAMIENTO EN HORAS	GRADO PROTECCIÓN SISTEMA ÓPTICO	GRADO DE CONTAMINACIÓN	INTERVALO DE LIMPIEZA EN AÑOS	FACTOR DE MANTENIMIENTO
LED	12000	IP 6X	Alto	3 años	0,79

Factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas FDFL 0,97

Factores de supervivencia de las lámparas FSL 0,98

Factores de depreciación de las luminarias FDLU 0,83

Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta

Seleccionar zona:
ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA

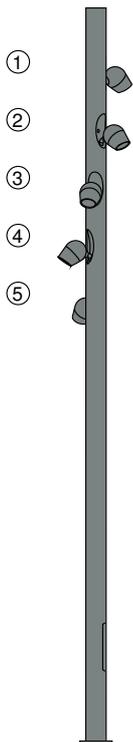
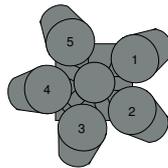
CLASIFICACIÓN DE ZONAS
E3

FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO
10% (<15%)

2. FICHAS EQUIPOS ALUMBRADO EXTERIOR

Olivio Floracion

Configuration number: SX AL768E [view and edit this configuration in browser](#)



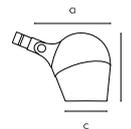
Configuration

Pole height: 8 m
Finish: Finish pole: Selux Graphite
 Finish inlay: Selux Graphite
 Finish luminaire head: Selux Graphite

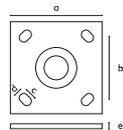
Luminaire heads arrangement: various staggered levels,
 270° Segment angle

Type luminaire head: Olivio Grande Ø 205
Quantity of luminare heads: 5

see page two for details



Grande Ø 205
 a) 317mm, b) 324mm, c) Ø 205mm



base plate
 a: 350mm, b: 240mm, c: 50 mm,
 d: 35 mm, e: 25 mm

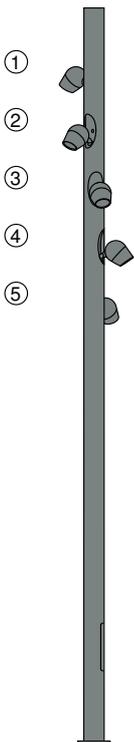
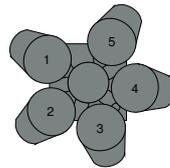
Olivio Floracion

Luminaire	Height	Angle	Lamp	Power	Distribution	Color
1. Grande Ø 205	7200 mm	30 °	LED	53 W	Flood	3000K
2. Grande Ø 205	6575 mm	323 °	LED	53 W	Flood	3000K
3. Grande Ø 205	5950 mm	255 °	LED	53 W	Flood	3000K
4. Grande Ø 205	5325 mm	188 °	LED	53 W	Flood	3000K
5. Grande Ø 205	4700 mm	120 °	LED	53 W	Flood	3000K

For further details or individual configurations, please feel free to contact us.

Olivio Floracion

Configuration number: SX A8BEP6 [view and edit this configuration in browser](#)



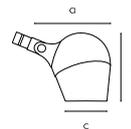
Configuration

Pole height: 8 m
Finish: Finish pole: Selux Graphite
 Finish inlay: Selux Graphite
 Finish luminaire head: Selux Graphite

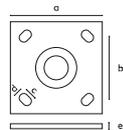
Luminaire heads arrangement: various staggered levels,
 270° Segment angle

Type luminaire head: Olivio Grande Ø 205
Quantity of luminare heads: 5

see page two for details



Grande Ø 205
 a) 317mm, b) 324mm, c) Ø 205mm



base plate
 a: 350mm, b: 240mm, c: 50 mm,
 d: 35 mm, e: 25 mm

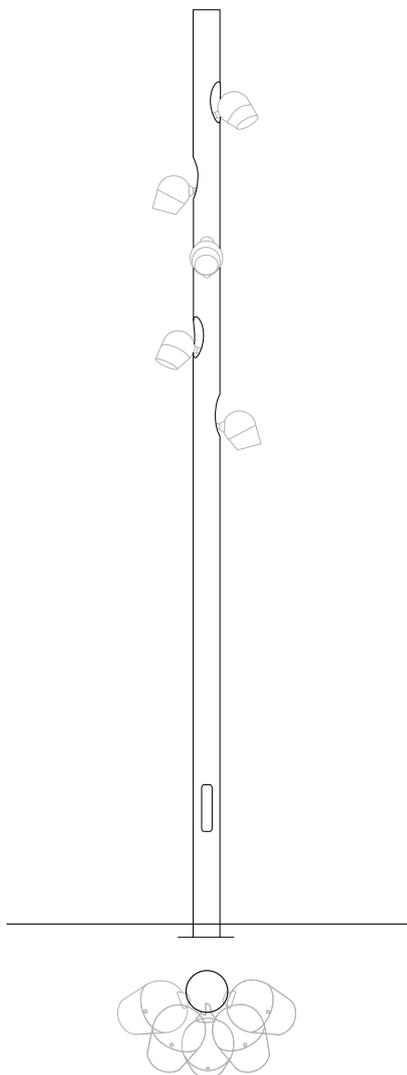
Olivio Floracion

Luminaire	Height	Angle	Lamp	Power	Distribution	Color
1. Grande Ø 205	7200 mm	150 °	LED	53 W	Flood	3000K
2. Grande Ø 205	6575 mm	218 °	LED	53 W	Flood	3000K
3. Grande Ø 205	5950 mm	285 °	LED	53 W	Flood	3000K
4. Grande Ø 205	5325 mm	353 °	LED	53 W	Flood	3000K
5. Grande Ø 205	4700 mm	60 °	LED	53 W	Flood	3000K

For further details or individual configurations, please feel free to contact us.

selux

SX 161 08-9

**Technical data:**

Olivio Floracion system pole cylindrical made of hot dipped galvanised steel, powder-coated, incl. IP54 fuse box for site mounting, flush door, triangular door lock 10mm, with base plate

height: 8000mm

pole diameter: Ø 219mm

colour: Selux Graphite or special finish

Inlay colour: matte white or special finish

Make: Selux, Type: SX 161 08-9

Modifications are possible due to the constant development and improvement of LED technology.

© Selux AG, Subject to technical modification 03.2015

Selux AG, Motzener Straße 34, D-12277 Berlin, T +49 30 72001-0, F -100, info@selux.com, www.selux.com

Olivio Grande

SX 960 12-9



luminaire headrotation symmetrical 80° ($\pm 40^\circ$), wide beam,
LED, 4500 lm, 3000 K, CRI > 80, electronic converter,
Total power: 41 W

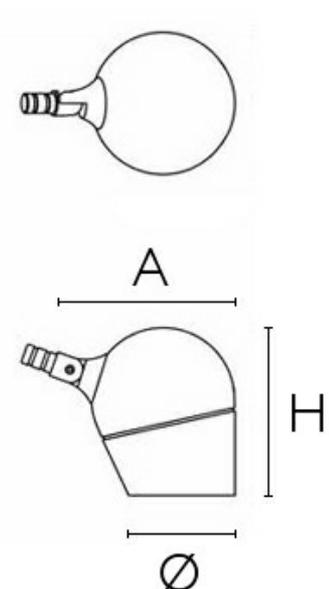
luminaire head, to be mounted on Olivio Candelabra, Sistema or Floracion poles and brackets, luminaire housing made of die-cast aluminium, painted, aluminium, screws made of stainless steel, adjustable head joint ensures precise direction of luminaire head, wide pivoting range from 20° to 195°, can be rotated + / - 180°, shielding made of safety glass
Optical system: flood reflector
hidden cable entry through the head joint, incl. 12m feed cable, easy maintenance access via lockbar mechanism,

CE, ENEC 05, IK07, IP67, Protection Class II, optional I

colour: Selux Graphite or special finish

Height H: 324 mm
Diameter \varnothing : 205 mm
Outreach : 317 mm
Weight: 10 kg
Windpressure: 0,079 m²

Make: Selux, Type: SX 960 12-9



Modifications are possible due to the constant development and improvement of LED technology.

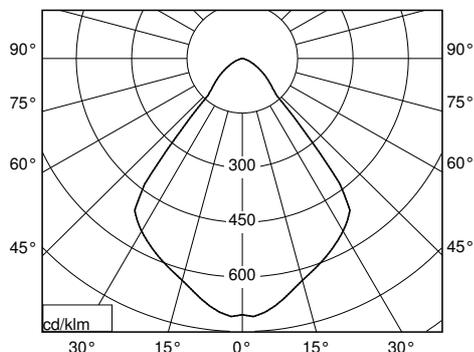
© Selux AG, Subject to technical modification 03.2015

Selux AG, Motzener Straße 34, D-12277 Berlin, T +49 30 72001-0, F -100, info@selux.com, www.selux.com

Olivio Grande

SX 960 12-9

Technics



Upper Light Output Ratio (ULR): 0 %

Photometric data: 8487

Lamp

LED · 4500lm · Light colour: 3000 K · CRI > 80.

Optic

flood reflector · wide beam.

Electrics

with electronic converter · Total power: 41W
· 12m feed cable ·

control options:

dynamic · DALI · fix value · AmpDim ·
individual power reduction in 300 lumen
steps ex work

Luminous flux characteristics / Operating time

	15000	30000	45000	60000	75000
Operating time					
Lumen maintenance	94%	89%	85%	81%	76%
LLMF*	0.94	0.89	0.85	0.81	0.76

* = Lamp lumen maintenance factor

Modifications are possible due to the constant development and improvement of LED technology.

© Selux AG, Subject to technical modification 03.2015

Selux AG, Motzener Straße 34, D-12277 Berlin, T +49 30 72001-0, F -100, info@selux.com, www.selux.com

Olivio Universal Piccolo

SX 965 12-9



spotlight rotation symmetrical 80° (± 40°), wide beam, LED, 1600 lm, 3000 K, CRI > 80, electronic converter, Total power: 24 W

spotlight, with junction box, luminaire housing made of die-cast aluminium, painted, aluminium, screws made of stainless steel, adjustable head joint ensures precise direction of luminaire head, wide pivoting range from 20° to 195°, can be rotated + / - 180°, shielding made of safety glass

Optical system: flood reflector

hidden cable entry through the head joint, easy maintenance access via lockbar mechanism,

CE, IP67, Protection Class II

colour: Selux Graphite or special finish

Height H: 188 mm

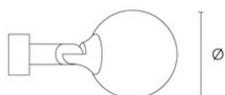
Diameter Ø: 150 mm

Outreach : 309 mm

Weight: 2 kg

Windpressure: 0,024 m²

Make: Selux, Type: SX 965 12-9



Modifications are possible due to the constant development and improvement of LED technology.

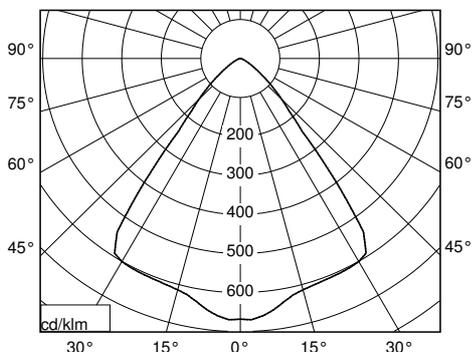
© Selux AG, Subject to technical modification 03.2015

Selux AG, Motzener Straße 34, D-12277 Berlin, T +49 30 72001-0, F -100, info@selux.com, www.selux.com

Olivio Universal Piccolo

SX 965 12-9

Technics



Upper Light Output Ratio (ULR): 0 %

Photometric data: 8475

Lamp

LED · 1600lm · Light colour: 3000 K · CRI > 80.

Optic

flood reflector · wide beam.

Electrics

with electronic converter · Total power: 24W ·

control options:

DALI · fix value · individual power reduction in 300 lumen steps ex work

Luminous flux characteristics / Operating time

	23000	46000	69000	92000	115000
Operating time					
Lumen maintenance	93%	86%	81%	75%	70%
LLMF*	0.93	0.86	0.81	0.75	0.7

* = Lamp lumen maintenance factor

Modifications are possible due to the constant development and improvement of LED technology.

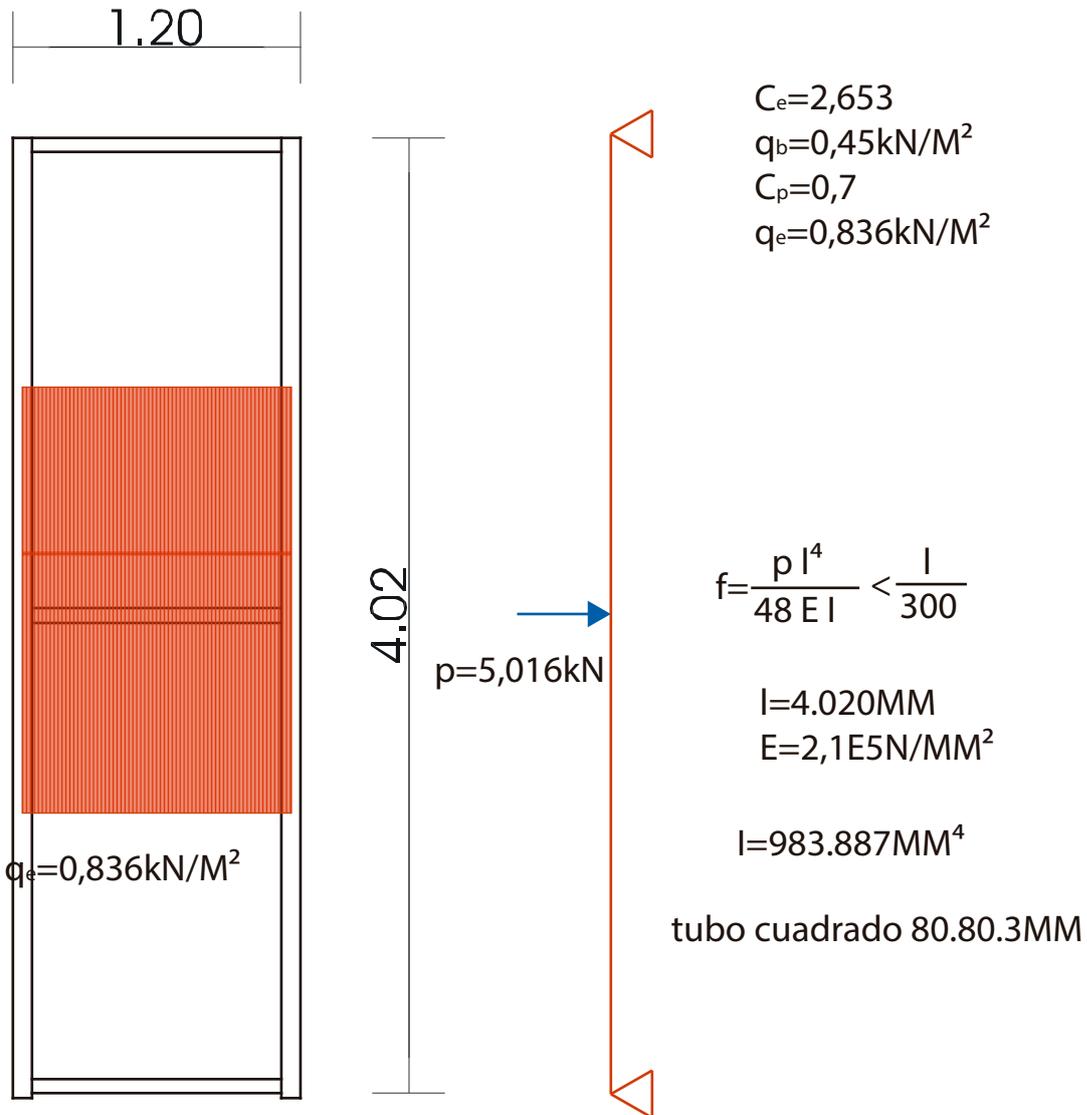
© Selux AG, Subject to technical modification 03.2015

Selux AG, Motzener Straße 34, D-12277 Berlin, T +49 30 72001-0, F -100, info@selux.com, www.selux.com

14. ANEXO DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

DIMENSIONADO DEL BASTIDOR DE FACHADA

$$f = \frac{pl^4}{48EI} < \frac{l}{300}$$



**ASISTENCIA TÉCNICA
EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL**

**AUTOR DEL PROYECTO
ARQUITECTO XOSE CARLOS RODRIGUEZ OTERO**

**PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
DE ADAPTACIÓN DE EDIFICIO
PARA ESCUELA DE MÚSICA**

**SITUACIÓN
BEADE**

**PROMOTOR
CONCELLO DE VIGO**

Antonio Reboreda Martínez
Ingeniero Industrial

Colegiado en ICOIIG N° 492

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN. OBJETO	4
2	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	4
2.1	DATOS PREVIOS.....	4
2.2	CIMENTACIÓN.....	4
2.3	SISTEMA ESTRUCTURAL ELEGIDO.....	4
3	DIMENSIONAMIENTO	5
3.1	NORMATIVA APLICADA.....	5
3.2	CÁLCULOS CON ORDENADOR	5
3.3	MÉTODOS DE CÁLCULO.....	6
3.4	ASIENTOS ADMISIBLES Y LÍMITES DE DEFORMACIÓN.....	7
4	CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES. DURABILIDAD	8
4.1	DURABILIDAD.....	11
4.2	CONDICIONES DE EJECUCIÓN DEL HORMIGÓN IN SITU.....	12
4.3	ESTRUCTURA METÁLICA.....	14
5	ACCIONES CONSIDERADAS	15
5.1	ACCIONES GRAVITATORIAS	15
5.2	ACCIONES DE VIENTO.....	15
5.3	ACCIONES TÉRMICAS.....	15
5.4	ACCIONES SÍSMICAS. CUMPLIMIENTO NORMA NCSE-02.....	15
6	COEFICIENTES DE PONDERACIÓN. COMBINACIÓN DE ACCIONES.	15
6.1	HORMIGÓN ARMADO	15
7	CONTROL DE CALIDAD	17
7.1	ACERO CORRUGADO.....	17
7.2	HORMIGÓN.....	17
7.3	ACERO ESTRUCTURAL.....	18
8	TOLERANCIAS.....	18

MEMORIA ESTRUCTURA

AUTOR DEL PROYECTO
ARQUITECTO XOSE CARLOS RODRIGUEZ OTERO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN
DE ADAPTACIÓN DE EDIFICIO
PARA ESCUELA DE MÚSICA

SITUACIÓN
BEADE

PROMOTOR
CONCELLO DE VIGO

1 INTRODUCCIÓN. OBJETO

El objeto de la presente Asistencia Técnica es la de realizar el cálculo de los elementos estructurales necesarios para suprimir o reformar la estructura actual existente en el edificio para su adaptación a la nueva arquitectura del edificio.

2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.

2.1 DATOS PREVIOS.

2.1.1 CONDICIONES DE PARTIDA

Los criterios que se han seguido para el diseño de la estructura se han vistos condicionados por los siguientes aspectos:

La estructura solo se ha visto condicionada en su dimensionado y elección de sistemas estructurales por las propias imposiciones arquitectónicas y el condicionante de la estructura existente.

2.2 CIMENTACIÓN

Se nos ha facilitado la documentación del edificio existente.

La cimentación ejecutada consiste en una losa maciza de 70cm de espesor, calculada para un valor de tensión admisible inferior a $\sigma < 0,15 \text{ N/mm}^2$.

2.3 SISTEMA ESTRUCTURAL ELEGIDO

En el edificio se encuentra una estructura de forjados unidireccionales, de vigueta y bovedilla de hormigón para el aligeramiento.

La estructura portante principal está compuesta por vigas y pilares de hormigón armado formando el conjunto un entramado espacial, junto con los muros de carga de hormigón armado. Puntualmente la estructura de vigas y pilares se ejecuta con perfiles de acero laminado en caliente.

3 DIMENSIONAMIENTO

3.1 NORMATIVA APLICADA

El cálculo de la estructura se ha realizado en correspondencia con la normativa actual de estructuras de hormigón armado y metálicas.

- Norma DB-SE-AE. Acciones en la edificación.
- Eurocódigo 1
- Instrucción EHE para el proyecto y la ejecución de Obras de Hormigón Armado.
- Norma Sismorresistente NCSE-02.
- Norma DB-SE-A. Estructuras de acero en edificación.
- Norma DB-SE-F. Diseño y cálculo de muros de fábrica resistentes.
- Norma DB-SE-C. Seguridad estructural en cimientos.
- Norma DB-SE-M. Seguridad estructural en Madera.

3.2 CÁLCULOS CON ORDENADOR

El cálculo de la estructura y la cimentación se ha realizado con ayuda de ordenador, empleando un programa informático de cálculo. Los datos del ordenador y del programa empleados son los siguientes:

- Tipo de ordenador: COMPATIBLE con procesador PENTIUM
- Programa utilizado: TREBOL y CYPE
- Versión: 2016.K
- Nº de licencia TREBOL: 002512
- Nº de licencia CYPE: 79790 con contrato de mantenimiento en vigor
- Empresa distribuidora: TOOL S.A. y CYPE Ingenieros S.A.

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.

MEMORIA

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.

3.3 MÉTODOS DE CÁLCULO

3.3.1 HORMIGÓN ARMADO

La determinación de las solicitaciones se ha realizado con arreglo a los principios de la Mecánica Racional, complementados por las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y de la Elasticidad.

De acuerdo con la Norma EHE, el proceso general de cálculo empleado es el de los "estados límites", en el que se trata de reducir a un valor suficientemente bajo la probabilidad de que se alcancen aquellos estados límites que ponen la estructura fuera de servicio.

Las comprobaciones de los estados límites últimos (equilibrio, agotamiento o rotura, inestabilidad o pandeo, adherencia, anclaje y fatiga) se realizan para cada hipótesis de carga, con acciones mayoradas y propiedades resistentes de los materiales minoradas, mediante una serie de coeficientes de seguridad.

Las comprobaciones de los estados límites de utilización (fisuración y deformación) se realizan para cada hipótesis de carga con acciones de servicio (sin mayorar) y propiedades resistentes de los materiales de servicio (sin minorar).

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 (vigas, viguetas, losas, nervios) se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo.

Los pórticos se han calculado elásticamente, admitiéndose en los nudos una redistribución de momentos "de negativos a positivos" de hasta un 15% del máximo momento flector.

DIMENSIONADO DE SECCIONES DE HORMIGÓN ARMADO

Para el dimensionado de las secciones de hormigón armado en estados límites últimos se emplean el método de la parábola-rectángulo y el diagrama rectangular, con los diagramas tensión-deformación del hormigón y para cada tipo de acero, de acuerdo con la normativa vigente.

Se utilizan los límites exigidos por las cuantías mínimas y máximas indicadas por la norma EHE, tanto geométricas como mecánicas, así como las disposiciones indicadas referentes a número mínimo de redondos, diámetros mínimos y separaciones mínimas y máximas.

MEMORIA

El dimensionado de pilares de hormigón se realiza en flexión-compresión esviada. Se establece la compatibilidad de esfuerzos y deformaciones y se comprueba que con dicho armado no se superan las tensiones del hormigón y del acero ni sus límites de deformación.

Se considera la excentricidad mínima o accidental, así como la excentricidad adicional de pandeo según la norma, limitando el valor de la esbeltez mecánica λ , de acuerdo a lo indicado en la norma.

3.3.2 ACERO LAMINADO

De acuerdo con la Norma la determinación de las tensiones y las deformaciones, y las comprobaciones de la estabilidad estática y elástica de la estructura, se han realizado con arreglo a los principios de la Mecánica Racional, complementados por las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y de la Elasticidad, aunque admitiéndose ocasionalmente estados plásticos locales.

Empleando estos métodos de cálculo, suponiendo la estructura sometida a las acciones ponderadas y eligiendo en cada caso la combinación de acciones más desfavorable, se ha comprobado que el conjunto estructural y cada uno de sus elementos son estáticamente estables, y las tensiones así calculadas no sobrepasan las condiciones de agotamiento fijadas.

En el cálculo de los elementos comprimidos se ha tenido en cuenta el pandeo.

También se ha comprobado que, sometida la estructura a las acciones características de servicio (coeficiente de ponderación igual a 1) y eligiendo los casos de combinaciones de acciones más desfavorables, no se sobrepasan las deformaciones máximas admisibles.

3.4 ASIENTOS ADMISIBLES Y LÍMITES DE DEFORMACIÓN

3.4.1 LÍMITES DE DEFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

El cálculo de deformaciones es un cálculo de estados límites de utilización con las cargas de servicio, coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_f=1$, y de minoración de resistencias $\gamma_r=1$.

3.4.1.1 HORMIGÓN ARMADO.

Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tendrán en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

Para el cálculo de las flechas se ha tenido en cuenta tanto el proceso constructivo, como las condiciones ambientales, edad de puesta en carga, de acuerdo a unas condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes de fluencia pertinentes para la determinación de la flecha activa, suma de las flechas instantáneas más las diferidas producidas con posterioridad a la construcción de las tabiquerías.

MEMORIA

En los elementos de hormigón armado se establecen los siguientes límites:

Flechas máximas relativas y absolutas para elementos de Hormigón Armado		
Flecha total a plazo infinito	Flecha activa	
	Tabiques flexibles	Tabiques rígidos
L/250 L/500 + 1 cm.	L/400 L/800 + 0.6 cm.	L/500 L/1.000 + 0.5 cm.

Para la determinación de la flecha total a plazo infinito, se han definido los coeficientes de fluencia a plazo infinito a aplicar tanto para peso propio como para sobrecarga, que multiplicarán a la flecha instantánea para obtener la flecha diferida.

La flecha total será la suma de la flecha instantánea más la diferida.

Se determina la flecha máxima activa en vigas utilizando el método de la doble integración de curvaturas. Analizando una serie de puntos se obtiene la inercia bruta, homogeneizada, fisurada y el giro por hipótesis, calculado a partir de la ley de variación de curvaturas.

3.4.1.2 ACERO LAMINADO.

Para el cálculo de las flechas de los elementos sometidos a flexión, se determina la flecha relativa, de acuerdo a la resistencia de los materiales con las cargas de servicio.

4 CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES. DURABILIDAD

Los materiales que se emplearán en la estructura y sus características más importantes, así como los niveles de control previstos y sus coeficientes de seguridad correspondientes, son los que se expresan en el siguiente cuadro:

MEMORIA

		Toda la obra	Cimentación	Pilares Muros H.A.	Forjados Losas H.A.
HORMIGÓN					
Ambiente de Exposición Art. 8.2 EHE-08	Clase General		Ila	Ila	Ila
	Clase Específica				
Durabilidad Art. 37.3 EHE-08	Relación máx. Agua/Cemento		0.60	0.60	0.60
	Cantidad mín. Cemento Kg./m ³		275	275	275
Tipo			HA25/B/20/Ila	HA25/B/20/Ila	HA25/B/12/Ila
Materiales	Cemento		CEM II/A-V 42.5	CEM II/A-V 42.5	CEM II/A-V 42.5
	Árido machacado tamaño máx.		20 mm	20 mm	12 mm
Docilidad	Consistencia		Blanda	Blanda	Blanda
	Compactación		Vibrado	Vibrado	Vibrado
	Asiento Cono de Abrams (cm.)		6 - 9	6 - 9	6 - 9
Resistencia Característica F _{ck} (N/mm ²)	A 7 días		>20	>20	>20
	A 28 días		>29	>29	>29
Ensayos de control de hormigón			Estadístico	Estadístico	Estadístico
Coeficiente parcial de seguridad γ_c Acciones persistentes o transitorias			1.5	1.5	1.5
ACERO					
Barras	Designación	B-500 S			
	Lím. Elástico-N/mm ²	500			
Malla Electrosoldada	Designación	B-500 S			
	Lím. Elástico-N/mm ²	500			
Nivel de control de calidad Marca aenor une 36-068-94		NORMAL			
Coeficiente parcial de seguridad γ_s		1.15			
EJECUCIÓN					
Nivel de Control		NORMAL			
Coeficiente de ponderación γ_f	Variables	1.50			
	Frecuentes	1.35			
OBSERVACIONES		Utilizar superfluidificante SIKAMENT 300 Hormigón de limpieza HL-150/B/30			

MEMORIA

Elementos de acero laminado

	Toda la obra	Comprimido	Flectados	Traccionado
Acero en Perfiles	Clase y Designación	S 275 JR		
	L.Elástico (N/mm ²)	260		
	T. Rotura (N/mm ²)	410		

Acero en Chapas	Clase y Designación	S 275 JR		
	L.Elástico (N/mm ²)	260		
	T. Rotura (N/mm ²)	410		

Elementos huecos de acero

	Toda la obra	Comprimido	Flectados	Traccionado
Acero en Perfiles	Clase y Designación	S 275 JR		
	L.Elástico (N/mm ²)	260		
	T. Rotura (N/mm ²)	410		

Elementos de acero conformado

	Toda la obra	Comprimido	Flectados	Traccionado
Acero en Perfiles	Clase y Designación			
	L.Elástico (kp/cm ²)			
	T. Rotura (N/mm ²)			

Acero en Placas y Paneles	Clase y Designación			
	L.Elástico (kp/cm ²)			
	T. Rotura (N/mm ²)			

Uniones entre elementos

	Toda la obra	Comprimido	Flectados	Traccionado
Soldaduras		X	X	X
Tornillo Ordinario				
Tornillo Calibrado				
T. Alta Resistencia				
Roblones				
Perno/Torn. Anclaje				

4.1 DURABILIDAD.

De acuerdo con lo indicado en el artículo 37 de la EHE, en relación con la durabilidad de la estructura y la estrategia a seguir, se realizan las siguientes determinaciones:

4.1.1 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE AMBIENTE DE ACUERDO CON EL ARTÍCULO 8.2.1.

Se considera para los elementos estructurales situados en el interior del edificio una exposición normal de humedad alta con proceso de corrosión de origen diferente de los cloruros, designada como tipo IIa.

4.1.2 DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DEL RECUBRIMIENTO PARA LA PROTECCIÓN DE LAS ARMADURAS DE ACUERDO CON EL ARTÍCULO 37.2.4 Y 37.2.5.

El recubrimiento mínimo de acuerdo con la tabla 37.2.4 se establece para los elementos situados en ambiente IIa y de tipo general un recubrimiento de 25 mm. y los hormigones en exposición del tipo IIa en elementos tipo lámina o prefabricados un recubrimiento de 20 mm. En los hormigones expuestos a ambiente tipo IIIa los recubrimientos en elementos de tipo general serán de 35 mm. y en elementos tipo lámina o prefabricados el valor del recubrimiento mínimo es de 30 mm.

En función de este recubrimiento mínimo indicado y del tipo de elemento que se trate se obtienen los siguientes márgenes de recubrimiento, para que sumados al mínimo indicado tengamos los recubrimientos nominales:

Elemento y nivel de control	Margen
Elementos prefabricados con control intenso de ejecución	0 mm
Elementos in situ con nivel intenso de control de ejecución	5 mm
Restantes casos	10 mm

Se establece en las condiciones de ejecución de la estructura el cumplimiento de la Norma EHE y por consiguiente del artículo 37.2.5 en relación con la utilización de los elementos separadores específicamente diseñados por su resistencia rigidez y permeabilidad para asegurar el posicionado de las armaduras en los elementos de hormigón armado, pudiendo ser su diseño variable en función del tipo de elemento, su posición respecto al hormigonado o al encofrado del mismo.

Determinación de la durabilidad del hormigón. De acuerdo con lo indicado en el artículo 37.3 de la EHE se establece como requisito general una cantidad mínima de cemento que de acuerdo a la tabla 37.3.2.a resultan los siguientes valores de máxima relación de agua/cemento y mínimo contenido de cemento

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Exposición IIa	Exposición IIIa
Máxima relación a/c	Armado	0.6	0.5
Mínimo contenido cemento	Armado	275	300

MEMORIA

Se establece así mismo un criterio de selección de resistencia mínima que aún no siendo de obligado cumplimiento es una resultante de las restantes condiciones solicitadas al hormigón.

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Exposición IIa	Exposición IIIa
Resistencia mínima N/mm ²	Armado	25	30

4.2 CONDICIONES DE EJECUCIÓN DEL HORMIGÓN IN SITU.

4.2.1 SUMINISTRO DEL HORMIGÓN.

El hormigón con el que se ejecutará la estructura será suministrado por una central de Hormigón que se encuentre en posesión de un Sello de Calidad, si ello no fuera posible y siempre con la aceptación de la dirección Facultativa se realizaría el suministro por otra Central de Hormigón que deberá tener de forma inexcusable un Control de Producción, que presentara, antes del comienzo de cualquier suministro a Obra, a la Dirección Facultativa para que dé su visto bueno al Proveedor, y decida si son imprescindibles o no la realización del control de los materiales que componen el hormigón.

Para el suministro del hormigón a Obra se respetarán escrupulosamente las indicaciones de la norma EHE en su artículo 69.

Al comienzo de los trabajos de cimentación se realizarán los ensayos y pruebas necesarias de los hormigones que luego se fabriquen para los elementos vistos en zonas superiores, pudiendo de esta manera asegurar un conocimiento aceptable del material y su comportamiento antes de la ejecución de los elementos de responsabilidad.

4.2.2 ADITIVOS.

El hormigón con el que se ejecutará la estructura será aditivado para favorecer su puesta en obra con un superfluidificante tipo SIKAMENT 300.

En los hormigones situados en el exterior como medida de protección al ambiente exterior se incorpora un aditivo SIKA 1 para eliminar los poros propios del hormigón.

4.2.3 PUESTA EN OBRA.

La puesta en Obra del hormigón con el que se ejecutará la estructura se realizará de acuerdo con lo indicado en el artículo 70 de la EHE, tanto en lo que se refiere a las condiciones de recepción de las amasadas como a las condiciones climáticas, situación de los encofrados en donde será vertido, medios disponibles para su transporte desde la cuba al encofrado y vibradores para su compactación. A pesar del uso de un hormigón de consistencia blanda se prevé el uso de vibradores para un vibrado normal y evitar así la presencia de coqueras en zonas de hormigonado más dificultoso.

4.2.4 CIMBRAS Y ENCOFRADOS.

Las condiciones de las cimbras moldes y encofrados se ajustarán específicamente a las indicaciones realizadas en el artículo 65 de la norma EHE. Se precisará la aprobación específica por parte de la Dirección Facultativa de los moldes y encofrados de los elementos de hormigón visto.

4.2.5 ELABORACIÓN DE LA FERRALLA Y COLOCACIÓN EN OBRA.

Para la elaboración de la ferralla y colocación de armaduras pasivas se seguirán las indicaciones contenidas en la norma UNE36831:97 y el artículo 66 de la norma EHE. Especial cuidado se tendrá en la disposición de separadores para los elementos de hormigón visto para garantizar la posición y recubrimientos nominales de las armaduras.

4.2.6 JUNTAS DE HORMIGONADO Y JUNTAS ESTRUCTURALES

Las juntas de hormigonado así como los materiales a emplear en las mismas se sitúan en los planos del proyecto de ejecución y deberán ser supervisadas en cualquier caso por la Dirección Facultativa antes del hormigonado de cada una de las partes. Se respetarán las condiciones del artículo 71 de la norma EHE.

4.2.7 CURADO DEL HORMIGÓN

El hormigón vertido en Obra deberá tener, durante el fraguado y primer endurecimiento, asegurada su humedad mediante el un adecuado curado. Se prolongará durante el plazo necesario en función de las condiciones de temperatura y grado de humedad del ambiente. Las condiciones del curado se ajustarán a las indicaciones del artículo 74 de la norma EHE.

4.2.8 DESCIMBRADO Y DESENCOFRADO.

Las condiciones de ejecución del descimbrado desencofrado o desmoldeo de elementos de hormigón se encuentran expuestas en el artículo 75 de la norma EHE-98. No se realizará el descimbrado o desencofrado de ningún elemento de la estructura sin el preceptivo permiso de la Dirección Facultativa.

4.2.9 ACABADOS SUPERFICIALES.

En los elementos de hormigón visto, una vez realizado el desencofrado, y antes de realizar cualquier acción de limpieza o reparación superficial, se realizará una inspección visual por parte de la Dirección Facultativa para determinar si es necesaria alguna acción sobre la superficie del hormigón y las protecciones que se dejaran para preservar la integridad de los elementos durante el resto de los trabajos de construcción.

4.3 ESTRUCTURA METÁLICA.

4.3.1 ACABADOS SUPERFICIALES.

En los elementos metálicos se ha previsto una doble protección mediante una capa de protección de galvanización en caliente de acuerdo con la UNE 37-508, y los perfiles huecos de acuerdo con la UNE-37-505. Las uniones soldadas realizadas después del baño se protegerán posteriormente con galvanización en frío mediante proyección de KIMI ZINC (AER).

Como segunda capa de protección y pintura de acabado se aplicará sobre el galvanizado una pintura de copolímeros de resinas acrílicas con una primera mano de 80 micras y una segunda mano de 80 micras resultando un espesor total de la película seca de 160 micras.

A la estructura metálica que precise protección antifuego se le aplicara una protección mediante el producto ABLANITE o STOFIRE hasta conseguir la protección requerida en el estudio de cumplimiento de la norma.

5 ACCIONES CONSIDERADAS.

5.1 ACCIONES GRAVITATORIAS

Q ₁ Local Superior y Terraza. Categoría C3 según C.T.E. DB-SE-AE	Peso propio forjado 25+5/70	3,45 kN /m ²
	Pavimento y revestimientos	2,50 kN /m ²
	Sobrecarga de uso	5,00 kN /m ²
	TOTAL	10,95 kN /m ²
	Sobrecarga puntual 4 KN.	
De acuerdo con la normativa la tabiquería pesada en divisiones se ha considerado su carga como elemento lineal y no se ha asimilado a una sobrecarga superficial.		

5.2 ACCIONES DE VIENTO

Se ha considerado la acción del viento de acuerdo en función de la situación y altura correspondiente a cada uno de los elementos.

5.3 ACCIONES TÉRMICAS

No se han considerado los efectos térmicos sobre la estructura del edificio al resultar la mayor dimensión del mismo inferior a la máxima recomendada en la norma.

5.4 ACCIONES SÍSMICAS. CUMPLIMIENTO NORMA NCSE-02

Con arreglo a lo dispuesto en el artículo 1.2.2. de la norma NCSE-02 la construcción en función al destino que tiene se clasifica como "de importancia normal ", dado que no se trata de un servicio imprescindible para la comunidad.

De acuerdo con lo reflejado en el mapa de peligrosidad sísmica del artículo 2.1 la aceleración sísmica básica es inferior a 0.04g.

De acuerdo con lo indicado en el artículo 1.2.3 no es de aplicación la norma de construcción Sismorresistente en esta construcción.

6 COEFICIENTES DE PONDERACIÓN. COMBINACIÓN DE ACCIONES.

Los elementos resistentes se han calculado teniendo en cuenta las solicitaciones correspondientes a las combinaciones de acciones más desfavorables.

6.1 HORMIGÓN ARMADO

Para los estados límites últimos el valor de los coeficientes parciales de seguridad de mayoración de acciones utilizados para las combinaciones es el que se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 12.1.a

MEMORIA

Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los Estados Límites Últimos.

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto Favorable	Efecto Desfavorable	Efecto Favorable	Efecto Desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1.00$	$\gamma_G = 1.35$	$\gamma_G = 1.00$	$\gamma_G = 1.00$
Pretensado	$\gamma_P = 1.00$	$\gamma_P = 1.00$	$\gamma_P = 1.00$	$\gamma_P = 1.00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1.00$	$\gamma_{G^*} = 1.50$	$\gamma_{G^*} = 1.00$	$\gamma_{G^*} = 1.00$
Variable	$\gamma_Q = 0.00$	$\gamma_Q = 1.50$	$\gamma_Q = 0.00$	$\gamma_Q = 1.00$
Accidental	-	-	$\gamma_A = 1.00$	$\gamma_A = 1.00$

Tabla 12.1.b

TIPO DE ACCIÓN	Nivel de control de ejecución		
	Intenso	Normal	Reducido
Permanente	$\gamma_G = 1.35$	$\gamma_G = 1.50$	$\gamma_G = 1.60$
Pretensado	$\gamma_P = 1.00$	$\gamma_P = 1.00$	-
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1.50$	$\gamma_{G^*} = 1.60$	$\gamma_{G^*} = 1.80$
Variable	$\gamma_Q = 1.50$	$\gamma_Q = 1.60$	$\gamma_Q = 1.80$

Para los estados límites de servicio el valor de los coeficientes parciales de seguridad de mayoración de acciones se adopta el que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12.2

Coeficientes parciales de seguridad para las acciones aplicables para la evaluación de los Estados Límite de servicio.

TIPO DE ACCIÓN		Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		$\gamma_G = 1.00$	$\gamma_G = 1.00$
Pretensado	Armadura pretensada	$\gamma_P = 0.95$	$\gamma_P = 1.05$
	Armadura postensada	$\gamma_P = 0.90$	$\gamma_P = 1.10$
Permanente de valor no constante		$\gamma_{G^*} = 1.00$	$\gamma_{G^*} = 1.00$
Variable		$\gamma_Q = 0.00$	$\gamma_Q = 1.00$

De acuerdo con las acciones determinadas en función de su origen, y teniendo en cuenta tanto si el efecto de las mismas es favorable o desfavorable, así como los coeficientes de ponderación se realizará el cálculo de las combinaciones posibles del modo indicado en el artículo 13.2 de la norma EHE en donde se distinguen tres situaciones para los estados límites últimos:

- Situaciones permanentes o transitorias.
- Situaciones accidentales.
- Situaciones sísmicas.

Para los estados límites de servicio se consideran únicamente las situaciones de proyecto persistentes y transitorias, definiéndose tres tipos de combinaciones:

MEMORIA

- Combinación poco probable.
- Combinación frecuente.
- Combinación cuasipermanente.

7 CONTROL DE CALIDAD

7.1 ACERO CORRUGADO

Se efectuará el control a nivel Normal, según EHE, sobre barras corrugadas, considerando que el suministro de acero se efectuará con materiales en posesión de marca Aenor según norma UNE 36 068 94. Se realizará durante el transcurso de las obras en DOS (2) ocasiones sobre una muestra de dos barras de 1.50m de cada uno de los diámetros empleados y marca utilizados los siguientes ensayos:

- Sección equivalente.
- Características geométricas de los resaltes.
- Ensayo doblado a 180°.
- Ensayo doblado - desdoblado a 90°.
- Tensión del límite elástico.
- Carga unitaria de rotura.
- Alargamiento de rotura.
- Relación tensión - rotura. Límite elástico.

Se deberán repetir los ensayos de recepción del acero si se cambia la procedencia del mismo, tanto por el proveedor de la ferralla elaborada como por el fabricante del acero.

7.2 HORMIGÓN

De acuerdo con las características de la obra, el control de Hormigón vertido en obra se realizará de forma estadística adaptándose a un nivel de control Normal según la EHE.

Se dividirá la obra en lotes de acuerdo con el artículo 88 de la norma EHE. Comprendiendo cada lote dos determinaciones incluyendo cada una de ellas la ejecución de cinco (5) probetas cilíndricas de 15x30. De cada lote se romperán a compresión dos probetas a la edad de siete días y tres a la edad de 28 días.

Para el control de hormigones se ha considerado que será suministrado por una central de hormigón con sello de calidad, con lo que se evitan los ensayos correspondientes a los componentes.

Se realizarán ensayos previos sobre los hormigones vistos, al margen del plan de control de la Obra.

La división en lotes de control se realizará de acuerdo con la tabla 88.4.a de la norma EHE, expresada a continuación:

MEMORIA

Límite superior	Tipo de elementos estructurales		
	Estructuras que tienen elementos comprimidos (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.)	Estructuras que tienen únicamente elementos sometidos a flexión (forjados de hormigón con pilares metálicos, tableros, muros de contención, etc.)	Macizos (zapatas, estribos de puentes, bloques, etc.)
Volumen de hormigón	100 m ³	100 m ³	100 m ³
Número de amasadas	50	50	100
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m ²	1000 m ²	-
Número de plantas	2	2	-

7.3 ACERO ESTRUCTURAL

Se plantea el control de recepción de materiales en lo que respecta al acero estructural, según la norma UNE 36080-85.

Para realizar la comprobación de la calidad de las soldaduras ejecutadas se realizará el siguiente ensayo no destructivo:

- Uniones en ángulo: Se realizarán inspecciones superficiales mediante líquidos penetrantes, inspeccionando al menos el 50% de las soldaduras en ángulo.
- Uniones a tope: Se realizarán inspecciones radiográficas de las soldaduras a tope, controlando el 50% de las soldaduras, en primera fase, pasando posteriormente al 100% si fuera necesario.

Para el control de la pintura de la estructura metálica se procederá a determinar el espesor de las diferentes capas así como la compatibilidad entre ellas.

8 TOLERANCIAS.

El sistema de tolerancias adoptado en el proyecto de ejecución es el referenciado en el Anejo 10 de la norma EHE y se indica en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Para las fábricas se han adoptado las tolerancias indicadas en el capítulo 8.2 de la norma DB SE-F.

1.- DATOS DE OBRA	2
1.1.- Normas consideradas	2
1.2.- Estados límite	2
1.2.1.- Situaciones de proyecto	2
1.2.2.- Combinaciones	2
2.- ESTRUCTURA	3
2.1.- Geometría	3
2.1.1.- Nudos	3
2.1.2.- Barras	3
2.2.- Cargas	5
2.2.1.- Barras	5
2.3.- Resultados	5
2.3.1.- Nudos	5
2.3.2.- Barras	8



1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: C. Zonas de acceso al público

1.2.- Estados límite

E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1.- 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

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

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

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

1.2.2.- Combinaciones

■ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

Qs Qs

■ E.L.U. de rotura. Acero laminado

Comb.	PP	Qs
1	0.800	
2	1.350	



Comb.	PP	Qs
3	0.800	1.500
4	1.350	1.500

■ Desplazamientos

Comb.	PP	Qs
1	1.000	
2	1.000	1.000

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	3.700	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	8.900	3.700	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.000	8.900	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N5	6.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N6	6.000	0.000	3.700	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	6.000	8.900	3.700	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	6.000	8.900	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N9	0.000	4.450	3.700	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	6.000	4.450	3.700	-	-	-	-	-	-	Empotrado

2.1.2.- Barras

2.1.2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_v	α_t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m³)
Acero laminado	S355	210000.00	0.300	81000.00	355.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_v : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico

2.1.2.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil (Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	LD _{Sub.}	LD _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S355	N1/N2	N1/N2	2xUP 400(]=I] (UPN)	3.700	1.00	1.00	-	-
		N2/N9	N2/N3	2xUP 550(]-I] (UPN)	4.450	1.00	1.00	-	-
		N9/N3	N2/N3	2xUP 550(]-I] (UPN)	4.450	1.00	1.00	-	-
		N4/N3	N4/N3	2xUP 400(]=I] (UPN)	3.700	1.00	1.00	-	-
		N5/N6	N5/N6	2xUP 400(]=I] (UPN)	3.700	1.00	1.00	-	-
		N6/N10	N6/N7	2xUP 550(]-I] (UPN)	4.450	1.00	1.00	-	-
		N10/N7	N6/N7	2xUP 550(]-I] (UPN)	4.450	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	2xUP 400(]=I] (UPN)	3.700	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 180 A (HEA)	6.000	1.00	1.00	-	-
		N3/N7	N3/N7	HE 180 A (HEA)	6.000	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N6	HE 180 A (HEA)	6.000	1.00	1.00	-	-



Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
<i>Notación:</i> Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb _{Sup.} : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb _{Inf.} : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

2.1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N4/N3, N5/N6 y N8/N7
2	N2/N3 y N6/N7
3	N9/N10, N3/N7 y N2/N6

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S355	1	UP 400, Doble en I con presillas, (UPN) Separación entre los perfiles: 300.0 / 300.0 mm	255.00	112.50	94.50	63531.25	104816.25	391.25
		2	UP 550, Doble en I unión genérica, (UPN) Separación entre los perfiles: 300.0 / 300.0 mm Perfiles independientes	300.00	112.50	135.00	134687.50	115987.50	425.00
		3	HE 180 A, (HEA)	45.30	25.65	8.21	2510.00	924.60	14.80
<i>Notación:</i> Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.1.2.4.- Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S355	N1/N2	2xUP 400(J=I) (UPN)	3.700	0.094	740.65
		N2/N3	2xUP 550(J-I) (UPN)	8.900	0.267	2095.95
		N4/N3	2xUP 400(J=I) (UPN)	3.700	0.094	740.65
		N5/N6	2xUP 400(J=I) (UPN)	3.700	0.094	740.65
		N6/N7	2xUP 550(J-I) (UPN)	8.900	0.267	2095.95
		N8/N7	2xUP 400(J=I) (UPN)	3.700	0.094	740.65
		N9/N10	HE 180 A (HEA)	6.000	0.027	213.36
		N3/N7	HE 180 A (HEA)	6.000	0.027	213.36
		N2/N6	HE 180 A (HEA)	6.000	0.027	213.36
<i>Notación:</i> Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final						

2.1.2.5.- Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S355	UPN	UP 400, Doble en I con presillas	14.800			0.377			2962.59		
			UP 550, Doble en I unión genérica	17.800			0.534			4191.90		
			HE 180 A	18.000	32.600		0.911			7154.49		
		HEA		18.000		0.082			640.09			
						50.600			0.993			7794.58

2.1.2.6.- Medición de las presillas

Medición empresillado					
Acero	Espesor (mm)	Canto (mm)	Longitud (m)	Peso (kg)	Total (kg)
S355	15	150	31.360	553.9	553.9
					553.9

**2.1.2.7.- Medición de superficies**

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
UPN	UP 400, Doble en I con presillas	2.740	14.800	40.552
	UP 550, Doble en I unión genérica	3.340	17.800	59.452
HEA	HE 180 A	1.050	18.000	18.900
Total				118.904

Notas: Dado que no se define el tipo de empesillado, no se ha tenido en cuenta la superficie de las presillas en la medición.

2.2.- Cargas**2.2.1.- Barras**

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN-m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	Peso propio	Uniforme	1.964	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N9	Peso propio	Uniforme	2.310	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N3	Peso propio	Uniforme	2.310	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N3	Peso propio	Puntual	102.00	-	2.450	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N3	Peso propio	Puntual	134.00	-	0.250	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N3	Qs	Puntual	102.00	-	2.450	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N3	Qs	Puntual	134.00	-	0.250	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N3	Peso propio	Uniforme	1.964	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Peso propio	Uniforme	1.964	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N10	Peso propio	Uniforme	2.310	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N10	Peso propio	Puntual	146.00	-	3.700	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N10	Qs	Puntual	146.00	-	3.700	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N7	Peso propio	Uniforme	2.310	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N7	Peso propio	Puntual	130.00	-	2.450	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N7	Qs	Puntual	130.00	-	2.450	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	Peso propio	Uniforme	1.964	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N10	Peso propio	Uniforme	0.349	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N7	Peso propio	Uniforme	0.349	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	Peso propio	Uniforme	0.349	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

2.3.- Resultados**2.3.1.- Nudos****2.3.1.1.- Desplazamientos**

Referencias:

- Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.
Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

2.3.1.1.1.- Hipótesis

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis		
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales



		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Qs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	Peso propio	0.003	-0.366	-0.069	-1.051	0.007	0.001
	Qs	0.002	-0.369	-0.058	-0.965	0.001	0.001
N3	Peso propio	0.000	-0.456	-0.115	1.497	0.005	0.000
	Qs	-0.001	-0.453	-0.105	1.411	0.000	0.001
N4	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Qs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N5	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Qs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N6	Peso propio	0.001	-0.179	-0.089	-1.311	-0.005	0.000
	Qs	0.002	-0.182	-0.078	-1.226	0.001	0.001
N7	Peso propio	-0.002	-0.280	-0.123	1.559	-0.006	0.001
	Qs	-0.001	-0.277	-0.112	1.473	0.000	0.001
N8	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Qs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N9	Peso propio	0.001	-0.411	-5.734	-0.280	0.640	0.000
	Qs	0.000	-0.411	-5.362	-0.280	0.092	0.000
N10	Peso propio	0.000	-0.230	-6.304	-0.047	-0.456	0.000
	Qs	0.000	-0.230	-5.933	-0.047	0.092	0.000

2.3.1.1.2.- Combinaciones

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Qs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	Desplazamientos	PP	0.003	-0.366	-0.069	-1.051	0.007	0.001
		PP+Qs	0.006	-0.736	-0.127	-2.016	0.008	0.002
N3	Desplazamientos	PP	0.000	-0.456	-0.115	1.497	0.005	0.000
		PP+Qs	-0.001	-0.909	-0.220	2.907	0.005	0.001
N4	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Qs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N5	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Qs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N6	Desplazamientos	PP	0.001	-0.179	-0.089	-1.311	-0.005	0.000
		PP+Qs	0.003	-0.362	-0.168	-2.537	-0.004	0.001
N7	Desplazamientos	PP	-0.002	-0.280	-0.123	1.559	-0.006	0.001
		PP+Qs	-0.003	-0.558	-0.235	3.032	-0.006	0.002
N8	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Qs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N9	Desplazamientos	PP	0.001	-0.411	-5.734	-0.280	0.640	0.000
		PP+Qs	0.001	-0.822	-11.096	-0.559	0.733	0.001
N10	Desplazamientos	PP	0.000	-0.230	-6.304	-0.047	-0.456	0.000
		PP+Qs	0.001	-0.460	-12.237	-0.093	-0.363	0.001

2.3.1.1.3.- Envolventes

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Tipo	Combinación	Desplazamientos en ejes globales					
		Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.003	-0.736	-0.127	-2.016	0.007	0.001
		Valor máximo de la envolvente	0.006	-0.366	-0.069	-1.051	0.008	0.002
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.001	-0.909	-0.220	1.497	0.005	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.456	-0.115	2.907	0.005	0.001
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.001	-0.362	-0.168	-2.537	-0.005	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.003	-0.179	-0.089	-1.311	-0.004	0.001
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.003	-0.558	-0.235	1.559	-0.006	0.001
		Valor máximo de la envolvente	-0.002	-0.280	-0.123	3.032	-0.006	0.002



Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.001	-0.822	-11.096	-0.559	0.640	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.001	-0.411	-5.734	-0.280	0.733	0.001
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.460	-12.237	-0.093	-0.456	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.001	-0.230	-6.304	-0.047	-0.363	0.001

2.3.1.2.- Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).
Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

2.3.1.2.1.- Hipótesis

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	Mz (kN-m)
N1	Peso propio	0.381	63.329	103.463	-79.26	0.31	0.00
	Qs	-0.019	59.069	84.347	-74.47	-0.09	0.00
N4	Peso propio	0.419	-63.387	170.781	63.30	0.46	0.00
	Qs	0.019	-59.127	151.665	58.51	0.06	0.00
N5	Peso propio	-0.419	71.408	132.636	-84.82	-0.49	0.00
	Qs	-0.019	67.148	113.520	-80.03	-0.09	0.00
N8	Peso propio	-0.381	-71.351	181.585	75.79	-0.35	0.00
	Qs	0.019	-67.090	162.468	71.00	0.06	0.00

2.3.1.2.2.- Combinaciones

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	Mz (kN-m)
N1	Hormigón en cimentaciones	PP	0.381	63.329	103.463	-79.26	0.31	0.00
		1.6-PP	0.609	101.327	165.540	-126.82	0.50	0.00
		PP+1.6-Qs	0.350	157.840	238.417	-198.42	0.16	0.00
		1.6-PP+1.6-Qs	0.578	195.838	300.495	-245.98	0.35	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.381	63.329	103.463	-79.26	0.31	0.00
		PP+Qs	0.361	122.399	187.809	-153.73	0.22	0.00
N4	Hormigón en cimentaciones	PP	0.419	-63.387	170.781	63.30	0.46	0.00
		1.6-PP	0.671	-101.419	273.250	101.28	0.73	0.00
		PP+1.6-Qs	0.450	-157.989	413.445	156.92	0.55	0.00
		1.6-PP+1.6-Qs	0.702	-196.021	515.914	194.90	0.82	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.419	-63.387	170.781	63.30	0.46	0.00
		PP+Qs	0.439	-122.513	322.446	121.81	0.51	0.00
N5	Hormigón en cimentaciones	PP	-0.419	71.408	132.636	-84.82	-0.49	0.00
		1.6-PP	-0.671	114.253	212.218	-135.71	-0.79	0.00
		PP+1.6-Qs	-0.450	178.844	314.268	-212.87	-0.64	0.00
		1.6-PP+1.6-Qs	-0.702	221.689	393.850	-263.76	-0.93	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	-0.419	71.408	132.636	-84.82	-0.49	0.00
		PP+Qs	-0.439	138.556	246.156	-164.85	-0.58	0.00
N8	Hormigón en cimentaciones	PP	-0.381	-71.351	181.585	75.79	-0.35	0.00
		1.6-PP	-0.609	-114.161	290.535	121.27	-0.55	0.00
		PP+1.6-Qs	-0.350	-178.695	441.534	189.40	-0.26	0.00
		1.6-PP+1.6-Qs	-0.578	-221.506	550.485	234.87	-0.46	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	-0.381	-71.351	181.585	75.79	-0.35	0.00
		PP+Qs	-0.361	-138.441	344.053	146.80	-0.29	0.00

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

2.3.1.2.3.- Envolventes

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	Mz (kN-m)



Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	Mz (kN-m)
N1	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.350	63.329	103.463	-245.98	0.16	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.609	195.838	300.495	-79.26	0.50	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.361	63.329	103.463	-153.73	0.22	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.381	122.399	187.809	-79.26	0.31	0.00
N4	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.419	-196.021	170.781	63.30	0.46	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.702	-63.387	515.914	194.90	0.82	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.419	-122.513	170.781	63.30	0.46	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.439	-63.387	322.446	121.81	0.51	0.00
N5	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.702	71.408	132.636	-263.76	-0.93	0.00
		Valor máximo de la envolvente	-0.419	221.689	393.850	-84.82	-0.49	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.439	71.408	132.636	-164.85	-0.58	0.00
		Valor máximo de la envolvente	-0.419	138.556	246.156	-84.82	-0.49	0.00
N8	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.609	-221.506	181.585	75.79	-0.55	0.00
		Valor máximo de la envolvente	-0.350	-71.351	550.485	234.87	-0.26	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.381	-138.441	181.585	75.79	-0.35	0.00
		Valor máximo de la envolvente	-0.361	-71.351	344.053	146.80	-0.29	0.00

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

2.3.2.- Barras

2.3.2.1.- Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axial (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN-m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN-m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN-m)

2.3.2.1.1.- Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m
N1/N2	Peso propio	N	-103.463	-102.555	-101.646	-100.738	-99.830	-98.922	-98.013	-97.105	-96.197
		Vy	-0.381	-0.381	-0.381	-0.381	-0.381	-0.381	-0.381	-0.381	-0.381
		Vz	-63.329	-63.329	-63.329	-63.329	-63.329	-63.329	-63.329	-63.329	-63.329
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-79.26	-49.97	-20.68	8.61	37.90	67.19	96.48	125.77	155.06
		Mz	-0.31	-0.13	0.04	0.22	0.39	0.57	0.75	0.92	1.10
	Qs	N	-84.347	-84.347	-84.347	-84.347	-84.347	-84.347	-84.347	-84.347	-84.347
		Vy	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
		Vz	-59.069	-59.069	-59.069	-59.069	-59.069	-59.069	-59.069	-59.069	-59.069
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-74.47	-47.15	-19.83	7.49	34.81	62.13	89.45	116.77	144.09
		Mz	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.556 m	1.113 m	1.669 m	2.225 m	2.781 m	3.338 m	3.894 m	4.450 m
N2/N9	Peso propio	N	-63.349	-63.349	-63.349	-63.349	-63.349	-63.349	-63.349	-63.349	-63.349
		Vy	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010
		Vz	-95.146	-93.861	-92.576	-91.291	-90.006	-88.721	-87.436	-86.151	-84.866
		Mt	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		My	-155.05	-102.49	-50.63	0.50	50.93	100.64	149.63	197.91	245.47
		Mz	-0.06	-0.05	-0.05	-0.04	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01
	Qs	N	-59.089	-59.089	-59.089	-59.089	-59.089	-59.089	-59.089	-59.089	-59.089
		Vy	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019
		Vz	-84.342	-84.342	-84.342	-84.342	-84.342	-84.342	-84.342	-84.342	-84.342
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	-144.08	-97.17	-50.25	-3.34	43.58	90.49	137.41	184.32	231.24
		Mz	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	0.01	0.02	0.03

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								



			0.000 m	0.667 m	1.113 m	1.780 m	2.225 m	2.893 m	3.338 m	4.005 m	4.450 m
N9/N3	Peso propio	N	-63.368	-63.368	-63.368	-63.368	-63.368	-63.368	-63.368	-63.368	-63.368
		Vy	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029
		Vz	-83.814	51.728	52.756	54.298	55.326	158.868	159.896	161.438	162.466
		Mt	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
		My	245.47	244.96	221.71	185.98	161.59	79.01	8.09	-99.16	-171.23
		Mz	-0.07	-0.05	-0.04	-0.02	-0.01	0.01	0.02	0.04	0.06
		Qs	N	-59.108	-59.108	-59.108	-59.108	-59.108	-59.108	-59.108	-59.108
Vy	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019		
Vz	-84.338	49.662	49.662	49.662	49.662	151.662	151.662	151.662	151.662		
Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01		
My	231.24	231.59	209.49	176.34	154.24	75.96	8.47	-92.77	-160.26		
Mz	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.03	0.03	0.05	0.06		

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m
N4/N3	Peso propio	N	-170.781	-169.873	-168.965	-168.057	-167.148	-166.240	-165.332	-164.424	-163.516
		Vy	-0.419	-0.419	-0.419	-0.419	-0.419	-0.419	-0.419	-0.419	-0.419
		Vz	63.387	63.387	63.387	63.387	63.387	63.387	63.387	63.387	63.387
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	63.30	33.99	4.67	-24.65	-53.96	-83.28	-112.60	-141.91	-171.23
		Mz	-0.46	-0.26	-0.07	0.12	0.32	0.51	0.71	0.90	1.09
		Qs	N	-151.665	-151.665	-151.665	-151.665	-151.665	-151.665	-151.665	-151.665
Vy	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019		
Vz	59.127	59.127	59.127	59.127	59.127	59.127	59.127	59.127	59.127		
Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
My	58.51	31.16	3.82	-23.53	-50.88	-78.22	-105.57	-132.91	-160.26		
Mz	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.02		

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m
N5/N6	Peso propio	N	-132.636	-131.728	-130.820	-129.911	-129.003	-128.095	-127.187	-126.279	-125.370
		Vy	0.419	0.419	0.419	0.419	0.419	0.419	0.419	0.419	0.419
		Vz	-71.408	-71.408	-71.408	-71.408	-71.408	-71.408	-71.408	-71.408	-71.408
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-84.82	-51.79	-18.77	14.26	47.28	80.31	113.34	146.36	179.39
		Mz	0.49	0.30	0.10	-0.09	-0.28	-0.48	-0.67	-0.86	-1.06
		Qs	N	-113.520	-113.520	-113.520	-113.520	-113.520	-113.520	-113.520	-113.520
Vy	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019		
Vz	-67.148	-67.148	-67.148	-67.148	-67.148	-67.148	-67.148	-67.148	-67.148		
Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
My	-80.03	-48.97	-17.92	13.14	44.20	75.25	106.31	137.36	168.42		
Mz	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02		

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.667 m	1.113 m	1.780 m	2.225 m	2.893 m	3.338 m	4.005 m	4.450 m
N6/N10	Peso propio	N	-71.388	-71.388	-71.388	-71.388	-71.388	-71.388	-71.388	-71.388	-71.388
		Vy	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029
		Vz	-124.328	-122.786	-121.758	-120.216	-119.188	-117.646	-116.618	30.925	31.953
		Mt	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
		My	-179.39	-96.91	-42.50	38.25	91.52	170.57	222.69	255.49	241.50
		Mz	-0.06	-0.04	-0.03	-0.01	0.00	0.02	0.04	0.06	0.07
		Qs	N	-67.128	-67.128	-67.128	-67.128	-67.128	-67.128	-67.128	-67.128
Vy	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019		
Vz	-113.524	-113.524	-113.524	-113.524	-113.524	-113.524	-113.524	32.476	32.476		
Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
My	-168.42	-92.64	-42.12	33.65	84.17	159.95	210.47	241.71	227.26		
Mz	-0.06	-0.05	-0.04	-0.02	-0.02	0.00	0.01	0.02	0.03		

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.667 m	1.113 m	1.780 m	2.225 m	2.893 m	3.338 m	4.005 m	4.450 m
N10/N7	Peso propio	N	-71.369	-71.369	-71.369	-71.369	-71.369	-71.369	-71.369	-71.369	-71.369
		Vy	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010
		Vz	32.994	34.537	35.565	37.107	38.135	169.677	170.705	172.247	173.275



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.667 m	1.113 m	1.780 m	2.225 m	2.893 m	3.338 m	4.005 m	4.450 m
		Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		My	241.50	218.96	203.36	179.11	162.37	78.87	3.14	-111.32	-188.20
		Mz	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06
	Qs	N	-67.109	-67.109	-67.109	-67.109	-67.109	-67.109	-67.109	-67.109	-67.109
		Vy	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019
		Vz	32.471	32.471	32.471	32.471	32.471	162.471	162.471	162.471	162.471
		Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My	227.26	205.59	191.14	169.46	155.01	75.82	3.52	-104.93	-177.23
		Mz	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.03	0.03	0.05	0.06

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m
N8/N7	Peso propio	N	-181.585	-180.676	-179.768	-178.860	-177.952	-177.044	-176.135	-175.227	-174.319
		Vy	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381
		Vz	71.351	71.351	71.351	71.351	71.351	71.351	71.351	71.351	71.351
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	75.79	42.79	9.79	-23.20	-56.20	-89.20	-122.20	-155.20	-188.20
		Mz	0.35	0.17	-0.01	-0.18	-0.36	-0.54	-0.71	-0.89	-1.06
	Qs	N	-162.468	-162.468	-162.468	-162.468	-162.468	-162.468	-162.468	-162.468	-162.468
		Vy	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019
		Vz	67.090	67.090	67.090	67.090	67.090	67.090	67.090	67.090	67.090
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	71.00	39.97	8.94	-22.09	-53.12	-84.15	-115.17	-146.20	-177.23
		Mz	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.02

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
N9/N10	Peso propio	N	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019
		Vy	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
		Vz	-1.051	-0.790	-0.528	-0.266	-0.005	0.257	0.519	0.780	1.042
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.10	0.59	1.09	1.38	1.49	1.39	1.10	0.61	-0.07
		Mz	0.06	0.04	0.03	0.01	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.06
	Qs	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
		Vz	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
		Mz	0.06	0.04	0.03	0.01	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.06

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
N3/N7	Peso propio	N	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390
		Vy	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
		Vz	-1.049	-0.788	-0.526	-0.264	-0.003	0.259	0.521	0.782	1.044
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-1.04	-0.36	0.14	0.43	0.53	0.44	0.14	-0.34	-1.03
		Mz	0.06	0.04	0.03	0.01	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.06
	Qs	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
		Vz	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
		Mz	0.06	0.04	0.03	0.01	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.06

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
N2/N6	Peso propio	N	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390	-0.390
		Vy	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
		Vz	-1.051	-0.789	-0.527	-0.266	-0.004	0.257	0.519	0.781	1.042
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
		My	-1.05	-0.36	0.13	0.43	0.53	0.44	0.15	-0.34	-1.02
		Mz	0.06	0.04	0.03	0.01	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.06
	Qs	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
		Vz	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
		Mz	0.06	0.04	0.03	0.01	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.06

2.3.2.1.2.- Combinaciones

Esfuerzos en barras, por combinación													
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra									
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m	
N1/N2	Acero laminado	0.8-PP	N	-82.770	-82.044	-81.317	-80.590	-79.864	-79.137	-78.411	-77.684	-76.958	
			Vy	-0.304	-0.304	-0.304	-0.304	-0.304	-0.304	-0.304	-0.304	-0.304	-0.304
			Vz	-50.664	-50.664	-50.664	-50.664	-50.664	-50.664	-50.664	-50.664	-50.664	-50.664
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-63.41	-39.98	-16.55	6.88	30.32	53.75	77.18	100.61	124.04	
			Mz	-0.25	-0.11	0.03	0.17	0.32	0.46	0.60	0.74	0.88	
		1.35-PP	N	-139.675	-138.449	-137.222	-135.996	-134.770	-133.544	-132.318	-131.092	-129.866	
			Vy	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	
			Vz	-85.495	-85.495	-85.495	-85.495	-85.495	-85.495	-85.495	-85.495	-85.495	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	-107.01	-67.47	-27.92	11.62	51.16	90.70	130.24	169.78	209.32	
			Mz	-0.42	-0.18	0.06	0.29	0.53	0.77	1.01	1.24	1.48	
		0.8-PP+1.5-Qs	N	-209.290	-208.563	-207.837	-207.110	-206.384	-205.657	-204.931	-204.204	-203.477	
			Vy	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	
			Vz	-139.267	-139.267	-139.267	-139.267	-139.267	-139.267	-139.267	-139.267	-139.267	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	-175.12	-110.71	-46.30	18.12	82.53	146.94	211.35	275.76	340.17	
			Mz	-0.11	0.02	0.14	0.27	0.40	0.53	0.65	0.78	0.91	
		1.35-PP+1.5-Qs	N	-266.194	-264.968	-263.742	-262.516	-261.290	-260.064	-258.838	-257.612	-256.386	
			Vy	-0.485	-0.485	-0.485	-0.485	-0.485	-0.485	-0.485	-0.485	-0.485	
Vz	-174.099		-174.099	-174.099	-174.099	-174.099	-174.099	-174.099	-174.099	-174.099			
Mt	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
My	-218.71		-138.19	-57.67	22.85	103.37	183.89	264.41	344.93	425.45			
Mz	-0.28		-0.06	0.17	0.39	0.61	0.84	1.06	1.29	1.51			

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.556 m	1.113 m	1.669 m	2.225 m	2.781 m	3.338 m	3.894 m	4.450 m
N2/N9	Acero laminado	0.8-PP	N	-50.679	-50.679	-50.679	-50.679	-50.679	-50.679	-50.679	-50.679	-50.679
			Vy	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
			Vz	-76.117	-75.089	-74.061	-73.033	-72.005	-70.977	-69.949	-68.921	-67.893
			Mt	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
			My	-124.04	-81.99	-40.51	0.40	40.74	80.51	119.70	158.33	196.38
			Mz	-0.05	-0.04	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01
		1.35-PP	N	-85.521	-85.521	-85.521	-85.521	-85.521	-85.521	-85.521	-85.521	-85.521
			Vy	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
			Vz	-128.447	-126.713	-124.978	-123.243	-121.508	-119.773	-118.038	-116.303	-114.569
			Mt	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
			My	-209.32	-138.36	-68.36	0.68	68.75	135.86	202.00	267.18	331.39
			Mz	-0.08	-0.07	-0.06	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02
		0.8-PP+1.5-Qs	N	-139.313	-139.313	-139.313	-139.313	-139.313	-139.313	-139.313	-139.313	-139.313
			Vy	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037
			Vz	-202.631	-201.603	-200.574	-199.546	-198.518	-197.490	-196.462	-195.434	-194.406
			Mt	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
			My	-340.17	-227.74	-115.89	-4.60	106.11	216.25	325.82	434.81	543.24
			Mz	-0.14	-0.11	-0.09	-0.07	-0.05	-0.03	-0.01	0.01	0.03
		1.35-PP+1.5-Qs	N	-174.155	-174.155	-174.155	-174.155	-174.155	-174.155	-174.155	-174.155	-174.155
			Vy	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
Vz	-254.961		-253.226	-251.491	-249.756	-248.022	-246.287	-244.552	-242.817	-241.082		
Mt	0.08		0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08		
My	-425.45		-284.11	-143.74	-4.33	134.12	271.60	408.11	543.66	678.25		
Mz	-0.17		-0.14	-0.12	-0.10	-0.07	-0.05	-0.03	0.00	0.02		



Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.667 m	1.113 m	1.780 m	2.225 m	2.893 m	3.338 m	4.005 m	4.450 m
N9/N3	Acero laminado	0.8-PP	N	-50.695	-50.695	-50.695	-50.695	-50.695	-50.695	-50.695	-50.695	-50.695
			Vy	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
			Vz	-67.051	41.382	42.205	43.438	44.261	127.094	127.917	129.151	129.973
			Mt	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
			My	196.38	195.97	177.37	148.78	129.27	63.21	6.47	-79.33	-136.98
			Mz	-0.06	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	0.01	0.02	0.03	0.04
		1.35-PP	N	-85.547	-85.547	-85.547	-85.547	-85.547	-85.547	-85.547	-85.547	-85.547
			Vy	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039
			Vz	-113.149	69.832	71.220	73.302	74.690	214.472	215.860	217.942	219.329
			Mt	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07
			My	331.39	330.69	299.31	251.07	218.15	106.66	10.91	-133.87	-231.16
			Mz	-0.10	-0.07	-0.05	-0.03	-0.01	0.01	0.03	0.06	0.08
	0.8-PP+1.5-Qs	N	-139.357	-139.357	-139.357	-139.357	-139.357	-139.357	-139.357	-139.357	-139.357	
		Vy	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	
		Vz	-193.558	115.876	116.698	117.932	118.754	354.588	355.410	356.644	357.467	
		Mt	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	
		My	543.23	543.35	491.60	413.29	360.63	177.14	19.17	-218.48	-377.37	
		Mz	-0.10	-0.07	-0.05	-0.01	0.01	0.05	0.07	0.10	0.13	
	1.35-PP+1.5-Qs	N	-174.209	-174.209	-174.209	-174.209	-174.209	-174.209	-174.209	-174.209	-174.209	
		Vy	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	
		Vz	-239.656	144.326	145.714	147.796	149.184	441.965	443.353	445.435	446.823	
		Mt	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	
		My	678.24	678.08	613.54	515.58	449.51	220.60	23.61	-273.02	-471.55	
		Mz	-0.14	-0.10	-0.07	-0.02	0.01	0.05	0.08	0.13	0.16	

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m
N4/N3	Acero laminado	0.8-PP	N	-136.625	-135.898	-135.172	-134.445	-133.719	-132.992	-132.266	-131.539	-130.812
			Vy	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335
			Vz	50.709	50.709	50.709	50.709	50.709	50.709	50.709	50.709	50.709
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	50.64	27.19	3.74	-19.72	-43.17	-66.62	-90.08	-113.53	-136.98
			Mz	-0.37	-0.21	-0.06	0.10	0.25	0.41	0.56	0.72	0.87
		1.35-PP	N	-230.555	-229.329	-228.103	-226.876	-225.650	-224.424	-223.198	-221.972	-220.746
			Vy	-0.566	-0.566	-0.566	-0.566	-0.566	-0.566	-0.566	-0.566	-0.566
			Vz	85.572	85.572	85.572	85.572	85.572	85.572	85.572	85.572	85.572
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	85.46	45.88	6.30	-33.27	-72.85	-112.43	-152.00	-191.58	-231.16
			Mz	-0.62	-0.36	-0.09	0.17	0.43	0.69	0.95	1.21	1.48
	0.8-PP+1.5-Qs	N	-364.123	-363.396	-362.669	-361.943	-361.216	-360.490	-359.763	-359.037	-358.310	
		Vy	-0.364	-0.364	-0.364	-0.364	-0.364	-0.364	-0.364	-0.364	-0.364	
		Vz	139.399	139.399	139.399	139.399	139.399	139.399	139.399	139.399	139.399	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	138.41	73.93	9.46	-55.01	-119.48	-183.96	-248.43	-312.90	-377.37	
		Mz	-0.45	-0.28	-0.11	0.06	0.22	0.39	0.56	0.73	0.90	
	1.35-PP+1.5-Qs	N	-458.052	-456.826	-455.600	-454.374	-453.148	-451.922	-450.696	-449.470	-448.244	
		Vy	-0.595	-0.595	-0.595	-0.595	-0.595	-0.595	-0.595	-0.595	-0.595	
		Vz	174.262	174.262	174.262	174.262	174.262	174.262	174.262	174.262	174.262	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	173.22	92.63	12.03	-68.57	-149.16	-229.76	-310.36	-390.95	-471.55	
		Mz	-0.70	-0.43	-0.15	0.12	0.40	0.67	0.95	1.22	1.50	

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m
N5/N6	Acero laminado	0.8-PP	N	-106.109	-105.382	-104.656	-103.929	-103.203	-102.476	-101.749	-101.023	-100.296
			Vy	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335
			Vz	-57.126	-57.126	-57.126	-57.126	-57.126	-57.126	-57.126	-57.126	-57.126
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-67.86	-41.44	-15.01	11.41	37.83	64.25	90.67	117.09	143.51
			Mz	0.39	0.24	0.08	-0.07	-0.23	-0.38	-0.54	-0.69	-0.85
	1.35-PP	N	-179.059	-177.833	-176.607	-175.380	-174.154	-172.928	-171.702	-170.476	-169.250	
		Vy	0.566	0.566	0.566	0.566	0.566	0.566	0.566	0.566	0.566	



Esfuerzos en barras, por combinación															
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra											
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m			
			Vz	-96.401	-96.401	-96.401	-96.401	-96.401	-96.401	-96.401	-96.401	-96.401	-96.401		
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	-114.51	-69.92	-25.34	19.25	63.83	108.42	153.00	197.59	242.17			
			Mz	0.66	0.40	0.14	-0.12	-0.38	-0.64	-0.91	-1.17	-1.43			
			0.8-PP+1.5-Qs	N	-276.389	-275.662	-274.936	-274.209	-273.482	-272.756	-272.029	-271.303	-270.576		
				Vy	0.364	0.364	0.364	0.364	0.364	0.364	0.364	0.364	0.364		
				Vz	-157.848	-157.848	-157.848	-157.848	-157.848	-157.848	-157.848	-157.848	-157.848	-157.848	-157.848
				Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			1.35-PP+1.5-Qs	N	-349.339	-348.113	-346.886	-345.660	-344.434	-343.208	-341.982	-340.756	-339.530		
				Vy	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595		
				Vz	-197.122	-197.122	-197.122	-197.122	-197.122	-197.122	-197.122	-197.122	-197.122	-197.122	-197.122
				Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-234.55	-143.38	-52.21	38.96	130.13	221.30	312.46	403.63	494.80				
		Mz	0.80	0.53	0.25	-0.02	-0.30	-0.57	-0.85	-1.12	-1.40				

Esfuerzos en barras, por combinación															
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra											
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.667 m	1.113 m	1.780 m	2.225 m	2.893 m	3.338 m	4.005 m	4.450 m			
N6/N10	Acero laminado	0.8-PP	N	-57.111	-57.111	-57.111	-57.111	-57.111	-57.111	-57.111	-57.111	-57.111	-57.111		
			Vy	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	
			Vz	-99.462	-98.229	-97.406	-96.173	-95.350	-94.116	-93.294	24.740	25.562			
			Mt	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	
			My	-143.51	-77.53	-34.00	30.60	73.22	136.45	178.15	204.39	193.20			
			Mz	-0.05	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.02	0.03	0.04	0.06			
			1.35-PP	N	-96.374	-96.374	-96.374	-96.374	-96.374	-96.374	-96.374	-96.374	-96.374	-96.374	-96.374
				Vy	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039
				Vz	-167.843	-165.761	-164.373	-162.291	-160.903	-158.822	-157.434	41.748	43.136		
				Mt	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
			0.8-PP+1.5-Qs	N	-157.803	-157.803	-157.803	-157.803	-157.803	-157.803	-157.803	-157.803	-157.803	-157.803	-157.803
				Vy	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052	-0.052
	Vz	-269.749		-268.515	-267.692	-266.459	-265.636	-264.403	-263.580	73.454	74.276				
	Mt	-0.02		-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02		
	1.35-PP+1.5-Qs	N	-396.14	-216.49	-97.19	81.08	199.48	376.38	493.85	566.96	534.09				
		Mz	-0.14	-0.10	-0.08	-0.04	-0.02	0.01	0.04	0.07	0.10				
		N	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066		
		Vy	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068		
		Vz	-338.129	-336.047	-334.659	-332.577	-331.189	-329.108	-327.720	90.462	91.850				
		Mt	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04		
		My	-494.80	-269.80	-120.57	102.12	249.81	470.19	616.33	707.48	666.91				
		Mz	-0.17	-0.12	-0.09	-0.05	-0.02	0.03	0.06	0.10	0.13				

Esfuerzos en barras, por combinación															
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra											
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.667 m	1.113 m	1.780 m	2.225 m	2.893 m	3.338 m	4.005 m	4.450 m			
N10/N7	Acero laminado	0.8-PP	N	-57.095	-57.095	-57.095	-57.095	-57.095	-57.095	-57.095	-57.095	-57.095	-57.095		
			Vy	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	
			Vz	26.396	27.629	28.452	29.685	30.508	135.741	136.564	137.798	138.620			
			Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
			My	193.20	175.17	162.69	143.29	129.89	63.10	2.51	-89.06	-150.56			
			Mz	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04			
			1.35-PP	N	-96.348	-96.348	-96.348	-96.348	-96.348	-96.348	-96.348	-96.348	-96.348	-96.348	-96.348
				Vy	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
				Vz	44.543	46.624	48.012	50.094	51.482	229.064	230.452	232.533	233.921		
				Mt	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
			0.8-PP+1.5-Qs	N	326.02	295.59	274.54	241.79	219.19	106.48	4.23	-150.29	-254.07		
				Mz	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07		
	N	-157.759		-157.759	-157.759	-157.759	-157.759	-157.759	-157.759	-157.759	-157.759	-157.759	-157.759		
	Vy	-0.037		-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037		
		Vz	75.102	76.336	77.158	78.392	79.215	379.448	380.271	381.504	382.327				
		Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
		My	534.09	483.55	449.40	397.48	362.41	176.82	7.78	-246.46	-416.41				
		Mz	-0.04	-0.01	0.00	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13				



Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.667 m	1.113 m	1.780 m	2.225 m	2.893 m	3.338 m	4.005 m	4.450 m
		1.35-PP+1.5-Qs	N	-197.012	-197.012	-197.012	-197.012	-197.012	-197.012	-197.012	-197.012	-197.012
			Vy	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
			Vz	93.249	95.331	96.719	98.801	100.189	472.771	474.158	476.240	477.628
			Mt	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
			My	666.92	603.98	561.25	495.99	451.72	220.20	9.51	-307.69	-519.92
			Mz	-0.03	0.00	0.02	0.04	0.06	0.09	0.11	0.14	0.16

Esfuerzos en barras, por combinación													
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra									
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m	
N8/N7	Acero laminado	0.8-PP	N	-145.268	-144.541	-143.815	-143.088	-142.361	-141.635	-140.908	-140.182	-139.455	
			Vy	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304	0.304
			Vz	57.081	57.081	57.081	57.081	57.081	57.081	57.081	57.081	57.081	57.081
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	60.64	34.24	7.84	-18.56	-44.96	-71.36	-97.76	-124.16	-150.56	
			Mz	0.28	0.14	-0.01	-0.15	-0.29	-0.43	-0.57	-0.71	-0.85	
			1.35-PP	N	-245.139	-243.913	-242.687	-241.461	-240.235	-239.009	-237.783	-236.557	-235.331
		Vy		0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514
		Vz		96.323	96.323	96.323	96.323	96.323	96.323	96.323	96.323	96.323	96.323
		Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My		102.32	57.77	13.22	-31.33	-75.88	-120.43	-164.98	-209.52	-254.07	
		Mz		0.47	0.23	-0.01	-0.25	-0.48	-0.72	-0.96	-1.20	-1.44	
		0.8-PP+1.5-Qs	N	-388.970	-388.244	-387.517	-386.791	-386.064	-385.338	-384.611	-383.884	-383.158	
	Vy		0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	
	Vz		157.716	157.716	157.716	157.716	157.716	157.716	157.716	157.716	157.716	157.716	
	Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My		167.14	94.19	21.25	-51.69	-124.64	-197.58	-270.53	-343.47	-416.41		
	Mz		0.19	0.06	-0.06	-0.19	-0.32	-0.45	-0.57	-0.70	-0.83		
		1.35-PP+1.5-Qs	N	-488.842	-487.616	-486.390	-485.164	-483.938	-482.712	-481.485	-480.259	-479.033	
	Vy		0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	
	Vz		196.959	196.959	196.959	196.959	196.959	196.959	196.959	196.959	196.959	196.959	
	Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My		208.82	117.73	26.64	-64.46	-155.55	-246.64	-337.74	-428.83	-519.92		
	Mz		0.38	0.16	-0.07	-0.29	-0.52	-0.74	-0.96	-1.19	-1.41		

Esfuerzos en barras, por combinación													
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra									
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m	
N9/N10	Acero laminado	0.8-PP	N	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	
			Vy	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
			Vz	-0.841	-0.632	-0.422	-0.213	-0.004	0.206	0.415	0.624	0.833	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-0.08	0.47	0.87	1.11	1.19	1.11	0.88	0.49	-0.06	
			Mz	0.05	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.05	
			1.35-PP	N	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
		Vy		0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
		Vz		-1.419	-1.066	-0.713	-0.360	-0.006	0.347	0.700	1.053	1.406	
		Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My		-0.13	0.80	1.47	1.87	2.01	1.88	1.49	0.83	-0.09	
		Mz		0.08	0.06	0.04	0.02	0.00	-0.02	-0.04	-0.06	-0.08	
		0.8-PP+1.5-Qs	N	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	
	Vy		0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	
	Vz		-0.848	-0.639	-0.429	-0.220	-0.011	0.198	0.408	0.617	0.826		
	Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My		-0.10	0.46	0.86	1.10	1.19	1.12	0.89	0.51	-0.03		
	Mz		0.13	0.10	0.07	0.03	0.00	-0.03	-0.07	-0.10	-0.13		
		1.35-PP+1.5-Qs	N	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	
	Vy		0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	
	Vz		-1.426	-1.073	-0.720	-0.367	-0.013	0.340	0.693	1.046	1.399		
	Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My		-0.15	0.78	1.46	1.86	2.01	1.88	1.50	0.84	-0.07		
	Mz		0.16	0.12	0.08	0.04	0.00	-0.04	-0.08	-0.12	-0.16		

Esfuerzos en barras, por combinación				
Barra	Combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra	



	Tipo	Descripción		0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
				N3/N7	Acero laminado	0.8-PP	N	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312
			Vy	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
			Vz	-0.839	-0.630	-0.421	-0.211	-0.002	0.207	0.416	0.626	0.835
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-0.84	-0.28	0.11	0.35	0.43	0.35	0.12	-0.27	-0.82
			Mz	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04
		1.35-PP	N	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527
			Vy	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
			Vz	-1.417	-1.063	-0.710	-0.357	-0.004	0.350	0.703	1.056	1.409
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-1.41	-0.48	0.18	0.58	0.72	0.59	0.20	-0.46	-1.39
			Mz	0.08	0.06	0.04	0.02	0.00	-0.02	-0.04	-0.06	-0.07
		0.8-PP+1.5-Qs	N	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312
			Vy	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043
			Vz	-0.843	-0.634	-0.425	-0.216	-0.006	0.203	0.412	0.622	0.831
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-0.85	-0.29	0.10	0.34	0.43	0.35	0.12	-0.27	-0.81
			Mz	0.13	0.10	0.06	0.03	0.00	-0.03	-0.06	-0.10	-0.13
		1.35-PP+1.5-Qs	N	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527
			Vy	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053
			Vz	-1.421	-1.067	-0.714	-0.361	-0.008	0.345	0.699	1.052	1.405
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-1.42	-0.49	0.18	0.58	0.72	0.59	0.20	-0.45	-1.38
			Mz	0.16	0.12	0.08	0.04	0.00	-0.04	-0.08	-0.12	-0.16

Esfuerzos en barras, por combinación														
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra										
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m		
N2/N6	Acero laminado	0.8-PP	N	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	
			Vy	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	
			Vz	-0.841	-0.631	-0.422	-0.213	-0.003	0.206	0.415	0.625	0.834		
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	-0.84	-0.29	0.11	0.35	0.43	0.35	0.12	-0.27	-0.82		
			Mz	0.05	0.04	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.04	-0.05		
				1.35-PP	N	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527
					Vy	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
					Vz	-1.418	-1.065	-0.712	-0.359	-0.006	0.348	0.701	1.054	1.407
					Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
					My	-1.42	-0.48	0.18	0.58	0.72	0.59	0.20	-0.46	-1.38
					Mz	0.08	0.06	0.04	0.02	0.00	-0.02	-0.04	-0.06	-0.08
				0.8-PP+1.5-Qs	N	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312
					Vy	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
					Vz	-0.847	-0.637	-0.428	-0.219	-0.010	0.200	0.409	0.618	0.828
					Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
					My	-0.86	-0.30	0.10	0.34	0.43	0.36	0.13	-0.26	-0.80
					Mz	0.14	0.10	0.07	0.03	0.00	-0.03	-0.07	-0.10	-0.14
				1.35-PP+1.5-Qs	N	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527
					Vy	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
		Vz	-1.425		-1.071	-0.718	-0.365	-0.012	0.341	0.695	1.048	1.401		
		Mt	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
		My	-1.43		-0.50	0.17	0.58	0.72	0.60	0.21	-0.45	-1.36		
		Mz	0.17		0.13	0.08	0.04	0.00	-0.04	-0.08	-0.13	-0.17		

2.3.2.1.3.- Envolventes

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m
N1/N2	Acero laminado	N _{min}	-266.194	-264.968	-263.742	-262.516	-261.290	-260.064	-258.838	-257.612	-256.386
		N _{máx}	-82.770	-82.044	-81.317	-80.590	-79.864	-79.137	-78.411	-77.684	-76.958
		Vy _{min}	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514	-0.514
		Vy _{máx}	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275
		Vz _{min}	-174.099	-174.099	-174.099	-174.099	-174.099	-174.099	-174.099	-174.099	-174.099
		Vz _{máx}	-50.664	-50.664	-50.664	-50.664	-50.664	-50.664	-50.664	-50.664	-50.664
		Mt _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{min}	-218.71	-138.19	-57.67	6.88	30.32	53.75	77.18	100.61	124.04
		My _{máx}	-63.41	-39.98	-16.55	22.85	103.37	183.89	264.41	344.93	425.45



Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m
		Mz _{min}	-0.42	-0.18	0.03	0.17	0.32	0.46	0.60	0.74	0.88
		Mz _{máx}	-0.11	0.02	0.17	0.39	0.61	0.84	1.06	1.29	1.51

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.556 m	1.113 m	1.669 m	2.225 m	2.781 m	3.338 m	3.894 m	4.450 m
N2/N9	Acero laminado	N _{min}	-174.155	-174.155	-174.155	-174.155	-174.155	-174.155	-174.155	-174.155	-174.155
		N _{máx}	-50.679	-50.679	-50.679	-50.679	-50.679	-50.679	-50.679	-50.679	-50.679
		Vy _{min}	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
		Vy _{máx}	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
		Vz _{min}	-254.961	-253.226	-251.491	-249.756	-248.022	-246.287	-244.552	-242.817	-241.082
		Vz _{máx}	-76.117	-75.089	-74.061	-73.033	-72.005	-70.977	-69.949	-68.921	-67.893
		Mt _{min}	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		Mt _{máx}	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		My _{min}	-425.45	-284.11	-143.74	-4.60	40.74	80.51	119.70	158.33	196.38
		My _{máx}	-124.04	-81.99	-40.51	0.68	134.12	271.60	408.11	543.66	678.25
		Mz _{min}	-0.17	-0.14	-0.12	-0.10	-0.07	-0.05	-0.03	-0.03	-0.02
		Mz _{máx}	-0.05	-0.04	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	0.01	0.03

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.667 m	1.113 m	1.780 m	2.225 m	2.893 m	3.338 m	4.005 m	4.450 m
N9/N3	Acero laminado	N _{min}	-174.209	-174.209	-174.209	-174.209	-174.209	-174.209	-174.209	-174.209	-174.209
		N _{máx}	-50.695	-50.695	-50.695	-50.695	-50.695	-50.695	-50.695	-50.695	-50.695
		Vy _{min}	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068
		Vy _{máx}	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
		Vz _{min}	-239.656	41.382	42.205	43.438	44.261	127.094	127.917	129.151	129.973
		Vz _{máx}	-67.051	144.326	145.714	147.796	149.184	441.965	443.353	445.435	446.823
		Mt _{min}	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08
		Mt _{máx}	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
		My _{min}	196.38	195.97	177.37	148.78	129.27	63.21	6.47	-273.02	-471.55
		My _{máx}	678.24	678.08	613.54	515.58	449.51	220.60	23.61	-79.33	-136.98
		Mz _{min}	-0.14	-0.10	-0.07	-0.03	-0.01	0.01	0.02	0.03	0.04
		Mz _{máx}	-0.06	-0.04	-0.03	-0.01	0.01	0.05	0.08	0.13	0.16

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m
N4/N3	Acero laminado	N _{min}	-458.052	-456.826	-455.600	-454.374	-453.148	-451.922	-450.696	-449.470	-448.244
		N _{máx}	-136.625	-135.898	-135.172	-134.445	-133.719	-132.992	-132.266	-131.539	-130.812
		Vy _{min}	-0.595	-0.595	-0.595	-0.595	-0.595	-0.595	-0.595	-0.595	-0.595
		Vy _{máx}	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335
		Vz _{min}	50.709	50.709	50.709	50.709	50.709	50.709	50.709	50.709	50.709
		Vz _{máx}	174.262	174.262	174.262	174.262	174.262	174.262	174.262	174.262	174.262
		Mt _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{min}	50.64	27.19	3.74	-68.57	-149.16	-229.76	-310.36	-390.95	-471.55
		My _{máx}	173.22	92.63	12.03	-19.72	-43.17	-66.62	-90.08	-113.53	-136.98
		Mz _{min}	-0.70	-0.43	-0.15	0.06	0.22	0.39	0.56	0.72	0.87
		Mz _{máx}	-0.37	-0.21	-0.06	0.17	0.43	0.69	0.95	1.22	1.50

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m
N5/N6	Acero laminado	N _{min}	-349.339	-348.113	-346.886	-345.660	-344.434	-343.208	-341.982	-340.756	-339.530
		N _{máx}	-106.109	-105.382	-104.656	-103.929	-103.203	-102.476	-101.749	-101.023	-100.296
		Vy _{min}	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335
		Vy _{máx}	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595	0.595
		Vz _{min}	-197.122	-197.122	-197.122	-197.122	-197.122	-197.122	-197.122	-197.122	-197.122
		Vz _{máx}	-57.126	-57.126	-57.126	-57.126	-57.126	-57.126	-57.126	-57.126	-57.126
		Mt _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{min}	-234.55	-143.38	-52.21	11.41	37.83	64.25	90.67	117.09	143.51
		My _{máx}	-67.86	-41.44	-15.01	38.96	130.13	221.30	312.46	403.63	494.80
		Mz _{min}	0.39	0.24	0.08	-0.12	-0.38	-0.64	-0.91	-1.17	-1.43



Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m
		Mz _{máx}	0.80	0.53	0.25	0.02	-0.14	-0.31	-0.48	-0.65	-0.82

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.667 m	1.113 m	1.780 m	2.225 m	2.893 m	3.338 m	4.005 m	4.450 m	
N6/N10	Acero laminado	N _{min}	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066	-197.066
		N _{máx}	-57.111	-57.111	-57.111	-57.111	-57.111	-57.111	-57.111	-57.111	-57.111	-57.111
		Vy _{min}	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068
		Vy _{máx}	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
		Vz _{min}	-338.129	-336.047	-334.659	-332.577	-331.189	-329.108	-327.720	24.740	25.562	
		Vz _{máx}	-99.462	-98.229	-97.406	-96.173	-95.350	-94.116	-93.294	90.462	91.850	
		Mt _{min}	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
		Mt _{máx}	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		My _{min}	-494.80	-269.80	-120.57	30.60	73.22	136.45	178.15	204.39	193.20	
		My _{máx}	-143.51	-77.53	-34.00	102.12	249.81	470.19	616.33	707.48	666.91	
		Mz _{min}	-0.17	-0.12	-0.09	-0.05	-0.02	0.01	0.03	0.04	0.06	
		Mz _{máx}	-0.05	-0.03	-0.02	-0.01	0.01	0.03	0.06	0.10	0.13	

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.667 m	1.113 m	1.780 m	2.225 m	2.893 m	3.338 m	4.005 m	4.450 m
N10/N7	Acero laminado	N _{min}	-197.012	-197.012	-197.012	-197.012	-197.012	-197.012	-197.012	-197.012	-197.012
		N _{máx}	-57.095	-57.095	-57.095	-57.095	-57.095	-57.095	-57.095	-57.095	-57.095
		Vy _{min}	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
		Vy _{máx}	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
		Vz _{min}	26.396	27.629	28.452	29.685	30.508	135.741	136.564	137.798	138.620
		Vz _{máx}	93.249	95.331	96.719	98.801	100.189	472.771	474.158	476.240	477.628
		Mt _{min}	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		Mt _{máx}	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		My _{min}	193.20	175.17	162.69	143.29	129.89	63.10	2.51	-307.69	-519.92
		My _{máx}	666.92	603.98	561.25	495.99	451.72	220.20	9.51	-89.06	-150.56
		Mz _{min}	-0.04	-0.01	0.00	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
		Mz _{máx}	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.09	0.11	0.14	0.16

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.462 m	0.925 m	1.388 m	1.850 m	2.313 m	2.775 m	3.237 m	3.700 m
N8/N7	Acero laminado	N _{min}	-488.842	-487.616	-486.390	-485.164	-483.938	-482.712	-481.485	-480.259	-479.033
		N _{máx}	-145.268	-144.541	-143.815	-143.088	-142.361	-141.635	-140.908	-140.182	-139.455
		Vy _{min}	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275
		Vy _{máx}	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514	0.514
		Vz _{min}	57.081	57.081	57.081	57.081	57.081	57.081	57.081	57.081	57.081
		Vz _{máx}	196.959	196.959	196.959	196.959	196.959	196.959	196.959	196.959	196.959
		Mt _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{min}	60.64	34.24	7.84	-64.46	-155.55	-246.64	-337.74	-428.83	-519.92
		My _{máx}	208.82	117.73	26.64	-18.56	-44.96	-71.36	-97.76	-124.16	-150.56
		Mz _{min}	0.19	0.06	-0.07	-0.29	-0.52	-0.74	-0.96	-1.20	-1.44
		Mz _{máx}	0.47	0.23	-0.01	-0.15	-0.29	-0.43	-0.57	-0.70	-0.83

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
N9/N10	Acero laminado	N _{min}	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025	-0.025
		N _{máx}	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015
		Vy _{min}	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
		Vy _{máx}	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
		Vz _{min}	-1.426	-1.073	-0.720	-0.367	-0.013	0.198	0.408	0.617	0.826
		Vz _{máx}	-0.841	-0.632	-0.422	-0.213	-0.004	0.347	0.700	1.053	1.406
		Mt _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{min}	-0.15	0.46	0.86	1.10	1.19	1.11	0.88	0.49	-0.09
		My _{máx}	-0.08	0.80	1.47	1.87	2.01	1.88	1.50	0.84	-0.03
		Mz _{min}	0.05	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.04	-0.08	-0.12	-0.16
		Mz _{máx}	0.16	0.12	0.08	0.04	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.05



Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
N3/N7	Acero laminado	N _{min}	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527
		N _{máx}	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312
		V _{ymin}	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
		V _{ymáx}	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053
		V _{zmin}	-1.421	-1.067	-0.714	-0.361	-0.008	0.203	0.412	0.622	0.831
		V _{zmáx}	-0.839	-0.630	-0.421	-0.211	-0.002	0.350	0.703	1.056	1.409
		M _{tmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{tmáx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{ymin}	-1.42	-0.49	0.10	0.34	0.43	0.35	0.12	-0.46	-1.39
		M _{ymáx}	-0.84	-0.28	0.18	0.58	0.72	0.59	0.20	-0.27	-0.81
		M _{zmin}	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.04	-0.08	-0.12	-0.16
		M _{zmáx}	0.16	0.12	0.08	0.04	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
N2/N6	Acero laminado	N _{min}	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527	-0.527
		N _{máx}	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312	-0.312
		V _{ymin}	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
		V _{ymáx}	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
		V _{zmin}	-1.425	-1.071	-0.718	-0.365	-0.012	0.200	0.409	0.618	0.828
		V _{zmáx}	-0.841	-0.631	-0.422	-0.213	-0.003	0.348	0.701	1.054	1.407
		M _{tmin}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{tmáx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _{ymin}	-1.43	-0.50	0.10	0.34	0.43	0.35	0.12	-0.46	-1.38
		M _{ymáx}	-0.84	-0.29	0.18	0.58	0.72	0.60	0.21	-0.26	-0.80
		M _{zmin}	0.05	0.04	0.02	0.01	0.00	-0.04	-0.08	-0.13	-0.17
		M _{zmáx}	0.17	0.13	0.08	0.04	0.00	-0.01	-0.02	-0.04	-0.05

2.3.2.2.- Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (kN)
- V_y: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- V_z: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- M_t: Momento torsor (kN·m)
- M_y: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
- M_z: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)		
N1/N2	38.16	3.700	-256.386	-0.485	-174.099	0.00	425.45	1.51	G	Cumple
N2/N9	37.39	4.450	-174.155	-0.042	-241.082	0.08	678.25	0.02	G	Cumple
N9/N3	40.53	0.251	-174.209	-0.068	143.027	-0.08	737.92	-0.13	G	Cumple
N4/N3	44.44	3.700	-448.244	-0.595	174.262	0.00	-471.55	1.50	G	Cumple
N5/N6	44.91	3.700	-339.530	0.595	-197.122	0.00	494.80	-1.40	G	Cumple
N6/N10	40.61	3.701	-197.066	-0.068	89.514	-0.04	734.83	0.08	G	Cumple
N10/N7	37.05	0.000	-197.012	-0.042	93.249	0.04	666.92	-0.03	G	Cumple
N8/N7	48.81	3.700	-479.033	0.485	196.959	0.00	-519.92	-1.41	G	Cumple
N9/N10	1.84	3.375	-0.025	0.055	0.163	0.00	1.98	-0.02	G	Cumple



Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N3/N7	1.63	0.000	-0.527	0.053	-1.421	0.00	-1.42	0.16	G	Cumple
N2/N6	1.66	0.000	-0.527	0.056	-1.425	0.00	-1.43	0.17	G	Cumple

2.3.2.3.- Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Grupo	Flechas									
	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz		Pos. (m)	Flecha (mm)
	Pos. (m)	Flecha (mm)								
N1/N2	2.313	0.00	2.544	1.11	1.619	0.00	2.544	0.53		
	2.313	L/(>1000)	2.544	L/(>1000)	1.619	L/(>1000)	2.544	L/(>1000)		
N2/N3	4.450	0.00	4.701	11.04	1.669	0.00	4.701	5.34		
	4.450	L/(>1000)	4.701	L/805.9	1.669	L/(>1000)	4.701	L/(>1000)		
N4/N3	2.313	0.00	2.313	1.49	1.388	0.00	2.313	0.72		
	2.313	L/(>1000)	2.313	L/(>1000)	1.388	L/(>1000)	2.313	L/(>1000)		
N5/N6	2.544	0.00	2.544	1.36	1.619	0.00	2.544	0.66		
	2.544	L/(>1000)	2.544	L/(>1000)	1.388	L/(>1000)	2.544	L/(>1000)		
N6/N7	4.450	0.00	4.450	12.04	1.558	0.00	4.450	5.84		
	5.563	L/(>1000)	4.450	L/739.5	0.445	L/(>1000)	4.450	L/(>1000)		
N8/N7	2.313	0.00	2.313	1.57	1.388	0.00	2.313	0.76		
	2.313	L/(>1000)	2.313	L/(>1000)	1.388	L/(>1000)	2.313	L/(>1000)		
N9/N10	4.875	0.03	3.000	1.07	4.875	0.02	1.125	0.00		
	4.875	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	4.875	L/(>1000)	1.125	L/(>1000)		
N3/N7	1.125	0.03	3.000	0.26	4.875	0.02	4.875	0.00		
	1.125	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	4.875	L/(>1000)	4.875	L/(>1000)		
N2/N6	4.875	0.04	3.000	0.26	1.125	0.02	1.125	0.00		
	4.875	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	1.125	L/(>1000)	1.125	L/(>1000)		

2.3.2.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N8/N7

Perfil: UP 400, Doble en I con presillas (Separación entre los perfiles: 300.0 / 300.0 mm)							
Material: Acero (S355)							
	Nudos		Características mecánicas				
	Inicial	Final	Longitud (m)	Área (cm²)	I _y ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm⁴)
	N8	N7	3.700	255.00	63531.25	104816.25	391.25
	Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β		1.00	1.00	0.00	0.00	
	L _K		3.700	3.700	0.000	0.000	
	C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
	C ₁		-		1.000		
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Nota: El análisis de piezas compuestas se realiza mediante la verificación de cada uno de los perfiles simples que las constituyen. Las comprobaciones de dichos perfiles se realizan para los esfuerzos calculados a partir de los que actúan sobre la pieza compuesta, según sus características mecánicas. Para las comprobaciones de estabilidad se utiliza la esbeltez mecánica ideal, obtenida en función de la esbeltez de la pieza y una esbeltez complementaria que tiene en cuenta la separación de los enlances entre los perfiles simples.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$



$$\bar{\lambda} : \underline{0.32} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\text{A} : \underline{127.50} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\text{f}_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\text{N}_{cr} : \underline{44034.80} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\text{N}_{cr,z} : \underline{234054.08} \text{ kN}$$

$$\text{N}_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$\text{N}_{cr,FT} : \underline{44034.80} \text{ kN}$$

$$\text{N}_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}} \right]$$

Donde:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\text{N}_{cr,y} : \underline{48092.02} \text{ kN}$$

$$\text{N}_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\text{N}_{cr,T} : \underline{164724.89} \text{ kN}$$

$$\text{N}_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$\text{I}_y : \underline{31765.63} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$\text{I}_z : \underline{2823.17} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$\text{I}_t : \underline{195.63} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$\text{I}_w : \underline{702010.80} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$\text{E} : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$\text{G} : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$\text{L}_{ky} : \underline{3.700} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$\text{L}_{kz} : \underline{0.500} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$\text{L}_{kt} : \underline{0.500} \text{ m}$$

β: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión:

$$\beta : \underline{0.75}$$

$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2} \right)$$

Donde:

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\text{i}_0 : \underline{19.05} \text{ cm}$$

$$\text{i}_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\text{i}_y : \underline{15.78} \text{ cm}$$

$$\text{i}_z : \underline{4.71} \text{ cm}$$

y₀, z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\text{y}_0 : \underline{-95.73} \text{ mm}$$

$$\text{z}_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$23.33 \leq 216.07 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

$$\text{h}_w : \underline{350.00} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$\text{t}_w : \underline{15.00} \text{ mm}$$

A_w: Área del alma.

$$\text{A}_w : \underline{52.50} \text{ cm}^2$$

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

$$\text{A}_{fc,ef} : \underline{37.50} \text{ cm}^2$$

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$\text{k} : \underline{0.30}$$



E: Módulo de elasticidad.

 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

E : 210000 MPa f_{yf} : 345.00 MPa**Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.059 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.062 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 245.34 kNLa resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

 $N_{c,Rd}$: 4189.29 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.**Clase** : 1**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.**A** : 127.50 cm² f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

 $N_{b,Rd}$: 3941.86 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.**A** : 127.50 cm² f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05 χ : Coeficiente de reducción por pandeo. χ : 1.00

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

 χ_{FT} : 0.94

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

 ϕ_z : 0.49 α : Coeficiente de imperfección elástica. ϕ_{FT} : 0.58 α_z : 0.49



$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$\alpha_{FT} : 0.49$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.14$$

$$\bar{\lambda}_{FT} : 0.32$$

$$N_{cr} : 44034.80 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : 234054.08 \text{ kN}$$

$$N_{cr,FT} : 44034.80 \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.424 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 259.96 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : 612.99 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 1865.63 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 328.57 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 345.00 \text{ MPa}$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35-PP.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.04 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : 163.57 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : 497.81 \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.085 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 98.48 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

 $V_{c,Rd}$: 1152.43 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 60.75 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

 h : Canto de la sección. h : 400.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

23.33 < 57.77 ✓

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 23.33

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

 λ_{max} : Esbeltez máxima. λ_{max} : 57.77

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

 ε : Factor de reducción. ε : 0.83

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.26 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 1422.76 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 75.00 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta.

A : 127.50 cm²

 d : Altura del alma.

d : 350.00 mm

 t_w : Espesor del alma.

t_w : 15.00 mm

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 345.00 MPa

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$98.48 \text{ kN} \leq 576.22 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 98.48 kN

 $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 1152.43 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.26 \text{ kN} \leq 711.38 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.26 kN

 $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 1422.76 kN

**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.482} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.488} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.371} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.**N_{c,Ed}** : 242.90 kN**M_{y,Ed}**, **M_{z,Ed}**: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.**M_{y,Ed}** : 259.96 kN·m**M_{z,Ed}** : 0.04 kN·m**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.**Clase** : 1**N_{pl,Rd}**: Resistencia a compresión de la sección bruta.**N_{pl,Rd}** : 4189.29 kN**M_{pl,Rd,y}**, **M_{pl,Rd,z}**: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.**M_{pl,Rd,y}** : 612.99 kN·m**M_{pl,Rd,z}** : 163.57 kN·m**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)**A**: Área de la sección bruta.**A** : 127.50 cm²**W_{pl,y}**, **W_{pl,z}**: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.**W_{pl,y}** : 1865.63 cm³**W_{pl,z}** : 497.81 cm³**f_{yd}**: Resistencia de cálculo del acero.**f_{yd}** : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)**f_y** : 345.00 MPa**γ_{M1}**: Coeficiente parcial de seguridad del material.**γ_{M1}** : 1.05**k_y**, **k_z**, **k_{y,LT}**: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_{y,LT} : \underline{0.74}$$

C_{m,y}, **C_{m,z}**, **C_{m,LT}**: Factores de momento flector uniforme equivalente.**C_{m,y}** : 1.00**C_{m,z}** : 1.00**C_{m,LT}** : 1.00**χ_y**, **χ_z**: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.**χ_y** : 0.95**χ_z** : 1.00**χ_{LT}**: Coeficiente de reducción por pandeo lateral.**χ_{LT}** : 1.00**λ̄_y**, **λ̄_z**: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.**λ̄_y** : 0.30**λ̄_z** : 0.14**α_y**, **α_z**: Factores dependientes de la clase de la sección.**α_y** : 0.60**α_z** : 0.60**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}**.



Los esfuerzos solicitantes de cálculo p \acute{e} simos se producen para la combinaci3n de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$98.48 \text{ kN} \leq 576.22 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de c \acute{a} lculo p \acute{e} simo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de c \acute{a} lculo.

$$V_{Ed,z} : \frac{98.48}{\quad} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd,z} : \frac{1152.43}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsi3n (CTE DB SE-A, Articulo 6.2.7)

La comprobaci3n no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Articulo 6.2.8)

No hay interacci3n entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinaci3n. Por lo tanto, la comprobaci3n no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Articulo 6.2.8)

No hay interacci3n entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinaci3n. Por lo tanto, la comprobaci3n no procede.



Barra N5/N6

Perfil: UP 400, Doble en I con presillas (Separación entre los perfiles: 300.0 / 300.0 mm)						
Material: Acero (S355)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N5	N6	3.700	255.00	63531.25	104816.25	391.25
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		1.00	1.00	0.00	0.00	
L _k		3.700	3.700	0.000	0.000	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Nota: El análisis de piezas compuestas se realiza mediante la verificación de cada uno de los perfiles simples que las constituyen. Las comprobaciones de dichos perfiles se realizan para los esfuerzos calculados a partir de los que actúan sobre la pieza compuesta, según sus características mecánicas. Para las comprobaciones de estabilidad se utiliza la esbeltez mecánica ideal, obtenida en función de la esbeltez de la pieza y una esbeltez complementaria que tiene en cuenta la separación de los enlaces entre los perfiles simples.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 0.32 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 127.50 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 345.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 44034.80 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 234054.08 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

N_{cr,FT} : 44034.80 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}} \right]$$

Donde:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 48092.02 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 164724.89 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 31765.63 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 2823.17 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 195.63 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 702010.80 cm⁶

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{ky} : 3.700 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kz} : 0.500 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

L_{kt} : 0.500 m

β: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión:

β : 0.75



$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2} \right)$$

Donde:

 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 19.05 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

 i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : 15.78 cm i_z : 4.71 cm y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : -95.73 mm z_0 : 0.00 mm**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

23.33 ≤ 216.07 ✓

Donde:

 h_w : Altura del alma. h_w : 350.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm A_w : Área del alma. A_w : 52.50 cm² $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 37.50 cm² k : Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : 0.30 E : Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 345.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.042 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.045 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 176.59 kNLa resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

 $N_{c,Rd}$: 4189.29 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.**Clase** : 1**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.**A** : 127.50 cm² **f_{yd}** : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 328.57 MPa



$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{3941.86} \text{ kN}$$

Donde:

 A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{127.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

 χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\chi_{FT} : \underline{0.94}$$

$$\phi_z : \underline{0.49}$$

$$\phi_{FT} : \underline{0.58}$$

 α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$$\alpha_{FT} : \underline{0.49}$$

 $\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.14}$$

$$\bar{\lambda}_{FT} : \underline{0.32}$$

 N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$N_{cr} : \underline{44034.80} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{234054.08} \text{ kN}$$

$$N_{cr,FT} : \underline{44034.80} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.404} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{247.40} \text{ kN·m}$$

Para flexión negativa:

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{612.99} \text{ kN·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 $W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1865.63} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35-PP.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{163.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 $W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{497.81} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.086} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{98.56} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{1152.43} \text{ kN}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{60.75} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

 h : Canto de la sección.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{15.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

23.33 < 57.77



Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 23.33

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

 λ_{max} : Esbeltez máxima. λ_{max} : 57.77

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

 ε : Factor de reducción. ε : 0.83

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

 η < 0.001

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.30 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

 $V_{c,Rd}$: 1422.76 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 75.00 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta. A : 127.50 cm² d : Altura del alma. d : 350.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$98.56 \text{ kN} \leq 576.22 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 98.56 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 1152.43 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.30 \text{ kN} \leq 711.38 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.30 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 1422.76 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.445}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.449}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.339}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 173.12 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 247.40 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.04 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase: 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 4189.29 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 612.99 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 163.57 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

A : 127.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 1865.63 cm³

$W_{pl,z}$: 497.81 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 345.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$



$$k_y : 1.00$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : 1.00$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : 0.74$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$C_{m,LT} : 1.00$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : 0.95$$

$$\chi_z : 1.00$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : 1.00$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 0.30$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.14$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$98.56 \text{ kN} \leq 576.22 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : 98.56 \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : 1152.43 \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Barra N4/N3

Perfil: UP 400, Doble en I con presillas (Separación entre los perfiles: 300.0 / 300.0 mm)						
Material: Acero (S355)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N4	N3	3.700	255.00	63531.25	104816.25	391.25
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _k	3.700	3.700	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Nota: El análisis de piezas compuestas se realiza mediante la verificación de cada uno de los perfiles simples que las constituyen. Las comprobaciones de dichos perfiles se realizan para los esfuerzos calculados a partir de los que actúan sobre la pieza compuesta, según sus características mecánicas. Para las comprobaciones de estabilidad se utiliza la esbeltez mecánica ideal, obtenida en función de la esbeltez de la pieza y una esbeltez complementaria que tiene en cuenta la separación de los enlaces entre los perfiles simples.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 0.32 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 127.50 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 345.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 44034.80 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 234054.08 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

N_{cr,FT} : 44034.80 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}} \right]$$

Donde:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 48092.02 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 164724.89 kN

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 31765.63 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 2823.17 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 195.63 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 702010.80 cm⁶

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{ky} : 3.700 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kz} : 0.500 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

L_{kt} : 0.500 m

β: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión:

β : 0.75



$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2} \right)$$

Donde:

 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 19.05 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

 i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : 15.78 cm i_z : 4.71 cm y_0 , z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : -95.73 mm z_0 : 0.00 mm**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

23.33 ≤ 216.07 ✓

Donde:

 h_w : Altura del alma. h_w : 350.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm A_w : Área del alma. A_w : 52.50 cm² $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 37.50 cm² k : Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : 0.30 E : Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 345.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.055 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.059 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 230.71 kNLa resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

 $N_{c,Rd}$: 4189.29 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.**Clase** : 1**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.**A** : 127.50 cm² **f_{yd}** : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 328.57 MPa



$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{3941.86} \text{ kN}$$

Donde:

 A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{127.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

 χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\chi_{FT} : \underline{0.94}$$

$$\phi_z : \underline{0.49}$$

$$\phi_{FT} : \underline{0.58}$$

 α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$$\alpha_{FT} : \underline{0.49}$$

 $\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.14}$$

 N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$\bar{\lambda}_{FT} : \underline{0.32}$$

$$N_{cr} : \underline{44034.80} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{234054.08} \text{ kN}$$

$$N_{cr,FT} : \underline{44034.80} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.385} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{235.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{612.99} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 $W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1865.63} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN-m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.04} \text{ kN-m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{163.57} \text{ kN-m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 $W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{497.81} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.076} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{87.13} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{1152.43} \text{ kN}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{60.75} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

 h : Canto de la sección.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{15.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

23.33 < 57.77



Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 23.33

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

 λ_{max} : Esbeltez máxima. λ_{max} : 57.77

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

 ε : Factor de reducción. ε : 0.83

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

 η < 0.001

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.30 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

 $V_{c,Rd}$: 1422.76 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 75.00 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta. A : 127.50 cm² d : Altura del alma. d : 350.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$87.13 \text{ kN} \leq 576.22 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 87.13 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 1152.43 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.30 \text{ kN} \leq 711.38 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.30 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 1422.76 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.439}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.444}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.338}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 227.72 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}$: 235.77 kN·m

$M_{z,Ed}$: 0.04 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase: 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 4189.29 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 612.99 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 163.57 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

A : 127.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 1865.63 cm³

$W_{pl,z}$: 497.81 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 345.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$



$$k_y : 1.01$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : 1.00$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : 0.74$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$C_{m,LT} : 1.00$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : 0.95$$

$$\chi_z : 1.00$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : 1.00$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 0.30$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.14$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$87.13 \text{ kN} \leq 576.22 \text{ kN}$$



Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : 87.13 \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : 1152.43 \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Barra N6/N10

Perfil: UP 550, Doble en I unión genérica (Separación entre los perfiles: 300.0 / 300.0 mm y Perfiles independientes)
Material: Acero (S355)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N6	N10	4.450	300.00	134687.50	115987.50	425.00
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		1.00	1.00	0.00	0.00	
L _k		4.450	4.450	0.000	0.000	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Nota: El análisis de piezas compuestas se realiza mediante la verificación de cada uno de los perfiles simples que las constituyen. Las comprobaciones de dichos perfiles se realizan para los esfuerzos calculados a partir de los que actúan sobre la pieza compuesta, según sus características mecánicas. Para las comprobaciones de estabilidad se utiliza la esbeltez mecánica ideal, obtenida en función de la esbeltez de la pieza y una esbeltez complementaria que tiene en cuenta la separación de los enlaces entre los perfiles simples.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{1.26} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{150.00} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{3274.85} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{3274.85} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$N_{cr,FT} : \underline{70484.94} \text{ kN}$$

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}} \right]$$

Donde:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{70484.94} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{67343.75} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{3128.91} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{212.50} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{1526373.73} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{4.450} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{4.450} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

β: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión:

$$\beta : \underline{0.87}$$



$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2} \right)$$

Donde:

 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 23.30 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

 i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : 21.19 cm i_z : 4.57 cm y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : -85.55 mm z_0 : 0.00 mm**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

 $33.33 \leq 258.25$ ✓

Donde:

 h_w : Altura del alma. h_w : 500.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm A_w : Área del alma. A_w : 75.00 cm² $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 37.50 cm² k : Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : 0.30 E : Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 345.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.020 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.049 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 98.95 kNLa resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

 $N_{c,Rd}$: 4928.57 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.**Clase** : 2**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.**A** : 150.00 cm²**f_{yd}**: Resistencia de cálculo del acero.**f_{yd}** : 328.57 MPa



$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{2008.11} \text{ kN}$$

Donde:

 A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{150.00} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

 χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_z : \underline{0.41}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\chi_{FT} : \underline{0.96}$$

$$\phi_z : \underline{1.55}$$

 α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\phi_{FT} : \underline{0.55}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

 $\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\alpha_{FT} : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.26}$$

 N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$\bar{\lambda}_{FT} : \underline{0.27}$$

$$N_{cr} : \underline{3274.85} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{3274.85} \text{ kN}$$

$$N_{cr,FT} : \underline{70484.94} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.385} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.701 m del nudo N6, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{367.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{954.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 $W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{2906.25} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

 $\eta < \underline{0.001}$ ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 0.00 kN·mEl momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd}^+ = W_{pl,z}^+ \cdot f_{yd}$$

 $M_{c,Rd}^+$: 169.70 kN·m

$$M_{c,Rd}^- = W_{pl,z}^- \cdot f_{yd}$$

 $M_{c,Rd}^-$: 169.70 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.**Clase**⁺: 1**Clase**⁻: 2 $W_{pl,z}^+$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}^+$: 516.48 cm³ $W_{pl,z}^-$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}^-$: 516.48 cm³ f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

 $\eta < \underline{0.107}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 169.06 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

 $V_{c,Rd}$: 1579.26 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 83.25 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

 h : Canto de la sección. h : 550.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

33.33 < 57.77 ✓

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 33.33

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

 λ_{max} : Esbeltez máxima. λ_{max} : 57.77

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

 ε : Factor de reducción. ε : 0.83

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa**Resistencia a corte V** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

 η < 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.03 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

 $V_{c,Rd}$: 1422.76 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 75.00 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta. A : 150.00 cm² d : Altura del alma. d : 500.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$169.06 \text{ kN} \leq 789.63 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{169.06} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{1579.26} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.03 \text{ kN} \leq 711.38 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{1422.76} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.405}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.406}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.280}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.701 m del nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{98.74} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{367.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{4928.57} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{954.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{169.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{150.00} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{2906.25} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{516.48} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$



Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05 k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

 k_y : 1.00

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

 k_z : 1.07 $C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: 1.00 $C_{m,z}$: 1.00 χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. χ_y : 0.96 χ_z : 0.41 $\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: 0.27 $\bar{\lambda}_z$: 1.26 α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección. α_y : 0.60 α_z : 0.60**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

0.03 kN ≤ 711.06 kN ✓

Donde:

 $V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,y}$: 0.03 kN $V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,y}$: 1422.11 kN**Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP.

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.02 kN·mEl momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

 $M_{T,Rd}$: 16.12 kN·m

Donde:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión. W_T : 85.00 cm³ f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.107} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p \acute{e} simos se producen en el nudo N6, para la combinaci3n de acciones 1.35-PP+1.5-Qs. V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de c \acute{a} lculo p \acute{e} simo.

$$V_{Ed} : \underline{169.06} \text{ kN}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de c \acute{a} lculo p \acute{e} simo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de c \acute{a} lculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1578.55} \text{ kN}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de c \acute{a} lculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1579.26} \text{ kN}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsi3n.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.21} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

 W_t : M3dulo de resistencia a torsi3n.

$$W_t : \underline{85.00} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de c \acute{a} lculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : L \acute{i} mite el \acute{a} stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de c \acute{a} lculo p \acute{e} simos se producen para la combinaci3n de acciones 1.35-PP+1.5-Qs. V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de c \acute{a} lculo p \acute{e} simo.

$$V_{Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de c \acute{a} lculo p \acute{e} simo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de c \acute{a} lculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1422.11} \text{ kN}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de c \acute{a} lculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1422.76} \text{ kN}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsi3n.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.21} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

 W_t : M3dulo de resistencia a torsi3n.

$$W_t : \underline{85.00} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de c \acute{a} lculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : L \acute{i} mite el \acute{a} stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$





Barra N9/N3

Perfil: UP 550, Doble en I unión genérica (Separación entre los perfiles: 300.0 / 300.0 mm y Perfiles independientes)						
Material: Acero (S355)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N9	N3	4.450	300.00	134687.50	115987.50	425.00
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral	
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00		1.00	1.00	0.00	0.00
L _k	4.450		4.450	4.450	0.000	0.000
C _m	1.000		1.000	1.000	1.000	1.000
C ₁	-				1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Nota: El análisis de piezas compuestas se realiza mediante la verificación de cada uno de los perfiles simples que las constituyen. Las comprobaciones de dichos perfiles se realizan para los esfuerzos calculados a partir de los que actúan sobre la pieza compuesta, según sus características mecánicas. Para las comprobaciones de estabilidad se utiliza la esbeltez mecánica ideal, obtenida en función de la esbeltez de la pieza y una esbeltez complementaria que tiene en cuenta la separación de los enlaces entre los perfiles simples.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{1.26} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{150.00} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{3274.85} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{3274.85} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$N_{cr,FT} : \underline{70484.94} \text{ kN}$$

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}} \right]$$

Donde:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{70484.94} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{67343.75} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{3128.91} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{212.50} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{1526373.73} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{4.450} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{4.450} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

β: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión:

$$\beta : \underline{0.87}$$



$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2} \right)$$

Donde:

 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 23.30 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

 i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : 21.19 cm i_z : 4.57 cm y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : -85.55 mm z_0 : 0.00 mm**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

33.33 ≤ 258.25 ✓

Donde:

 h_w : Altura del alma. h_w : 500.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm A_w : Área del alma. A_w : 75.00 cm² $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 37.50 cm² k : Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : 0.30 E : Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 345.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.018 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.044 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 87.50 kNLa resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

 $N_{c,Rd}$: 4928.57 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.**Clase** : 2**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.**A** : 150.00 cm²**f_{yd}**: Resistencia de cálculo del acero.**f_{yd}** : 328.57 MPa



$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$f_y : 345.00 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} : 1.05$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd} : 2008.11 \text{ kN}$

Donde:

 A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$A : 150.00 \text{ cm}^2$

$f_{yd} : 328.57 \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$f_y : 345.00 \text{ MPa}$

$\gamma_{M1} : 1.05$

 χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$\chi_z : 0.41$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$\chi_{FT} : 0.96$

$\phi_z : 1.55$

 α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\phi_{FT} : 0.55$

$\alpha_z : 0.49$

 $\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\alpha_{FT} : 0.49$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_z : 1.26$

 N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$\bar{\lambda}_{FT} : 0.27$

$N_{cr} : 3274.85 \text{ kN}$

$N_{cr,z} : 3274.85 \text{ kN}$

$N_{cr,FT} : 70484.94 \text{ kN}$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.386$ ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.251 m del nudo N9, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+ : 368.96 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^- : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd} : 954.91 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

 $W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y} : 2906.25 \text{ cm}^3$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : 328.57 \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y : 345.00 \text{ MPa}$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

 $\eta < \underline{0.001}$ ✓

Para flexión positiva:

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 0.00 kN·mEl momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd}^+ = W_{pl,z}^+ \cdot f_{yd}$$

 $M_{c,Rd}^+$: 169.70 kN·m

$$M_{c,Rd}^- = W_{pl,z}^- \cdot f_{yd}$$

 $M_{c,Rd}^-$: 169.70 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.**Clase**⁺: 1**Clase**⁻: 2 $W_{pl,z}^+$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}^+$: 516.48 cm³ $W_{pl,z}^-$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}^-$: 516.48 cm³ f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

 $\eta < \underline{0.141}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 223.41 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

 $V_{c,Rd}$: 1579.26 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 83.25 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

 h : Canto de la sección. h : 550.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

33.33 < 57.77 ✓

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 33.33

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

 λ_{max} : Esbeltez máxima. λ_{max} : 57.77

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

 ε : Factor de reducción. ε : 0.83

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa**Resistencia a corte V** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

 η < 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.03 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

 $V_{c,Rd}$: 1422.76 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 75.00 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta. A : 150.00 cm² d : Altura del alma. d : 500.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$119.83 \text{ kN} \leq 789.63 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{119.83} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{1579.26} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.03 \text{ kN} \leq 711.38 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{1422.76} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.404}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.405}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.276}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.251 m del nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{87.42} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{368.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{4928.57} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{954.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{169.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{150.00} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{2906.25} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{516.48} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$



Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05 k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

 k_y : 1.00

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

 k_z : 1.06 $C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: 1.00 $C_{m,z}$: 1.00 χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. χ_y : 0.96 χ_z : 0.41 $\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: 0.27 $\bar{\lambda}_z$: 1.26 α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección. α_y : 0.60 α_z : 0.60**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

0.03 kN ≤ 710.70 kN ✓

Donde:

 $V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,y}$: 0.03 kN $V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,y}$: 1421.40 kN**Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.04 kN·mEl momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

 $M_{T,Rd}$: 16.12 kN·m

Donde:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión. W_T : 85.00 cm³ f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.142} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{223.41} \text{ kN}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.04} \text{ kN-m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1577.75} \text{ kN}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1579.26} \text{ kN}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.45} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

 W_t : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_t : \underline{85.00} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.04} \text{ kN-m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1421.40} \text{ kN}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1422.76} \text{ kN}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.45} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

 W_t : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_t : \underline{85.00} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$





Barra N1/N2

Perfil: UP 400, Doble en I con presillas (Separación entre los perfiles: 300.0 / 300.0 mm)						
Material: Acero (S355)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N1	N2	3.700	255.00	63531.25	104816.25	391.25
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		1.00	1.00	0.00	0.00	
L _k		3.700	3.700	0.000	0.000	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Nota: El análisis de piezas compuestas se realiza mediante la verificación de cada uno de los perfiles simples que las constituyen. Las comprobaciones de dichos perfiles se realizan para los esfuerzos calculados a partir de los que actúan sobre la pieza compuesta, según sus características mecánicas. Para las comprobaciones de estabilidad se utiliza la esbeltez mecánica ideal, obtenida en función de la esbeltez de la pieza y una esbeltez complementaria que tiene en cuenta la separación de los enlaces entre los perfiles simples.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{0.32} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{127.50} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{44034.80} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{234054.08} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$N_{cr,FT} : \underline{44034.80} \text{ kN}$$

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}} \right]$$

Donde:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{48092.02} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{164724.89} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{31765.63} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{2823.17} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{195.63} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{702010.80} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{3.700} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.500} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.500} \text{ m}$$

β: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión:

$$\beta : \underline{0.75}$$



$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2} \right)$$

Donde:

 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 19.05 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

 i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : 15.78 cm i_z : 4.71 cm y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : -95.73 mm z_0 : 0.00 mm**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

23.33 ≤ 216.07 ✓

Donde:

 h_w : Altura del alma. h_w : 350.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm A_w : Área del alma. A_w : 52.50 cm² $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 37.50 cm² k : Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : 0.30 E : Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 345.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.032 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.034 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 133.77 kNLa resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

 $N_{c,Rd}$: 4189.29 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.**Clase** : 1**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.**A** : 127.50 cm² **f_{yd}** : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 328.57 MPa



$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{3941.86} \text{ kN}$$

Donde:

 A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{127.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

 χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\chi_{FT} : \underline{0.94}$$

$$\phi_z : \underline{0.49}$$

$$\phi_{FT} : \underline{0.58}$$

 α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$$\alpha_{FT} : \underline{0.49}$$

 $\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.14}$$

 N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$\bar{\lambda}_{FT} : \underline{0.32}$$

$$N_{cr} : \underline{44034.80} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{234054.08} \text{ kN}$$

$$N_{cr,FT} : \underline{44034.80} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.347} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{212.73} \text{ kN·m}$$

Para flexión negativa:

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{612.99} \text{ kN·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 $W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1865.63} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN-m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.04} \text{ kN-m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{163.57} \text{ kN-m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 $W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{497.81} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.076} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{87.05} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{1152.43} \text{ kN}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{60.75} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

 h : Canto de la sección.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{15.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

23.33 < 57.77



Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 23.33

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

 λ_{max} : Esbeltez máxima. λ_{max} : 57.77

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

 ε : Factor de reducción. ε : 0.83

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

 η < 0.001

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.26 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

 $V_{c,Rd}$: 1422.76 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 75.00 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta. A : 127.50 cm² d : Altura del alma. d : 350.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$87.05 \text{ kN} \leq 576.22 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen para la combinaci3n de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^simo.

V_{Ed} : 87.05 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo.

$V_{c,Rd}$: 1152.43 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Articulo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de c3lculo a flexi3n, ya que el esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^simo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de c3lculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.26 \text{ kN} \leq 711.38 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p^simos se producen para la combinaci3n de acciones 1.35-PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^simo.

V_{Ed} : 0.26 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo.

$V_{c,Rd}$: 1422.76 kN

Resistencia a flexi3n y axil combinados (CTE DB SE-A, Articulo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.379}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.382}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.288}$$



Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p^simos se producen en el nudo N2, para la combinaci3n de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p^simo.

$N_{c,Ed}$: 131.82 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p^simos, seg \ddot{u} n los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 212.73 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.04 kN·m

Clase: Clase de la secci3n, seg \ddot{u} n la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.

Clase: 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta.

$N_{pl,Rd}$: 4189.29 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 612.99 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 163.57 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Articulo 6.3.4.2)

A : 3rea de la secci3n bruta.

A : 127.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 1865.63 cm³

$W_{pl,z}$: 497.81 cm³

f_{yd} : Resistencia de c3lculo del acero.

f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Limite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 345.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacci3n.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$



$$k_y : 1.00$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : 1.00$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : 0.74$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$C_{m,LT} : 1.00$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : 0.95$$

$$\chi_z : 1.00$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : 1.00$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 0.30$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.14$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$87.05 \text{ kN} \leq 576.22 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : 87.05 \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : 1152.43 \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Barra N2/N9

Perfil: UP 550, Doble en I unión genérica (Separación entre los perfiles: 300.0 / 300.0 mm y Perfiles independientes)						
Material: Acero (S355)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N2	N9	4.450	300.00	134687.50	115987.50	425.00
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral	
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00		1.00	1.00	0.00	0.00
L _k	4.450		4.450	4.450	0.000	0.000
C _m	1.000		1.000	1.000	1.000	1.000
C ₁	-				1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Nota: El análisis de piezas compuestas se realiza mediante la verificación de cada uno de los perfiles simples que las constituyen. Las comprobaciones de dichos perfiles se realizan para los esfuerzos calculados a partir de los que actúan sobre la pieza compuesta, según sus características mecánicas. Para las comprobaciones de estabilidad se utiliza la esbeltez mecánica ideal, obtenida en función de la esbeltez de la pieza y una esbeltez complementaria que tiene en cuenta la separación de los enlaces entre los perfiles simples.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 1.26 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 150.00 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 345.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 3274.85 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 3274.85 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

N_{cr,FT} : 70484.94 kN

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}} \right]$$

Donde:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 70484.94 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 67343.75 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 3128.91 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 212.50 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 1526373.73 cm⁶

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{ky} : 4.450 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kz} : 4.450 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

L_{kt} : 0.000 m

β: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión:

β : 0.87



$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2} \right)$$

Donde:

 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 23.30 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

 i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : 21.19 cm i_z : 4.57 cm y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : -85.55 mm z_0 : 0.00 mm**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

33.33 ≤ 258.25 ✓

Donde:

 h_w : Altura del alma. h_w : 500.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm A_w : Área del alma. A_w : 75.00 cm² $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 37.50 cm² k : Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : 0.30 E : Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 345.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.018 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.044 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 87.49 kNLa resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

 $N_{c,Rd}$: 4928.57 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.**Clase** : 2**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.**A** : 150.00 cm²**f_{yd}**: Resistencia de cálculo del acero.**f_{yd}** : 328.57 MPa



$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{2008.11} \text{ kN}$$

Donde:

 A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{150.00} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

 χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_z : \underline{0.41}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\chi_{FT} : \underline{0.96}$$

$$\phi_z : \underline{1.55}$$

 α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\phi_{FT} : \underline{0.55}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

 $\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\alpha_{FT} : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.26}$$

 N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$\bar{\lambda}_{FT} : \underline{0.27}$$

$$N_{cr} : \underline{3274.85} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{3274.85} \text{ kN}$$

$$N_{cr,FT} : \underline{70484.94} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.355} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{339.12} \text{ kN·m}$$

Para flexión negativa:

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{954.91} \text{ kN·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 $W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{2906.25} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN·m}$$

Para flexión negativa:

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd}^+ = W_{pl,z}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd}^+ : \underline{169.70} \text{ kN·m}$$

$$M_{c,Rd}^- = W_{pl,z}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd}^- : \underline{169.70} \text{ kN·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase}^+ : \underline{1}$$

 $W_{pl,z}^+$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\text{Clase}^- : \underline{2}$$

$$W_{pl,z}^+ : \underline{516.48} \text{ cm}^3$$

 $W_{pl,z}^-$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z}^- : \underline{516.48} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.081} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{127.48} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{1579.26} \text{ kN}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{83.25} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

 h : Canto de la sección.

$$h : \underline{550.00} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{15.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

33.33 < 57.77



Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 33.33

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

 λ_{max} : Esbeltez máxima. λ_{max} : 57.77

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

 ε : Factor de reducción. ε : 0.83

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

 η < 0.001

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.02 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

 $V_{c,Rd}$: 1422.76 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 75.00 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta. A : 150.00 cm² d : Altura del alma. d : 500.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$127.48 \text{ kN} \leq 789.63 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{127.48} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{1579.26} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.02 \text{ kN} \leq 711.38 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{1422.76} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.373}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.374}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.257}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{87.13} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{339.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{4928.57} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{954.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{169.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{150.00} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{2906.25} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{516.48} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05 k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

 k_y : 1.00

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

 k_z : 1.06 $C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: 1.00 $C_{m,z}$: 1.00 χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. χ_y : 0.96 χ_z : 0.41 $\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: 0.27 $\bar{\lambda}_z$: 1.26 α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección. α_y : 0.60 α_z : 0.60**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

0.02 kN \leq 710.70 kN

Donde:

 $V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,y}$: 0.02 kN $V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,y}$: 1421.40 kN**Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.002

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.04 kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

 $M_{T,Rd}$: 16.12 kN·m

Donde:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión. W_T : 85.00 cm³ f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)



Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.081} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{127.48} \text{ kN}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1577.76} \text{ kN}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1579.26} \text{ kN}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.45} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

 W_t : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_t : \underline{85.00} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1421.40} \text{ kN}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1422.76} \text{ kN}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.45} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

 W_t : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_t : \underline{85.00} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$



Barra N10/N7

Perfil: UP 550, Doble en I unión genérica (Separación entre los perfiles: 300.0 / 300.0 mm y Perfiles independientes)						
Material: Acero (S355)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N10	N7	4.450	300.00	134687.50	115987.50	425.00
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral	
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00		1.00	1.00	0.00	0.00
L _k	4.450		4.450	4.450	0.000	0.000
C _m	1.000		1.000	1.000	1.000	1.000
C ₁	-				1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Nota: El análisis de piezas compuestas se realiza mediante la verificación de cada uno de los perfiles simples que las constituyen. Las comprobaciones de dichos perfiles se realizan para los esfuerzos calculados a partir de los que actúan sobre la pieza compuesta, según sus características mecánicas. Para las comprobaciones de estabilidad se utiliza la esbeltez mecánica ideal, obtenida en función de la esbeltez de la pieza y una esbeltez complementaria que tiene en cuenta la separación de los enlaces entre los perfiles simples.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{1.26} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{150.00} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{3274.85} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a) y b):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{3274.85} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$N_{cr,FT} : \underline{70484.94} \text{ kN}$$

$$N_{cr,FT} = \frac{1}{2 \cdot \beta} \cdot \left[(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,y} \cdot N_{cr,T}} \right]$$

Donde:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{70484.94} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{67343.75} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{3128.91} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{212.50} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{1526373.73} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{4.450} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{4.450} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

β: Constante adimensional obtenida mediante la siguiente expresión:

$$\beta : \underline{0.87}$$



$$\beta = 1 - \left(\frac{y_0^2 + z_0^2}{i_0^2} \right)$$

Donde:

 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 23.30 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2 \right)^{0.5}$$

Siendo:

 i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : 21.19 cm i_z : 4.57 cm y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : -85.55 mm z_0 : 0.00 mm**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

33.33 ≤ 258.25 ✓

Donde:

 h_w : Altura del alma. h_w : 500.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm A_w : Área del alma. A_w : 75.00 cm² $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 37.50 cm² k : Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : 0.30 E : Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 345.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.020 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.049 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 98.90 kNLa resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

 $N_{c,Rd}$: 4928.57 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.**Clase** : 2**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.**A** : 150.00 cm²**f_{yd}**: Resistencia de cálculo del acero.**f_{yd}** : 328.57 MPa



$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{2008.11} \text{ kN}$$

Donde:

 A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{150.00} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

 χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_z : \underline{0.41}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\chi_{FT} : \underline{0.96}$$

$$\phi_z : \underline{1.55}$$

 α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\phi_{FT} : \underline{0.55}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

 $\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\alpha_{FT} : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.26}$$

 N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,FT}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexotorsión.

$$\bar{\lambda}_{FT} : \underline{0.27}$$

$$N_{cr} : \underline{3274.85} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{3274.85} \text{ kN}$$

$$N_{cr,FT} : \underline{70484.94} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.349} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{333.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{954.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 $W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{2906.25} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN-m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN-m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd}^+ = W_{pl,z}^+ \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd}^+ : \underline{169.70} \text{ kN-m}$$

$$M_{c,Rd}^- = W_{pl,z}^- \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd}^- : \underline{169.70} \text{ kN-m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase}^+ : \underline{1}$$

 $W_{pl,z}^+$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\text{Clase}^- : \underline{2}$$

$$W_{pl,z}^+ : \underline{516.48} \text{ cm}^3$$

 $W_{pl,z}^-$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z}^- : \underline{516.48} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.151} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{238.81} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{1579.26} \text{ kN}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{83.25} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

 h : Canto de la sección.

$$h : \underline{550.00} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{15.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

33.33 < 57.77



Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 33.33

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

 λ_{max} : Esbeltez máxima. λ_{max} : 57.77

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

 ε : Factor de reducción. ε : 0.83

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa**Resistencia a corte V** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

 η < 0.001

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.02 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

 $V_{c,Rd}$: 1422.76 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 75.00 cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta. A : 150.00 cm² d : Altura del alma. d : 500.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 15.00 mm f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$46.62 \text{ kN} \leq 789.63 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{46.62} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{1579.26} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.02 \text{ kN} \leq 711.38 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{1422.76} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.369}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.370}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.259}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{98.58} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{333.46} \text{ kN·m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN·m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{4928.57} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{954.91} \text{ kN·m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{169.70} \text{ kN·m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{150.00} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{2906.25} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{516.48} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05 k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

 k_y : 1.00

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

 k_z : 1.07 $C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: 1.00 $C_{m,z}$: 1.00 χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. χ_y : 0.96 χ_z : 0.41 $\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: 0.27 $\bar{\lambda}_z$: 1.26 α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección. α_y : 0.60 α_z : 0.60**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

0.02 kN \leq 711.06 kN

Donde:

 $V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,y}$: 0.02 kN $V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,y}$: 1422.12 kN**Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.001

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP.

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.02 kN·mEl momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

 $M_{T,Rd}$: 16.12 kN·m

Donde:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión. W_T : 85.00 cm³ f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 328.57 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 345.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)



Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.151} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{238.81} \text{ kN}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1578.55} \text{ kN}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1579.26} \text{ kN}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.21} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

 W_t : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_t : \underline{85.00} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1422.12} \text{ kN}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1422.76} \text{ kN}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.21} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

 W_t : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_t : \underline{85.00} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{328.57} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{345.00} \text{ MPa}$$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$



Barra N9/N10

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N9	N10	6.000	45.30	2510.00	924.60	14.80
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _k	6.000	6.000	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{1.74} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{355.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{532.32} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1445.07} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{532.32} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{2510.00} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{924.60} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{14.80} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{60210.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{6.000} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{6.000} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{8.71} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{7.44} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.52} \text{ cm}$$

y₀, z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$25.33 \leq 172.80 \quad \checkmark$$

Donde:

 h_w : Altura del alma. t_w : Espesor del alma. A_w : Área del alma. $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. k : Coeficiente que depende de la clase de la sección. E : Módulo de elasticidad. f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

h_w : 152.00 mm

t_w : 6.00 mm

A_w : 9.12 cm²

$A_{fc,ef}$: 17.10 cm²

k : 0.40

E : 210000 MPa

f_{yf} : 355.00 MPa

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 0.03 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 1531.57 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase: 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A: 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 338.10 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y: 355.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0}: 1.05

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: 380.61 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A: 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 338.10 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$



Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. f_y : 355.00 MPa γ_{M1} : 1.05 χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

 χ_y : 0.56 χ_z : 0.25

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

 ϕ_y : 1.20 ϕ_z : 2.39 α : Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.34 α_z : 0.49 $\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

 $\bar{\lambda}_y$: 1.05 $\bar{\lambda}_z$: 1.74 N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 532.32 kN $N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 1445.07 kN $N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 532.32 kN $N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞**Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

 η : 0.018 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N9, para la combinación de acciones 1.35-PP.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 2.01 kN·m

Para flexión negativa:

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 0.00 kN·mEl momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

 $M_{c,Rd}$: 109.85 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.**Clase** : 2 $W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 324.90 cm³ f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 338.10 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 355.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a pandeo lateral**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{e,Rd}} \leq 1$$



$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{52.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{156.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{338.10} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{355.00} \text{ MPa}$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.43} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{283.43} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{14.52} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{171.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{338.10} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{355.00} \text{ MPa}$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$20.33 < \underline{56.95} \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{20.33}$$



$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} : \underline{56.95}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.81}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{355.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{c,Rd}}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{\text{Ed}} : \underline{0.05} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{\text{c,Rd}}$ viene dado por:

$$V_{\text{c,Rd}} = A_v \cdot \frac{f_{\text{yd}}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{706.23} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{36.18} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{152.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{\text{yd}} : \underline{338.10} \text{ MPa}$$

$$f_{\text{yd}} = f_y / \gamma_{\text{MO}}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{355.00} \text{ MPa}$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{\text{MO}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{\text{c,Rd}}$.

$$V_{\text{Ed}} \leq \frac{V_{\text{c,Rd}}}{2}$$

$$1.43 \text{ kN} \leq \underline{141.71} \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{\text{Ed}} : \underline{1.43} \text{ kN}$$

$V_{\text{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{283.43} \text{ kN}$$

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.05 \text{ kN} \leq 353.12 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.05} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{706.23} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.018}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.018}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.011}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.375 m del nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{1.98} \text{ kN·m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN·m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1531.57} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{109.85} \text{ kN·m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{52.91} \text{ kN·m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{324.90} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{156.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{338.10} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{355.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.56}$$

$$\chi_z : \underline{0.25}$$



$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.05}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.74}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

$$0.05 \text{ kN} \leq 353.12 \text{ kN}$$



Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,y} : \underline{0.05} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,y} : \underline{706.23} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Barra N2/N6

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N2	N6	6.000	45.30	2510.00	924.60	14.80

Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado
⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L _k	6.000	6.000	0.000	0.000
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000
C ₁	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_k: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C₁: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{1.74} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{355.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{532.32} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1445.07} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{532.32} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{2510.00} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{924.60} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{14.80} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{60210.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{6.000} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{6.000} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{8.71} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{7.44} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.52} \text{ cm}$$

y₀, z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

25.33 ≤ 172.80 ✓

Donde:

 h_w : Altura del alma. t_w : Espesor del alma. A_w : Área del alma. $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. k : Coeficiente que depende de la clase de la sección. E : Módulo de elasticidad. f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

h_w : 152.00 mm

t_w : 6.00 mm

A_w : 9.12 cm²

$A_{fc,ef}$: 17.10 cm²

k : 0.40

E : 210000 MPa

f_{yf} : 355.00 MPa

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta < 0.001$ ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 0.53 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 1531.57 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase: 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A: 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 338.10 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y: 355.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0}: 1.05

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: 380.61 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A: 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 338.10 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$



Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$f_y : \underline{355.00} \text{ MPa}$

$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

 χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$\chi_y : \underline{0.56}$

$\chi_z : \underline{0.25}$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$\phi_y : \underline{1.20}$

$\phi_z : \underline{2.39}$

 α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\alpha_y : \underline{0.34}$

$\alpha_z : \underline{0.49}$

 $\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y : \underline{1.05}$

$\bar{\lambda}_z : \underline{1.74}$

 N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr} : \underline{532.32} \text{ kN}$

 $N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y} : \underline{1445.07} \text{ kN}$

 $N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z} : \underline{532.32} \text{ kN}$

 $N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T} : \underline{\infty}$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.013}$ ✓

Para flexión positiva:

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN-m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^- : \underline{1.43} \text{ kN-m}$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd} : \underline{109.85} \text{ kN-m}$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : $\underline{2}$

 $W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y} : \underline{324.90} \text{ cm}^3$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{338.10} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y : \underline{355.00} \text{ MPa}$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.003}$ ✓



Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.17 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 52.91 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 2

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 156.50 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 338.10 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 355.00 MPa

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.005 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.42 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 283.43 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 14.52 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 171.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 6.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 338.10 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 355.00 MPa

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

20.33 < 56.95 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 20.33



$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} : \underline{56.95}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.81}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{355.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{c,Rd}}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{\text{Ed}} : \underline{0.06} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{\text{c,Rd}}$ viene dado por:

$$V_{\text{c,Rd}} = A_v \cdot \frac{f_{\text{yd}}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{706.23} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{36.18} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{152.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{\text{yd}} : \underline{338.10} \text{ MPa}$$

$$f_{\text{yd}} = f_y / \gamma_{\text{MO}}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{355.00} \text{ MPa}$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{\text{MO}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{\text{c,Rd}}$.

$$V_{\text{Ed}} \leq \frac{V_{\text{c,Rd}}}{2}$$

$$1.42 \text{ kN} \leq \underline{141.71} \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5-Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{\text{Ed}} : \underline{1.42} \text{ kN}$$

$V_{\text{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{283.43} \text{ kN}$$

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.06 \text{ kN} \leq 353.12 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{706.23} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.017}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.016}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.012}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.53} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{1.43} \text{ kN·m}$$

$$M_{z,Ed}^* : \underline{0.17} \text{ kN·m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1531.57} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{109.85} \text{ kN·m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{52.91} \text{ kN·m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{45.30} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{324.90} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{156.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{338.10} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{355.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.56}$$

$$\chi_z : \underline{0.25}$$



$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \frac{1.05}{1.05}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\bar{\lambda}_z : \frac{1.74}{1.74}$$

$$\alpha_y : \frac{0.60}{0.60}$$

$$\alpha_z : \frac{0.60}{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Qs.

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

$$0.06 \text{ kN} \leq 353.12 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,y} : \frac{0.06}{0.06} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,y} : \frac{706.23}{706.23} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



2.3.2.5.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N1/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 3.4$	x: 3.7 m $\eta = 34.7$	x: 3.7 m $\eta < 0.1$	$\eta = 7.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.7 m $\eta = 38.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 38.2$
N2/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 4.4$	x: 4.45 m $\eta = 35.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.45 m $\eta = 37.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 8.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 37.4$
N9/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 4.45 m $\eta = 4.4$	x: 0.251 m $\eta = 38.6$	x: 4.45 m $\eta < 0.1$	x: 4.45 m $\eta = 14.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.251 m $\eta = 40.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 4.45 m $\eta = 14.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 40.5$
N4/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.9$	x: 3.7 m $\eta = 38.5$	x: 3.7 m $\eta < 0.1$	$\eta = 7.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.7 m $\eta = 44.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 44.4$
N5/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 3.7 m $\eta = 40.4$	x: 3.7 m $\eta < 0.1$	$\eta = 8.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.7 m $\eta = 44.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 44.9$
N6/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 3.701 m $\eta = 38.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 10.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.701 m $\eta = 40.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 10.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 40.6$
N10/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 4.45 m $\eta = 4.9$	x: 0 m $\eta = 34.9$	x: 4.45 m $\eta < 0.1$	x: 4.45 m $\eta = 15.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 37.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 4.45 m $\eta = 15.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 37.0$
N8/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 6.2$	x: 3.7 m $\eta = 42.4$	x: 3.7 m $\eta < 0.1$	$\eta = 8.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.7 m $\eta = 48.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 48.8$
N9/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 3.375 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 1.8$
N3/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 1.6$
N2/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 6 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 1.7$

Notación:
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽³⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

15. ESTUDIO GEOTÉCNICO

A: CONCELLO DE VIGO – XERENCIA
MUNICIPAL DE URBANISMO

ASUNTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO

OBRA: CHALE AGARIMO

SITUACION: BEADE

REFERENCIA: 1/46/2236

CODIGO INFORME: CHM03C00726

ÍNDICE

- 1.- ANTECEDENTES
- 2.- OBJETO
- 3.- MARCO GEOLÓGICO
 - 3.1.- GEOLOGÍA REGIONAL
 - 3.2.- HIDROGEOLOGÍA
 - 3.3.- SISMICIDAD
- 4.- INVESTIGACIONES REALIZADAS
 - 4.1.- TRABAJOS DE CAMPO
 - 4.1.1.- CALICATAS
 - 4.1.2.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA TIPO BORROS
 - 4.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO
- 5.- DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO
- 6.- ANÁLISIS DE CIMENTACIONES
 - 6.1.- CIMENTACIONES SUPERFICIALES
 - 6.1.1.- CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN SUELOS MEDIANTE ZAPATAS
- 7.- CONTENCIÓNES Y EXCAVACIONES
 - 7.1.- CONTENCIÓNES
 - 7.2.- EXCAVACIONES Y VACIADO DE LA PARCELA
- 8.- CONCLUSIONES

ANEJOS

- PLANO DE RECONOCIMIENTOS
- REGISTRO DE CALICATAS Y FOTOGRAFÍAS
- REGISTRO DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA
- PERFILES GEOTECNICOS
- ENSAYOS DE LABORATORIO

1.- ANTECEDENTES

El presente informe ha sido solicitado por el Concello de Vigo-Xerencia Municipal de Urbanismo, con el objeto de investigar el subsuelo de una parcel en Beade, donde se proyecta el traslado y reconstrucción del Chalé Agarimo como equipamiento social y cultural.

2.- OBJETO

El presente informe tiene por finalidad recoger y analizar los resultados del estudio realizado para la caracterización geotécnica de la parcela investigada.

La investigación se ha basado en la realización de cuatro (4) calicatas y dos (2) ensayos de penetración dinámica continua tipo Borros con el fin de definir con mayor precisión la compacidad del subsuelo.

Con la información así obtenida se analizan los siguientes aspectos:

- ⇒ Descripción estratigráfica del terreno
- ⇒ Caracterización geotécnica de los materiales
- ⇒ Posición del nivel freático.
- ⇒ Excavabilidad y contenciones
- ⇒ Parámetros y recomendaciones para el diseño de cimentaciones.

3.- MARCO GEOLÓGICO

3.1.- GEOLOGÍA REGIONAL

El área objeto del presente estudio se encuentra cartografiada en la hoja nº 260 escala 1:50.000 del Mapa Geológico de España editado por el ITGME, que la enmarca, en un ámbito geológico regional, dentro de la zona paleogeográfica de Galicia Occidental Matte (1968), caracterizada a grandes rasgos por la presencia de materiales graníticos originados durante la orogenia hercínica, no hay apenas afloramientos de rocas metasedimentarias, que quedan restringidas a algunos pequeños enclaves, con muy diferentes grados de asimilación, dentro de las rocas ígneas

El área de estudio se caracteriza la presencia de depósitos recientes, bajo los que se localiza el sustrato rocoso de naturaleza granítica a una profundidad variable.

3.2. HIDROGEOLOGIA

En las investigaciones realizadas se ha detectado la presencia de agua en una de las calicatas, asociada a vías de agua en el primer nivel de relleno antrópico. Por debajo no se observa el nivel freático.

3.3. SISMICIDAD

Según la NCSE-02, las estructuras consideradas se clasificarían como de normal importancia.

A partir del mapa de peligrosidad sísmica del territorio nacional, se determina un valor de la aceleración básica para la zona de estudio a_b :

$$a_b < 0.04g$$

A partir de la aceleración sísmica básica, se calcula la aceleración sísmica de cálculo a_c :

$$a_c = S \rho a_b$$

Siendo ρ : coeficiente adimensional de riesgo; para estructuras de importancia normal toma un valor de 1.

S : coeficiente de amplificación del terreno, dependiente de las características del terreno y del valor que tome la expresión ρa_b .

En este caso:

$$S = C/1.25$$

Siendo C : Coeficiente de terreno, dependiente de las características del terreno. Considerando un terreno tipo II, que corresponde a suelos densos y/o roca fracturada, $C=1.3$.

Por tanto S toma un valor de 1.04, y la aceleración sísmica de cálculo será $a_o = 0.0416$.

4. INVESTIGACIONES REALIZADAS

4.1. TRABAJOS DE CAMPO

Se ha planificado una campaña de campo basada en una investigación mediante calicatas y ensayos de penetración dinámica continua tipo Borros con el fin de determinar la compacidad del subsuelo a distintas profundidades.

4.1.1. CALICATAS

Se han realizado una serie de calicatas, distribuidas en la parcela de estudio, mediante el empleo de una pala mixta.

Las calicatas se han llevado hasta agotar la excavabilidad de la máquina utilizada, o hasta que la estabilidad de las paredes lo permitía.

A continuación se establece un cuadro resumen con los ensayos realizados y las profundidades alcanzadas.

CALICATA C-,	PROFUNDIDAD ALCANZADA, m
C-1	3.00
C-2	4.50
C-3	3.00
C-4	3.00

Los registros de las calicatas, así como sus fotografías se adjuntan en el anejo Registro de calicatas y fotografías.

4.1.2. ENSAYOS DE PENETRACION DINÁMICA TIPO BORROS

Este ensayo se realiza con el equipo ROLATEC RL-60A (Código 1179), hincando ininterrumpidamente una puntaza piramidal cuadrada de 20 cm² de sección, mediante varillaje macizo de acero de 32 mm de diámetro.

La hincada se realiza con una maza de 63,5 kg de peso que cae libremente desde una altura de 50 cm. Se va anotando el n° de golpes necesarios para hincar 20 cm la puntaza en el terreno.

Se han realizado tres (3) ensayos de penetración dinámica continua tipo Borros, cuya ubicación se puede observar en el anejo "Planta de Situación".

Los gráficos con los resultados se adjuntan en el anejo "Registro de ensayos de penetración dinámica tipo borros".

A continuación se establece un cuadro resumen con los ensayos realizados, así como las profundidades alcanzadas.

PUNTO AUSCULTADO	PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN (m)
PB-1	6.60
PB-2	1.20
PB-3	1.40

Las profundidades son siempre referidas a la cota de comienzo de los ensayos en el momento de realizar el estudio, es decir cota de terreno en superficie.

La compacidad del subsuelo puede estimarse como primera aproximación en función del número de golpes N_{20} según los

rangos indicados seguidamente (se incluye equivalencia con el ensayo SPT):

- Terrenos predominantemente friccionales:

COMPACIDAD	Muy Suelto	Suelto	Medio	Denso	Muy Denso
BORROS [N ₂₀]	< 4	5 - 8	9 - 25	25 - 40	> 40
SPT [N ₃₀]	< 4	4 - 10	10 - 30	30 - 50	> 50

- Terrenos predominantemente coherentes:

COMPACIDAD	Muy blando	blando	Medio	Firme	Muy firme	Dura
SPT [N ₃₀]	< 2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	15 - 30	> 30

4.2. TRABAJOS DE LABORATORIO

Durante los trabajos de campo se procedió a la toma de varias muestras para realizar ensayos de identificación y caracterización geomecánica de los materiales presentes.

4.2.1. ENSAYOS EN SUELOS

Se han realizado una serie de ensayos de laboratorio sobre una muestra procedente de una calicata. Los ensayos realizados y su número se indican a continuación:

- 1 Análisis granulométrico por tamizado (NLT-104/UNE 103301)
- 1 Determinación de los Límites de Atterberg (NLT-105/106/UNE103103/103104)
- 1 Acidez Baumann-Gully
- 1 Contenido en sulfatos

A continuación se establece un cuadro resumen con los resultados de laboratorio :

MUESTRA	Límites de Atterberg		GRANULOMETRIA % pasa UNE				CLASIFICACION SUCS
	LL	IP	#5	#2	#0.40	#0.080	
C2-M-1	35	5	90	82	72	46	SM

Las muestras ensayadas se corresponden con suelos del tipo SM arenas limosas .

5.- DESCRIPCION Y CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO

De la observación y resultados de ensayos de campo y laboratorio se pueden distinguir los siguientes niveles:

Nivel I: Nivel de relleno antrópico heterogéneo, cuyo espesor oscila entre 0.90 y 2.20 m. (véase Anexo "Calicatas"). Dadas las características de este nivel, no se considera apto para la cimentación.

Nivel II: Nivel de depósitos cuaternarios limo-arenosos, en ocasiones areno-limosos, característicos de fondo de vaguada. Su espesor detectado en las catas varía entre 60 cm y 2.60 m. (véase Perfiles Geotécnicos)

Nivel III: Nivel de suelos residuales de naturaleza metamórfica, con grado de alteración V-VI según la clasificación I.S.R.M. Colores pardos.

Nivel IV: Sustrato rocoso de naturaleza metamórfica. Se infiere el techo de este nivel a la cota de rechazo de los ensayos de penetración, a profundidades muy variables, que oscilan entre 1 y 6.60 m.

6. ANÁLISIS DE CIMENTACIONES

Se ha realizado un cálculo de la cimentación, suponiendo el terreno homogéneo formado por arenas y limos con ligera plasticidad producto de la alteración del sustrato rocoso infrayacente.

6.1 CIMENTACIONES SUPERFICIALES

6.1.1. CÁLCULO DE CIMENTACIONES EN SUELOS MEDIANTE ZAPATAS

Para la determinación de la tensión admisible de cimentaciones empotradas en suelos, se expone de una forma simplificada una de las formulaciones más habituales empleadas.

BASADAS EN ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Existen distintas formulaciones a aplicar en función de los datos de SPT y del penetrómetro dinámico tipo Borros o DPHS, especialmente aplicables en el caso de suelos granulares, que tienen una amplia difusión y están basadas en las fórmulas de Terzaghi y Peck, que dan las siguientes expresiones:

$$q_{adm} = \frac{N \cdot s}{8} \quad B \leq 1.20 \text{ m}$$

$$q_{adm} = \frac{N \cdot s}{12} \left(\frac{B + 0,3}{B} \right)^2 \quad \text{Para } B > 1,20m$$

siendo:

N número de golpes del ensayo de penetración. Se ha tomado un valor N=13.5

s asiento tolerable en pulgadas. Se considera un asiento de 1" (2,54 cm.)

Se considera en el análisis una cota de cimentación que oscilará entre 159 y 159.5, según plano topográfico facilitado. En el sector de P1 la cota sería más alta, pues se detecta la roca a 1-1.40 m. de la superficie.

La cimentación se situaría sobre suelos residuales de naturaleza metamórfica considerando que la mayor parte de la zona de influencia de la cimentación se situaría sobre compacidades medias, aunque habrá sectores en roca (sector ensayo P1).

CIMENTACION EN EL NIVEL DE SUELOS RESIDUALES	
Ancho de zapata B (m.)	q _{ad} (Kp/cm ²)
<1,20	1.69
1.50	1.68
1,70	1.61
2,00	1.54

limitación de asientos a 1"

Los parámetros geotécnicos a utilizar son los siguientes:

Nivel	Cohesión (t/m ²)	Ángulo de fricción (φ)	Densidad aparente (t/m ³)
Rellenos	0	26°	1.50
Depósitos cuaternarios	0	28°-29°	1.60
Suelos residuales o roca muy alterada	0.5	32°	1.80

En función de los resultados obtenidos se recomienda adoptar una tensión admisible del terreno de 1,50 kg/cm² para un ancho de zapata menor o igual a 2,00 m, realizando un empotramiento de las zapatas de 0.40 metros en el nivel de suelos residuales grado V-VI y considerando una limitación de asientos de 1" (2,54 cm). Esto supone en el caso menos favorable la ejecución de pozos del orden de 3.50 m., que necesitarán entibación, pues aunque no hay agua la compacidad del terreno en los primeros metros es muy suelta.

6.1.2. CÁLCULO DE CIMENTACIONES EN SUELOS MEDIANTE LOSA

Se analiza seguidamente una hipótesis de cimentación directa mediante losa, considerando los ensayos realizados. El cliente nos ha facilitado una cota de cimentación para la losa de 162.5, lo que supondrá la ejecución de un relleno estructural del orden de 1.50 m. , previo saneo de los suelos inadecuados desde la cota 161. Para el cálculo de la tensión admisible, resulta de aplicación la siguiente expresión:

$$q_{ad} = 2.15 \times N \times C_w, \text{ donde:}$$

q_{ad} : tensión admisible en t/m^2

N: nº de golpes del ensayo Penetrométrico en el plano de apoyo; como el plano de apoyo se situaría en el futuro relleno, se considera que, si está bien ejecutado, podrá tener una compacidad media de 10 golpes, para quedar del lado de la seguridad.

C_w : factor de corrección debido a la existencia del nivel freático; no aplica en este caso

Sustituyendo valores se obtiene una tensión admisible de 2,15 Kg/cm². Se recomienda no obstante, dado lo empírico del cálculo, no superar un valor de 1.5 Kp/cm²

Para el cálculo del coeficiente de balasto en terrenos granulares puede utilizarse la siguiente expresión:

$$K = K_{030} \left(\frac{B + 0,3}{2B} \right)$$

Siendo :

K= coeficiente de Balasto

K_{030} = coeficiente de Balasto para placas de 0,3 x 0,3 m². Para el material que nos ocupa el valor propuesto de K_{030} es de 1,30 Kp/cm³ [arena suelta, con carácter conservador].

B= ancho de la cimentación

L= longitud de la cimentación

En el caso de losas B x L:

$$K' = \frac{2}{3} K \left(1 + \frac{B}{2L} \right)$$

8. CONCLUSIONES

En el presente apartado se establece un resumen del informe, que en ningún caso pretende establecer todos los parámetros, valores, tensiones admisibles etc, para los que se deberá consultar el apartado correspondiente del mismo.

- Estratigrafía:

Nivel I: Nivel de relleno antrópico heterogéneo, cuyo espesor oscila entre 0.90 y 2.20 m. (véase Anexo "Calicatas"). Dadas las características de este nivel, no se considera apto para la cimentación.

Nivel II: Nivel de depósitos cuaternarios limo-arenosos, en ocasiones areno-limosos, característicos de fondo de vaguada. Su espesor detectado en las catas varía entre 60 cm y 2.60 m. (véase Perfiles Geotécnicos)

Nivel III: Nivel de suelos residuales de naturaleza metamórfica, con grado de alteración V-VI según la clasificación I.S.R.M. Colores pardos.

Nivel IV: Sustrato rocoso de naturaleza metamórfica. Se infiere el techo de este nivel a la cota de rechazo de los ensayos de penetración , a profundidades muy variables, que oscilan entre 1 y 6.60 m.

- Desde el punto de vista hidrológico, se ha detectado la presencia de agua asociada al nivel de relleno, sólo en una de las catas. Por debajo no hay agua, y en el resto de puntos auscultados tampoco. No obstante debe preverse el drenaje de las posibles bolsas de agua que pueden aparecer colgadas en el nivel de relleno.

- Los suelos detectados se corresponden a arenas limosas y/o limos inorgánicos clasificados como SM y ML, según la clasificación de Casagrande.

- En cuanto a la cimentación se establecen las siguientes consideraciones:

- Cimentación mediante zapatas aisladas y/o aisladas arriostradas, empotrando las mismas 0.40 m. en el nivel residual. Esto implica la realización de pozos, en el peor de los casos (zona P2) del orden de 3.5 m. En la zona de P1 sin embargo la profundidad será mucho menor. Habrá que prever entibación de las paredes, pues su compacidad será muy suelta. La tensión admisible recomendada, compatible con asientos máximos de 2.5 cm., no debe superar un valor de 1.5 Kp/cm².

- En el caso de cimentación mediante losa, y teniendo en cuenta que el cliente propone una cota de apoyo de la losa 162.5, deberá preverse la realización de un relleno estructural, previo saneo desde cota 161. Deberá ejecutarse con suelos adecuados o seleccionados compactados al 100% PN, en tongadas de 25-30 cm.



Fdo.- Alfredo Suárez González
Lcdo. en Ciencias Geológicas



Fdo.- Cristina del Hoyo Magadán
Jefe Servicio Centralizado Geotecnia

Garantía del servicio: norcontrol soluziona – servicios profesionales, garantiza que este trabajo ha sido realizado cumpliendo con los requisitos establecidos por su sistema de calidad, el cual cumple los criterios aplicables de las normas ISO 9001, EN 45001 y EN 45004. Si Vds. desean expresar alguna sugerencia u objeción en relación con este trabajo, podrán dirigirse al técnico responsable del trabajo, o a su responsable jerárquico, lo que activará el plan de acciones correctoras previsto en el sistema de calidad.

No obstante, si así lo prefieren, pueden también dirigirse al Consejero-Delegado de norcontrol soluziona – servicios profesionales, en la dirección siguiente:

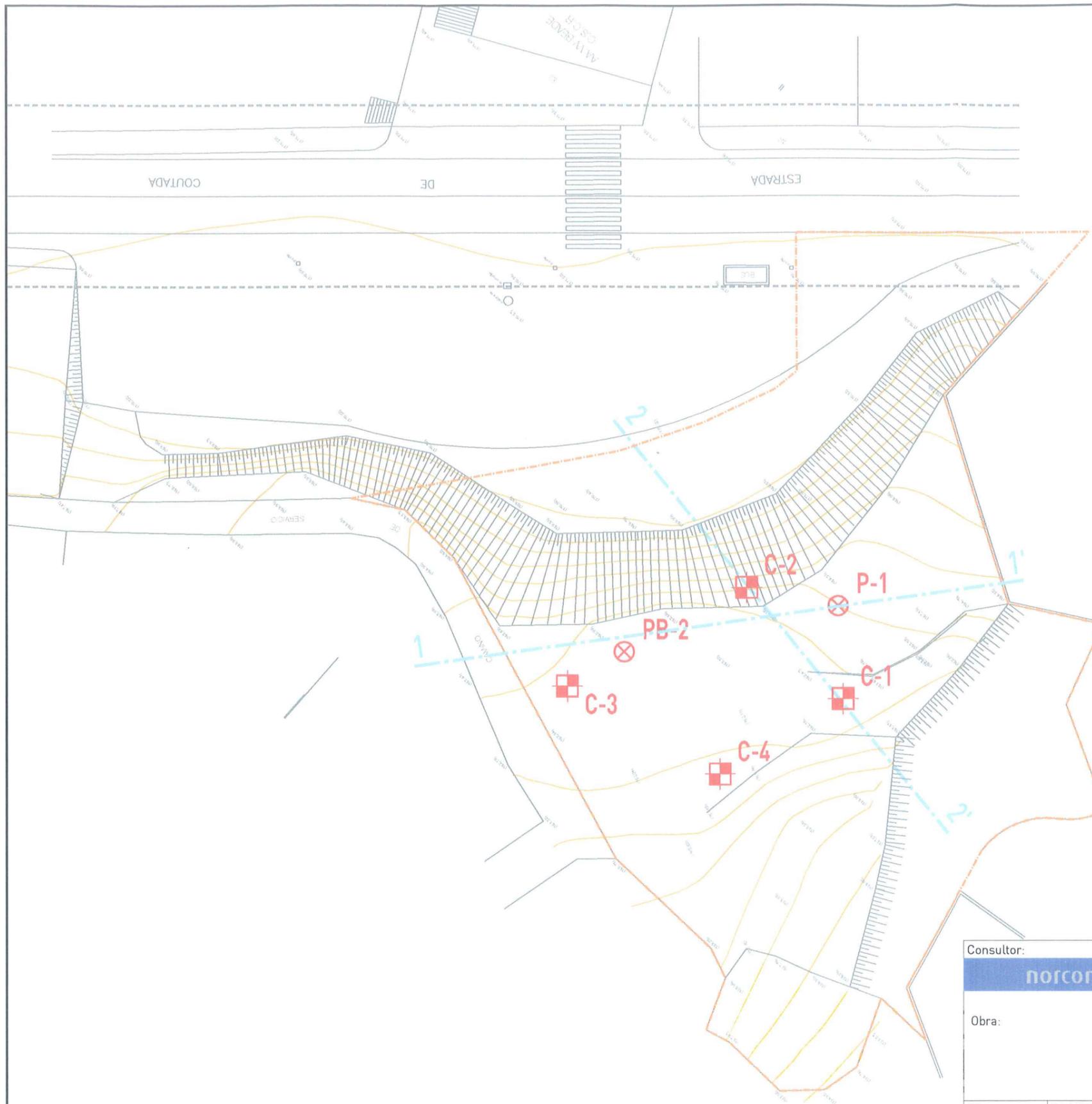
NorControl, S.A. - Pedro Fernández Fernández - Consejero Delegado - Carretera Nacional VI, km. 582 - 15168 SADA, (La Coruña)

Teléfono: 981-014 500 - Fax: 981-014 550 - E-mail: norct@norcontrol.es

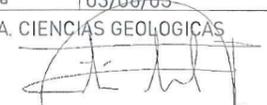
La reproducción o publicación total o parcial del presente documento, queda supeditada a la autorización previa y expresa por parte de norcontrol soluziona – servicios profesionales.

ANEJOS

PLANO DE RECONOCIMIENTOS



 C-1...C-4 : CALICATAS
 PB-1 Y PB-2 : PENETROMETROS BORROS
 PERFILES GEOTECNICOS

Consultor:		norcontrol	
Obra:		soluziona SERVICIOS PROFESIONALES	
CHALET AGARIMO, PARROQUIA DE BEADE VIGO			
Plano	1462236	Cliente:  Concello de Vigo Concellalía de Cultura	Escala: 1:400
Referencia	1/46/2236		
Comprobado	C.H.M.		
Dibujado	E.R.M.		
Fecha	03/06/03	Titulo: PLANTA DE RECONOCIMIENTOS	Plano Nº : 856 1
LCDA. CIENCIAS GEOLOGICAS  CRISTINA DEL HOYO MAGADAM			

REGISTRO DE CALICATAS Y FOTOGRAFIAS

OBRA: CHALET AGARIMO

REF: 1/46/2236

CALICATA Nº 1
INSPECTOR: ASG

SITUACIÓN:
FECHA: 28/04/2003

COORDENADAS: X Y Z

FOTO DE LA CALICATA

COLUMNA
ESTRATIGRÁFICA

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICO - GEOTÉCNICA

0.00 a 1,80 m: Relleno antrópico
1,80 a 2,40 m: Limo arenoso gris oscuro, depósito fondo de vaguada
2,40 a 3,00 m: Sustrato rocoso metamórfico alterado en grado V a VI



OBSERVACIONES:

- Se detecta la presencia de agua proveniente del relleno antrópico. Corresponde a una vía de agua

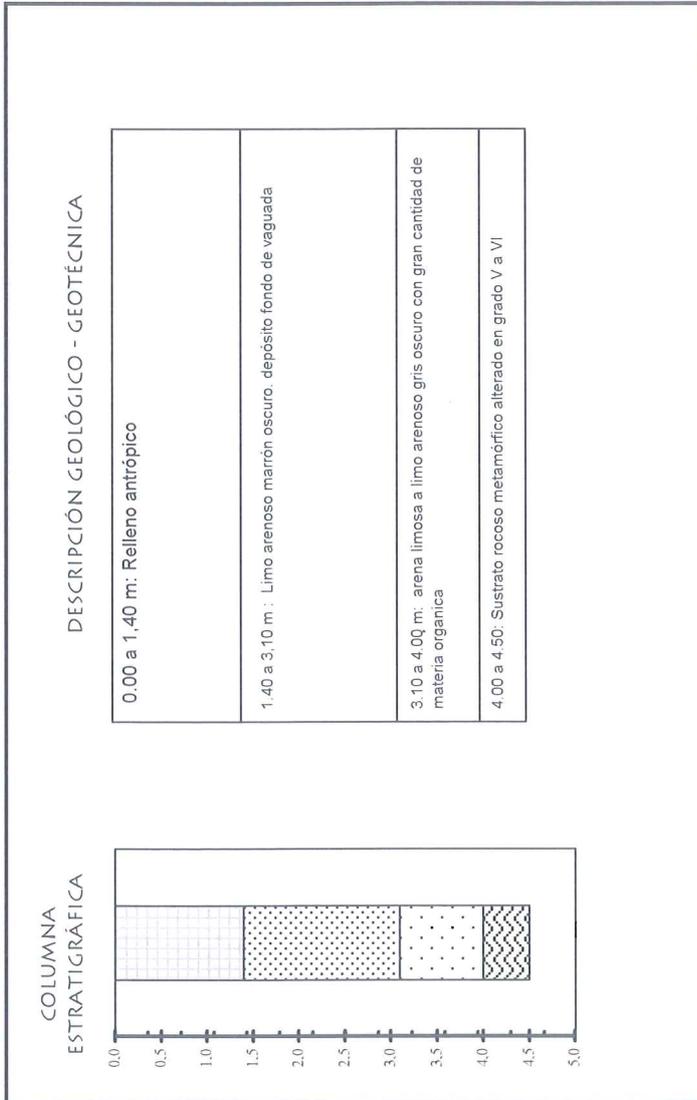
RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

		MUESTRA Nº:	PROFUNDIDAD (m):
GRANULOMETRÍA	LÍMITES ATTERBERG	PROCTOR NORMAL	ENSAYO CBR
	% pasa # 5 UNE: 99	D. máx (V/m ³):	ÍNDICE 100%/95% PN:
	% pasa # 2 UNE: 98	H. óptima, %:	HINCHAMIENTO, %:
CLASIFICACIONES	% pasa # 0,40 UNE: 93	PG-3/75:	OC-326/00:
	% pasa # 0,060 UNE: 88	USCM: ML	
MATERIA ORGÁNICA	SULFATOS	HUMEDAD NATURAL%	31.72
	Contenido, %:		

OBRA: CHALET AGARIMO**REF: 1/46/2236**CALICATA N° 2
INSPECTOR: ASGSITUACIÓN:
FECHA: 28/04/2003

COORDENADA: X Y Z

FOTO DE LA CALICATA



Material de la calicata

OBSERVACIONES:

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO		MUESTRA N°:	PROFUNDIDAD (m):
GRANULOMETRÍA	LÍMITES ATTERBERG	PROCTOR NORMAL	ENSAYO CBR
% pasa # 5 UNE: 99	LL: 99	D. máx (t/m ³):	ÍNDICE 100% /95% PN:
% pasa # 2 UNE: 98	IP: NP	H. óptima, %:	HINCHAMIENTO, %:
% pasa # 0,40 UNE: 93	CLASIFICACIONES	PG-3/75:	OC-326/00:
% pasa # 0,080 UNE: 88	USCM: ML		
MATERIA ORGÁNICA	SULFATOS	HUMEDAD NATURAL%	31.72
Contenido, %:	Contenido, %:		

MAQUINARIA: PALA MIXTA

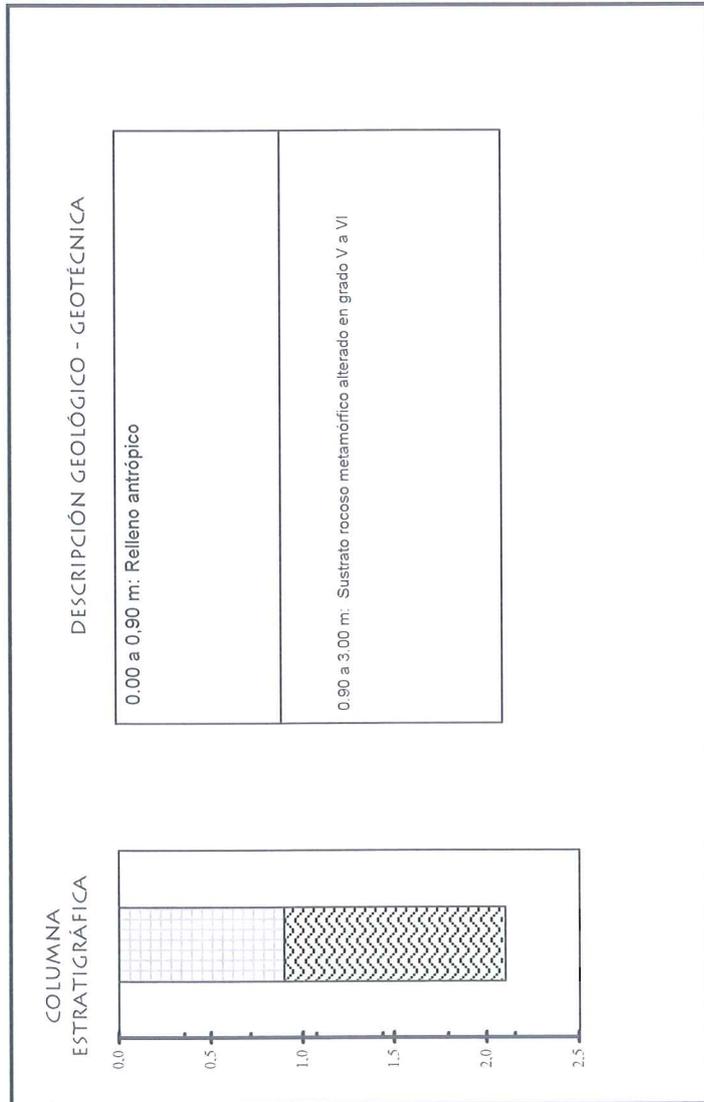
OBRA: CHALET AGARIMO **REF:** 1/46/2236

COORDENADA: X Y Z

SITUACIÓN: 3
FECHA: 28/04/2003

INSPECTOR: ASG

FOTO DE LA CALICATA



OBSERVACIONES:

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO		MUESTRA N°:	PROFUNDIDAD (m):
GRANULOMETRÍA	LÍMITES ATTERBERG	PROCTOR NORMAL	ENSAYO CBR
% pasa # 5 UNE: 99	LL: 98	D. máx (t/m ³):	ÍNDICE 100% /95% PN:
% pasa # 2 UNE: 98	IP: NP	H. óptima, %:	HINCHAMIENTO, %:
% pasa # 0.40 UNE: 93	CLASIFICACIONES	PG-3/75:	OC-326/00:
% pasa # 0.080 UNE: 88	USCM: ML		
MATERIA ORGÁNICA	SULFATOS	HUMEDAD NATURAL%	
Contenido, %:	Contenido, %:		31.72

OBRA: CHALET AGARIMO

REF: 1/46/2236

CALICATA Nº 4
INSPECTOR: ASG

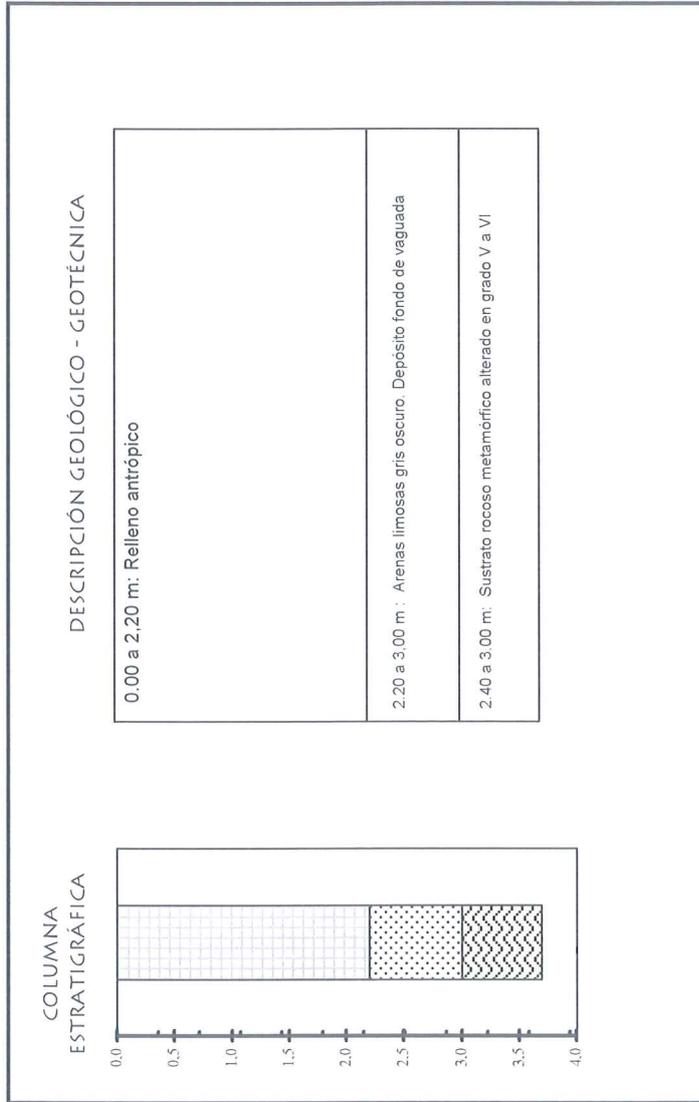
SITUACIÓN:
FECHA: 28/04/2003

COORDENADA: X Y Z

FOTO DE LA CALICATA



Material de la calicata



OBSERVACIONES:

- Se detecta la presencia de agua proveniente del relleno antrópico. Corresponde a una vía de agua

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO		MUESTRA Nº:	PROFUNDIDAD (m):
GRANULOMETRÍA	LÍMITES ATTERBERG	PROCTOR NORMAL	ENSAYO CBR
% pasa # 5 UNE: 99	LL: 99	D. máx (l/m ³):	ÍNDICE 100%/95% PN:
% pasa # 2 UNE: 98	IP: 98	H. óptima, %:	HINCHAMIENTO, %:
% pasa # 0,40 UNE: 93	CLASIFICACIONES	PG-3/75:	OC-326/00:
% pasa # 0,080 UNE: 88	USCM: ML		
MATERIA ORGÁNICA	SULFATOS	HUMEDAD NATURAL%	31.72
Contenido, %:	Contenido, %:		

REGISTRO DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA BORROS

PB - 1

CLIENTE: CONCELLO DE VIGO-XERENCIA MUNICIPAL DE URBANISMO

OBRA: PARQUE TECNOLOGICO

SITUACION: BEADE-VIGO

REF.: 1/46/2236

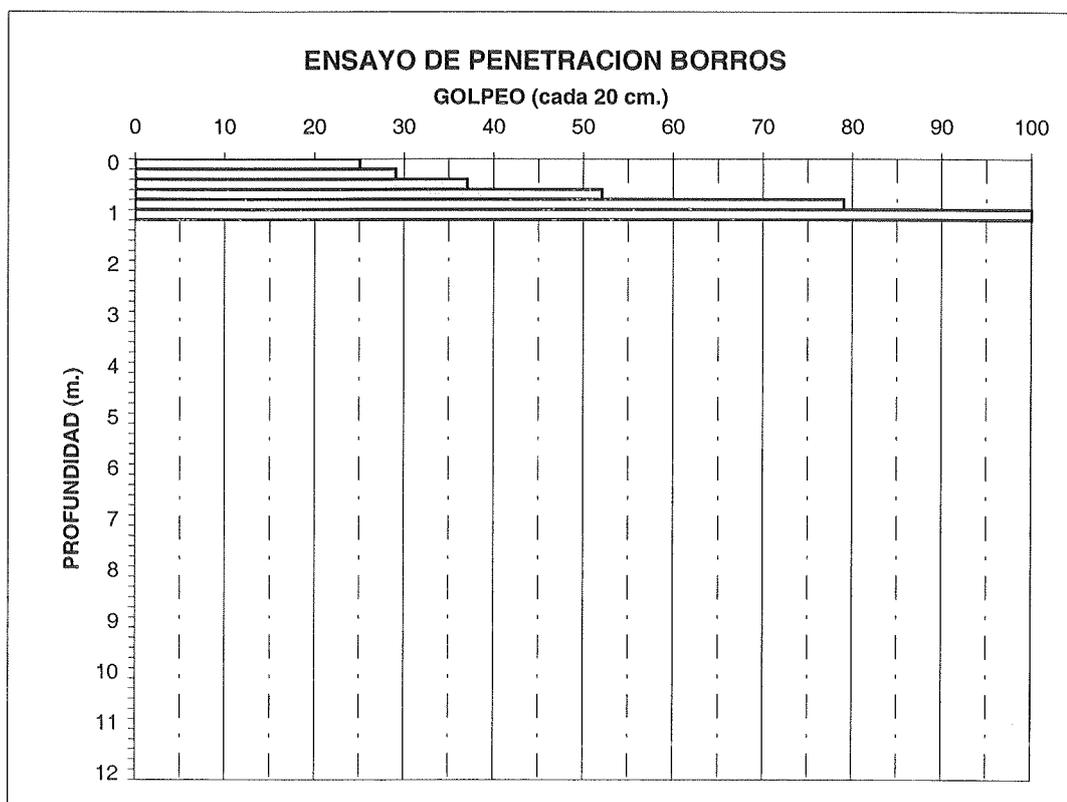
FECHA: 12/05/2003

COTA DE COMIENZO: TERRENO ACTUAL

POSICION DEL NIVEL FREATICO: Cerrado a 0.40 m

Código equipo Rolatec ML-60-A: 146 90

Prof. (m.)	N ₀₂₀	Prof. (m.)	N ₀₂₀	Prof. (m.)	N ₀₂₀	Prof. (m.)	N ₀₂₀
0,00-0,20	25	3,00-3,20		6,00-6,20		9,00-9,20	
0,20-0,40	29	3,20-3,40		6,20-6,40		9,20-9,40	
0,40-0,60	37	3,40-3,60		6,40-6,60		9,40-9,60	
0,60-0,80	52	3,60-3,80		6,60-6,80		9,60-9,80	
0,80-1,00	79	3,80-4,00		6,80-7,00		9,80-10,00	
1,00-1,20	100	4,00-4,20		7,00-7,20		10,00-10,20	
1,20-1,40		4,20-4,40		7,20-7,40		10,20-10,40	
1,40-1,60		4,40-4,60		7,40-7,60		10,40-10,60	
1,60-1,80		4,60-4,80		7,60-7,80		10,60-10,80	
1,80-2,00		4,80-5,00		7,80-8,00		10,80-11,00	
2,00-2,20		5,00-5,20		8,00-8,20		11,00-11,20	
2,20-2,40		5,20-5,40		8,20-8,40		11,20-11,40	
2,40-2,60		5,40-5,60		8,40-8,60		11,40-11,60	
2,60-2,80		5,60-5,80		8,60-8,80		11,60-11,80	
2,80-3,00		5,80-6,00		8,80-9,00		11,80-12,00	



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA BORROS
PB - 1'

CLIENTE: CONCELLO DE VIGO-XERENCIA MUNICIPAL DE URBANISMO

OBRA: PARQUE TECNOLOGICO

SITUACION: BEADE-VIGO

REF.: 1/46/2236

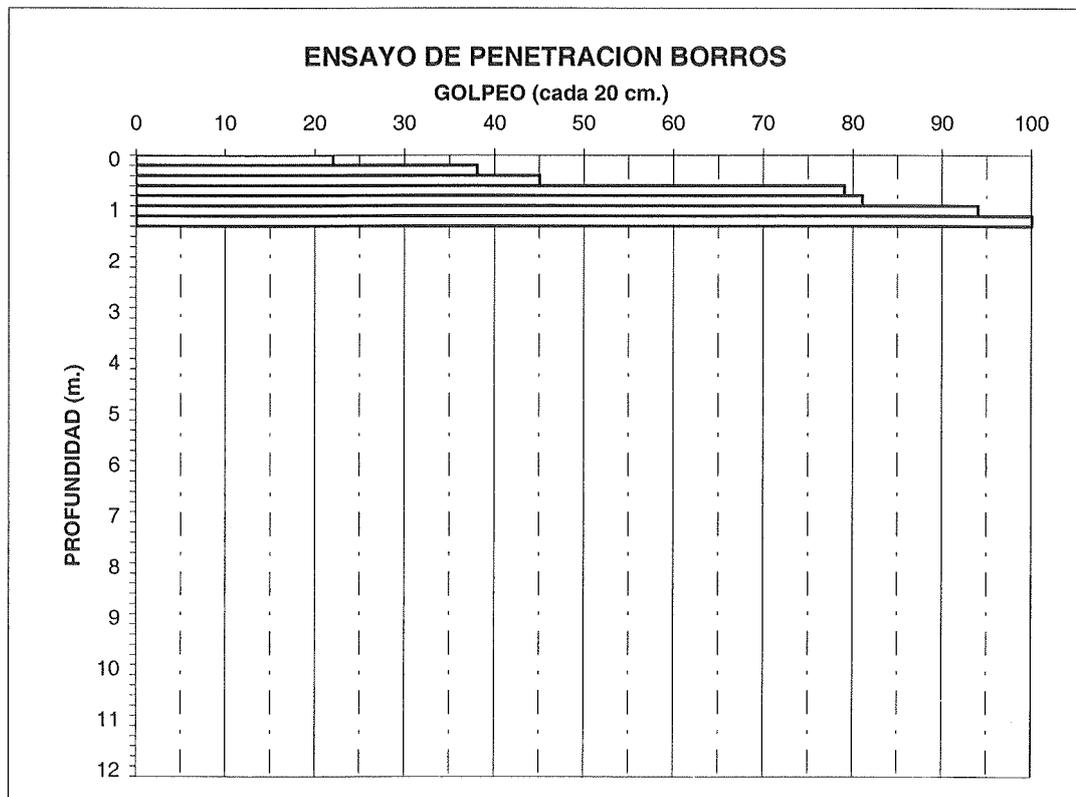
FECHA: 12/05/2003

COTA DE COMIENZO: TERRENO ACTUAL

POSICION DEL NIVEL FREATICO: Cerrado a 0.40 m

Código equipo Rolatec ML-60-A: 146 90

Prof. (m.)	N ₀₂₀	Prof. (m.)	N ₀₂₀	Prof. (m.)	N ₀₂₀	Prof. (m.)	N ₀₂₀
0,00-0,20	22	3,00-3,20		6,00-6,20		9,00-9,20	
0,20-0,40	38	3,20-3,40		6,20-6,40		9,20-9,40	
0,40-0,60	45	3,40-3,60		6,40-6,60		9,40-9,60	
0,60-0,80	79	3,60-3,80		6,60-6,80		9,60-9,80	
0,80-1,00	81	3,80-4,00		6,80-7,00		9,80-10,00	
1,00-1,20	94	4,00-4,20		7,00-7,20		10,00-10,20	
1,20-1,40	100	4,20-4,40		7,20-7,40		10,20-10,40	
1,40-1,60		4,40-4,60		7,40-7,60		10,40-10,60	
1,60-1,80		4,60-4,80		7,60-7,80		10,60-10,80	
1,80-2,00		4,80-5,00		7,80-8,00		10,80-11,00	
2,00-2,20		5,00-5,20		8,00-8,20		11,00-11,20	
2,20-2,40		5,20-5,40		8,20-8,40		11,20-11,40	
2,40-2,60		5,40-5,60		8,40-8,60		11,40-11,60	
2,60-2,80		5,60-5,80		8,60-8,80		11,60-11,80	
2,80-3,00		5,80-6,00		8,80-9,00		11,80-12,00	



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA BORROS

PB - 2

CLIENTE: CONCELLO DE VIGO-XERENCIA MUNICIPAL DE URBANISMO

OBRA: PARQUE TECNOLOGICO

SITUACION: BEADE-VIGO

REF.: 1/46/2236

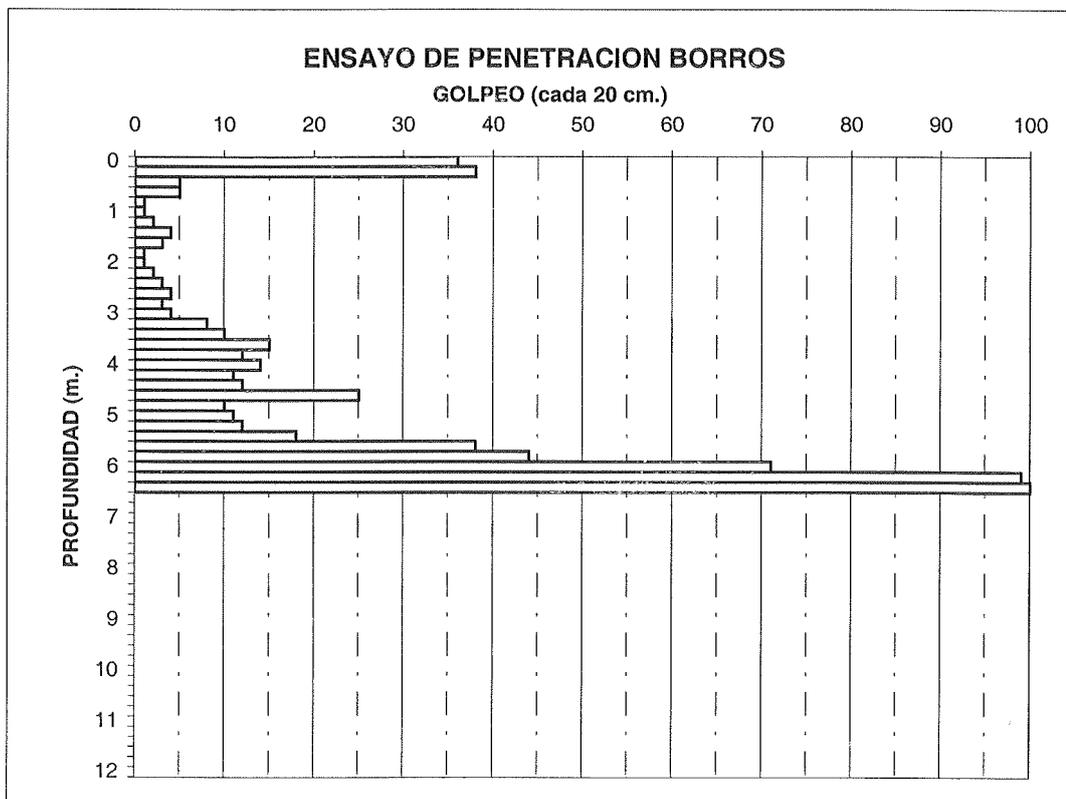
FECHA: 12/05/2003

COTA DE COMIENZO: TERRENO ACTUAL

POSICION DEL NIVEL FREATICO: Cerrado a 0.40 m

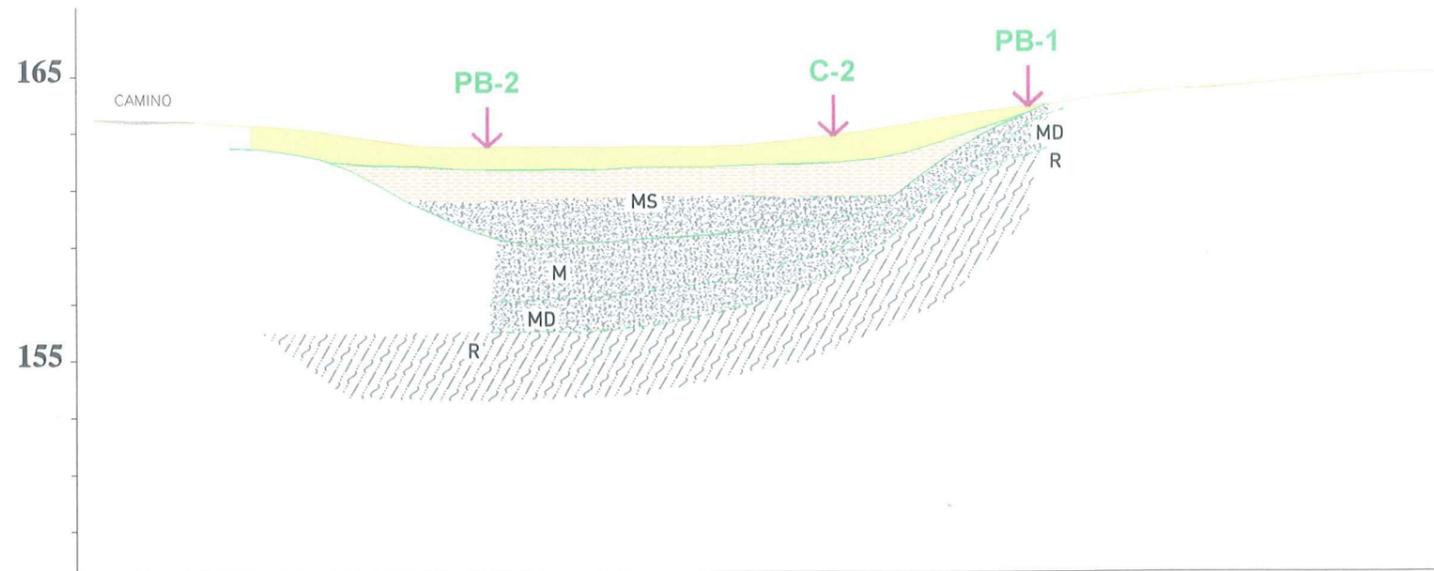
Código equipo Rolatec ML-60-A: 146 90

Prof. (m.)	N ₀₂₀	Prof. (m.)	N ₀₂₀	Prof. (m.)	N ₀₂₀	Prof. (m.)	N ₀₂₀
0,00-0,20	36	3,00-3,20	4	6,00-6,20	71	9,00-9,20	
0,20-0,40	38	3,20-3,40	8	6,20-6,40	99	9,20-9,40	
0,40-0,60	5	3,40-3,60	10	6,40-6,60	100	9,40-9,60	
0,60-0,80	5	3,60-3,80	15	6,60-6,80		9,60-9,80	
0,80-1,00	1	3,80-4,00	12	6,80-7,00		9,80-10,00	
1,00-1,20	1	4,00-4,20	14	7,00-7,20		10,00-10,20	
1,20-1,40	2	4,20-4,40	11	7,20-7,40		10,20-10,40	
1,40-1,60	4	4,40-4,60	12	7,40-7,60		10,40-10,60	
1,60-1,80	3	4,60-4,80	25	7,60-7,80		10,60-10,80	
1,80-2,00	1	4,80-5,00	10	7,80-8,00		10,80-11,00	
2,00-2,20	1	5,00-5,20	11	8,00-8,20		11,00-11,20	
2,20-2,40	2	5,20-5,40	12	8,20-8,40		11,20-11,40	
2,40-2,60	3	5,40-5,60	18	8,40-8,60		11,40-11,60	
2,60-2,80	4	5,60-5,80	38	8,60-8,80		11,60-11,80	
2,80-3,00	3	5,80-6,00	44	8,80-9,00		11,80-12,00	



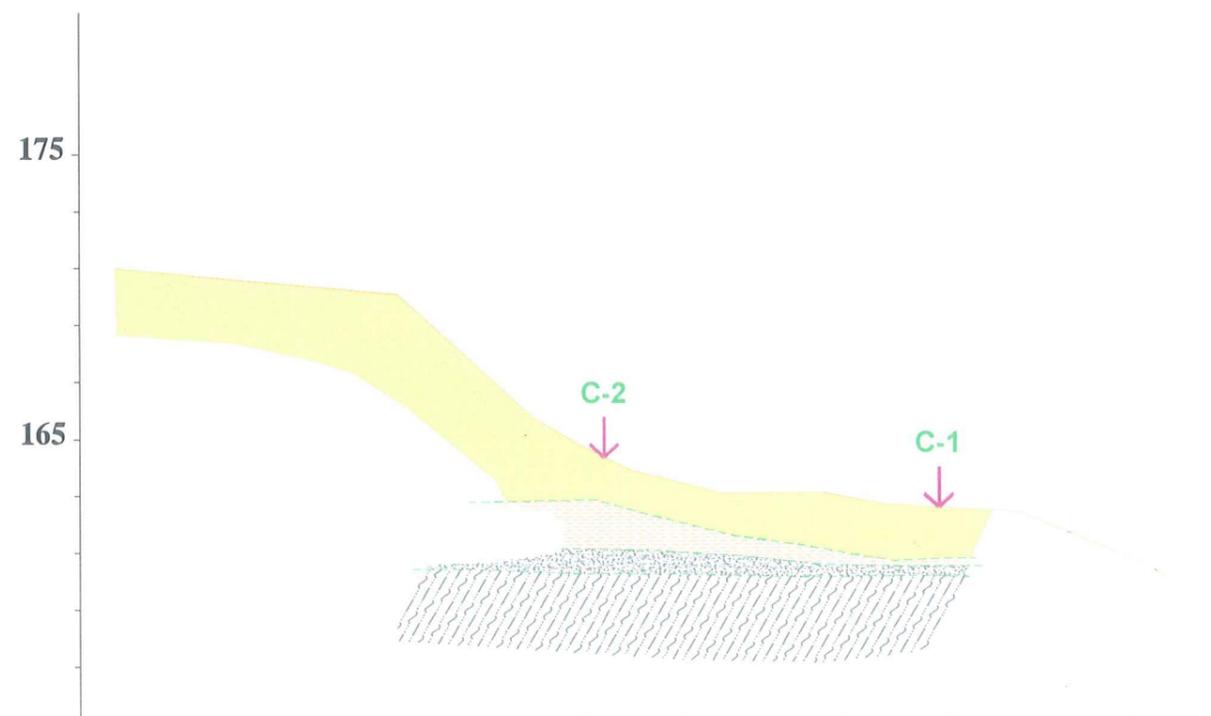
PERFILES GEOTÉCNICOS

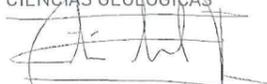
PERFIL 1



LEYENDA	
	RELLENO ANTROPICO
	LIMO ARENOSO
	ARENA LIMOSA
	SUSTRATO ALTERADO
NIVELES DE COMPACIDAD	
MS	Muy suelto
M	Medio
MD	Muy denso
R	Rechazo

PERFIL 2



Consultor:		norcontrol	
Obra:		soluziona SERVICIOS PROFESIONALES	
		CHALET AGARIMO, PARROQUIA DE BEADE VIGO	
Plano	1462236	Cliente:  Concello de Vigo Concelleira de Cultura	Escala: 1:400 Plano Nº: 867 2
Referencia	1/46/2236		
Comprobado	C.H.M.		
Dibujado	E.R.M.		
Fecha	03/06/03		
LCDA. CIENCIAS GEOLOGICAS  CRISTINA DEL HOYO MAGADAM		Titulo: PERFIL GEOLOGICO	

ENSAYOS DE LABORATORIO

OBRA: CHALET AGARINO BEADE - VIGO

Ref.: 1/46/2236

Fecha: 02/06/03

Nº Informe: 03L0998

MATERIAL: SUELO

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:

Identificación: JABRE M-1,CATA-2,PROF:4,20

Utilización: ---

Fecha de toma de muestra: 12/05/2003

Ref. cliente: OR-0116/03

RESULTADOS OBTENIDOS:

1.- Próctor Normal (s/UNE 103 500/94):

Densidad seca máxima(g/cm3):

Humedad óptima (%):

2.- Límites Atterberg (s/UNE 103 103/94 y 103 104/93):

Límite Líquido:

Límite Plástico:

Índice de Plasticidad:

3.- Materia Orgánica (%) (s/UNE 103 204/93):

4.- Sales solubles (%) (s/NLT-114/96):

5.- Sulfatos (cualitativo) (s/NLT-119/72):

6.- Ensayo del hinchamiento (%) (s/UNE 103 601/96):

7.- Humedad natural (%) (s/NLT-102/98):

8.- Contenido de yeso en suelos (s/NLT-115/98):

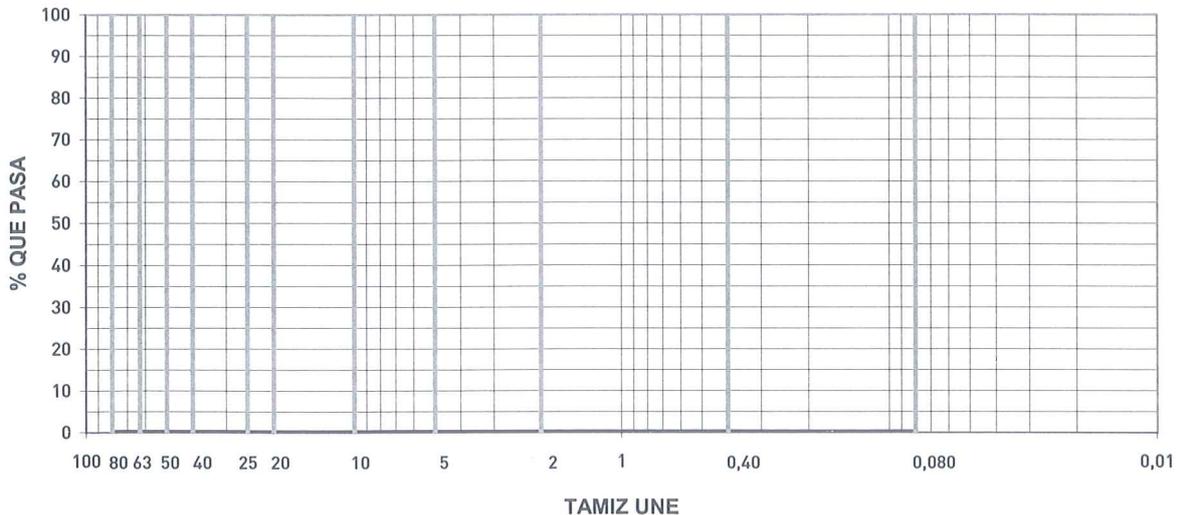
9.- Ensayo de colapso de suelos (s/NLT-254/96):

Índice de colapso (I):

Potencial porcentual de colapso (I_c):

10.- Análisis granulométrico (s/UNE 103 101/95):

	CLASIFICACION S/PG-3			
	Marginal	Tolerable	Adecuado	Seleccionado
	LL > 90 ó IP < (0,73 (LL-20))	LL < 65 ó LL > 40 e IP > (0,73 (LL-20))	LL < 40 ó LL > 30 e IP > 4	LL < 30 e IP < 10
	< 5%	< 2%	< 1%	< 0,2%
		< 1 %	< 0,2 %	< 0,2 %
	AUSENCIA			
	< 5%	< 3%		
		< 5 %		
		< 1 %		
			100% inf. a 100 mm.y máx 35 % pasa 0,080 UNE. 80 % `pasa 2 UNE	100% inf. a 100 mm. máx. 25 % pasa 0,080 UNE. 75% pasa 0,4 UNE. 80 % pasa 2 UNE.



TAMIZ	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,080
%PASA											

11.- C.B.R. (s/UNE 103 502/95):

Índice C.B.R. (100% P.N.):

Espaldón	Cimiento	Núcleo	Coronación
	> 3	> 3	> 5

OBSERVACIONES: ---

Encargado de Área

Fdo.- Antonio Gómez Lesta

Vº Bº Jefe de Laboratorio

Fdo.- Adriano Miranda Ferreiro

Lcdo. en Ciencias Químicas

NOTA: Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a análisis. El informe no deberá reproducirse parcialmente sin aprobación escrita de Norcontrol. Laboratorio de Construcción. C.I.F. A-15044357. R.M. La Coruña H 1507, F 114, T 292, L 138, Sec. 3ª de Sociedades, 1,1 Domicilio Social: Carretera N-VI, Km 582. 15168 Sada (La Coruña). Tfno. 981 014 500; Fax 981 014 550
 Areas de acreditación: AS: "Area de control "in situ" de la ejecución de la soldadura de elementos estructurales de acero" (Nº:15011AS91), HA: "Area de control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes,cemento, áridos, agua, acero para armaduras adiciones y aditivos" (Nº:15050HA95), SE: "Area de ensayo de laboratorio de mecánica de suelo" (Nº:15013SE91), ST: "Area de toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas "in situ" del suelo" (Nº:15029ST92), SV: "Area de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales" (Nº:15043SV93)

norcontrol

OBRA: CHALET AGARIMO BEADE VIGO
MATERIAL: SUELO

Ref.: 1/46/2236
Fecha: 4/06/2003
Nº Informe: 03OR0116

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:

Identificación: ---
 Utilización: ---

Fecha de toma de muestra: 12/05/2003

RESULTADOS OBTENIDOS:

1.- Próctor Normal (s/UNE 103.500/94):

Densidad seca máxima (g/cm³): --
 Humedad óptima (%): ---

2.- Límites de Atterberg (s/UNE 103.104,103.103/94):

Límite Líquido:
 Límite Plástico:
 Índice de Plasticidad:

3.- Materia Orgánica (s/NLT-118):

Materia orgánica (%):

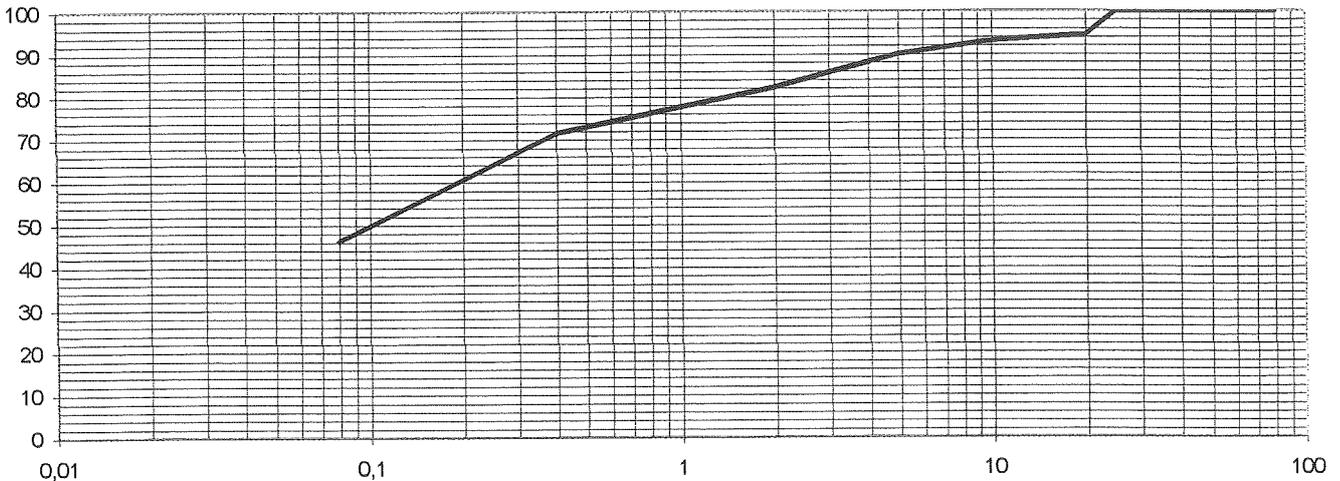
CLASIFICACION S/PG-3			
	Tolerable	Adecuado	Seleccionado
	mínimo 1,45	mínimo 1,75	mínimo 1,75

---	LL<40 ó LL<65 e IP > (0,6LL-9)	LL<40	LL<30 e IP <10
-----	--------------------------------------	-------	-------------------

---	< 2%	< 1%	exento
-----	------	------	--------

máx.25 % de árido mayor de 15 cm.	100% inf. a 10 cm.y máx 35 % pasa 0,080 UNE	100% inf. a 80 mm. máx. 25 % pasa 0,080 UNE.
---	--	---

4.- Análisis Granulométrico (s/UNE 103.101/95):



TAMIZ	0,080	0,40	2	5	10	20	25	40	50	63	80
%PASA	46	72	82	90	93	95	100	100	100	100	100

5.- C.B.R. (s/NLT-111):

Índice C.B.R. (100% P.N.):
 Hinchamiento (%):

CLASIFICACION S/PG-3			
---	>3	>5	>10
---	-	<2	0

OBSERVACIONES: ---

Encargado de Area

Fdo. Jose Carlos Iglesias Cortiñas

V.B. Jefe de Laboratorio

Fdo.- Isabel López Vázquez
 Arquitecto Tecnico