Universidad Zaragoza
1542

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina destinada a la fabricación de cazos de palas de maquinaria agrícola.

ANEXO I - CÁLCULO ESTRUCTURAL

Autor
IAGO BUETAS MATA

Director/es
VICTOR TABUENCA CINTORA

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad de Zaragoza
2022

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 5
2 NORMATIVA 5
3 MATERIALES 5
4 ACCIONES 7
4.1 COEFICIENTES DE SEGURIDAD 7
4.1.1 COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD 7
4.1.2 COEFICIENTES DE SIMULTANEIDAD 7
4.2 COMBINACIÓN DE ACCIONES 8
5 NAVE INDUSTRIAL 9
5.1 CÁLCULOS DE CARGAS SOBRE LA NAVE INDUSTRIAL 9
5.1.1 CÁLCULO DE CARGAS DE VIENTO. 9
5.1.2 CÁLCULO DE CARGAS DE NIEVE. 16
5.1.3 CÁLCULO DE CARGAS DEL PUENTE GRÚA. 18
5.2 CERRAMIENTOS 20
5.2.1 CERRAMIENTO LATERAL 20
5.2.2 CERRAMIENTO FRONTAL 21
5.2.3 CERRAMIENTO DE CUBIERTA 22
5.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS CORREAS 24
5.3.1 CORREAS LATERALES 24
5.3.2 CORREAS DE FACHADA 30
5.3.3 CORREAS DE CUBIERTA 33
5.4 VIGA CARRIL 40
5.4.1 COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA 43
5.4.2 PANDEO LATERAL 44
5.4.3 ABOLLADURA POR CORTANTE 45
5.4.4 RIGIDIZADORES 46
5.4.5 CARGAS CONCENTRADAS 47
5.5 PÓRTICOS 51
5.5.1 PÓRTICO PRINCIPAL 51
5.5.1.1 DIAGRAMAS 52
5.5.1.2 PILAR IZQUIERDO 65
5.5.1.3 PILAR DERECHO 70
5.5.1.4 DINTEL IZQUIERDO 75
5.5.1.5 DINTEL DERECHO 80

5.5.2 PÓRTICO DE FACHADA 86
5.5.2.1 PILAR IZQUIERDO y DERECHO 87
5.5.2.2 PILARES DE FACHADA 93
5.5.2.3 DINTEL IZQUIERDO Y DERECHO 97
5.6 ARRIOSTRAMIENTOS 103
5.6.1 ARRIOSTRAMIENTO LATERAL 103
5.6.1.1 MONTANTES 104
5.6.1.2 TIRANTES 107
5.7 UNIONES 109
5.7.1 UNIÓN 1 (PILAR-DINTEL) 109
5.7.2 UNIÓN 2 (CUMBRERA) 117
5.7.3 UNIÓN 3 (DINTEL) 125
5.8 CÁLCULO DE ZAPATA 133
5.8.1 VUELCO 134
5.8.2 DESLIZAMIENTO 135
5.8.3 TENSIÓN SOBRE EL TERRENO 135
5.8.4 CÁLCULO DE LA ARMADURA 137
6 OFICINAS 138
6.1 INTRODUCCIÓN 138
6.2 CÁLUCLO DE CARGAS. 138
6.2.1 CÁLCULO DE CARGAS DE VIENTO. 138
6.2.2 CÁLCULO DE CARGAS DE NIEVE. 139
6.2.3 ACCIONES GRAVITATORIAS. 141
6.3 CALCULO DE LA ESTRUCTURA. 142
6.3.1 PILARES 142
6.3.1.1 UBICACIÓN 142
6.3.1.2 ARMADO 142
6.3.2 VIGAS 144
6.3.2.1 FORJADO 1 144
6.3.2.2 FORJADO 2 150
7 CÁLCULO MEDIANTE EL PROGRAMA CYPE 156
7.1 UNIONES METÁLICAS 156
7.1.1 INTRODUCCIÓN 156
7.1.2 UBICACIÓN DE LAS UNIONES 156
7.1.3 UNIONES 157
7.1.3.1 UNIÓN U1 157

7.1.3.2 UNIÓN U2 161
7.1.3.3 UNIÓN U3 165
7.1.3.4 UNIÓN U4 169
7.1.3.5 UNIÓN U5 173
7.1.3.6 UNIÓN U6 176
7.1.3.7 UNIÓN U7 180
7.1.3.8 UNIÓN U8 184
7.2 CIMENTACIÓN 188
7.2.1 INTRODUCCIÓN 188
7.2.2 UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN 188
7.2.3 CIMENACIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL 189
7.2.3.1 ZAPATAS 189
7.2.3.2 VIGA DE ATADO 202
7.2.4 CIMENTACIÓN DE LA OFICINA 203
7.2.4.1 ZAPATAS 203
7.2.4.2 VIGAS DE ATADO 210

1 INTRODUCCIÓN

En este anexo se van a realizar los cálculos de los principales elementos de la nave industrial así como de las oficinas. Estos cálculos se realizarán a mano y con la ayuda del programa de cálculo CYPE.

En este anexo se calcularán tanto las acciones que existen en las dos edificaciones como el dimensionamiento y comprobación de los elementos constructivos y de las uniones.

2 NORMATIVA

En el presente anexo se han tenido en cuenta los siguientes documentos del Código Técnico de la Edificación (CTE):

DB-SE: Seguridad Estructural
DB-SE-AE: Seguridad Estructural-Acciones en la edificación
DB-SE-A: Seguridad Estructural-Acero
DB-SE-C: Seguridad Estructural-Cimentaciones
EHE-08: Instrucción de Hormigón Estructural

3 MATERIALES

El material utilizado para la materialización de la nave industrial es: Acero S275 JR. Cuyas características recogidas en la tabla 4.1 de DB SE-A:

Tabla 4.1 Características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm^2)			Tensión de rotura f_u (N/mm^2)	
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$3 \leq t \leq 100$	°C
S235JR	235	225	215	360	20
S235J0					0
S235J2					-20
S275JR	275	265	255	410	20
S275J0					0
S275J2					-20
S355JR	355	345	335	470	20
S355J0					0
S355J2					-20
S355K2					-20 (1)
S450J0	450	430	410	550	0

(1) Se le exige una energía mínima de 40J.

Las características del acero utilizado son las siguientes:

Módulo de elasticidad: $E = 210000\ N/mm^2$
Módulo de rigidez: $G = 81000\ N/mm^2$
Coeficiente de Poisson: $\nu = 0{,}3$
Coeficiente de dilatación térmica: $a = 1{,}2x10^{-5}\ (ºC)^{-1}$
Densidad: $\rho = 7850\ kg/m^3$

El material utilizado en la oficina es: HA-25 y B 500 S. Cuyas características recogidas en la tabla 32.2.a del EHE-08:

Tabla 32.2.a Tipos de acero corrugado

Tipo de acero		Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad	
Designación		B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Límite elástico, f_y (N/mm2) (1)		≥ 400	≥ 500	≥ 400	≥ 500
Carga unitaria de rotura, f_s (N/mm2) (1)		≥ 440	≥ 550	≥ 480	≥ 575
Alargamiento de rotura, $\varepsilon_{u,5}$ (%)		≥ 14	≥ 12	≥ 20	≥ 16
Alargamiento total bajo carga máxima, $\varepsilon_{máx}$ (%)	acero suministrado en barra	≥ 5,0	≥ 5,0	≥ 7,5	≥ 7,5
	acero suministrado en rollo (3)	≥ 7,5	≥ 7,5	≥ 10,0	≥ 10,0
Relación f_s/f_y (2)		≥ 1,05	≥ 1,05	$1{,}20 \le f_s/f_y \le 1{,}35$	$1{,}15 \le f_s/f_y \le 1{,}35$
Relación $f_{y\ real}/f_{y\ nominal}$		--	--	≤ 1,20	≤ 1,25

(1) Para el cálculo de los valores unitarios se utilizará la sección nominal.
(2) Relación admisible entre la carga unitaria de rotura y el límite elástico obtenidos en cada ensayo.
(3) En el caso de aceros corrugados procedentes de suministros en rollo, los resultados pueden verse afectados por el método de preparación de la muestra para su ensayo, que deberá hacerse conforme a lo indicado en el Anejo 23. Considerando la incertidumbre que puede conllevar dicho procedimiento, pueden

4 ACCIONES

4.1 COEFICIENTES DE SEGURIDAD

4.1.1 COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD

Estos coeficientes están recogidos en la tabla 4.1 del DB-SE:

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación (1)	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
		desestabilizadora	**estabilizadora**
Estabilidad	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

(1) Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

4.1.2 COEFICIENTES DE SIMULTANEIDAD

Estos coeficientes quedan recogidos en la tabla 4.2 del DB-SE:

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas(Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

4.2 COMBINACIÓN DE ACCIONES

De acuerdo con el apartado 4.3.2 del DB-SE:

Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión:

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar reversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado frecuente, a partir de la expresión:

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Los efectos debidos a las acciones de larga duración, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado casi permanente, a partir de la expresión:

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i\geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

5 NAVE INDUSTRIAL

5.1 CÁLCULOS DE CARGAS SOBRE LA NAVE INDUSTRIAL

5.1.1 CÁLCULO DE CARGAS DE VIENTO.

En este apartado vamos a calcular las cargas de viento que tendrá que soportar nuestra nave industrial según el Código Técnico de la Edificación (CTE). Concretamente, seguiremos el Documento Básico de Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación (DB-SE-AE). En el apartado 3.3.2 podemos encontrar la siguiente expresión:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

donde:

- q_e : Presión estática.
- q_b : Presión dinámica del viento.
- c_e : Coeficiente de exposición.
- c_p : Coeficiente eólico.

Para calcular estos valores tenemos que ir al Anejo D del documento, donde en el apartado D.1 podemos obtener el valor de q_b según la localidad donde vayamos a construir nuestra nave industrial.

Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

4 El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de 0,42 kN/m^2, 0,45 kN/m^2 y 0,52 kN/m^2 para las zonas A, B y C de dicho mapa.

Nuestra nave industrial según la Figura D.1 se encuentra en la zona B (cerca de Zaragoza), por lo tanto $qb = 0{,}45\ kN/m2$.

Para obtener c_e vamos al apartado D.2 donde lo calculamos con las siguientes fórmulas:

$$c_e = F \cdot (F + 7\,k) \qquad (D.2)$$

$$F = k\ \ln(\max(z,Z) / L) \qquad (D.3)$$

donde los valores de k, L, Z se obtienen en la siguiente tabla (Tabla D.2):

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

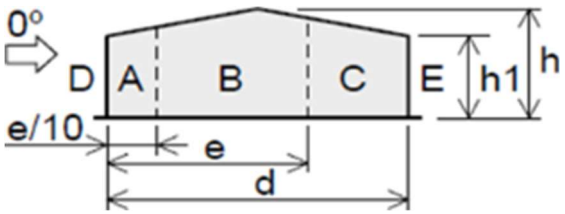
	Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
		k	L (m)	Z (m)
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Como nuestra nave industrial está situada en un polígono industrial, nuestro grado de aspereza del entorno será el IV por lo tanto:

$$k = 0{,}22;\ L = 0{,}3;\ Z = 5.$$

Ahora vamos a calcular los demás valores que nos faltan según la dirección en la que actúe el viento.

HIPÓTESIS V1 (0º): Donde el viento actúa en la dirección perpendicular a la fachada izquierda de la nave.



donde:

$d = 20\ m;$ Es la Luz de la nave industrial.
$h1 = 7\ m;$ Es la altura de los pilares.
$h = 8\ m;$ Es la altura total.

El valor de "e" se obtiene con la fórmula: $e = min\,(b, 2h)$ donde "b" es la longitud perpendicular a la dirección del viento, en este caso es la longitud total de la nave que son 50 m.

Por lo tanto $e = 2 * h = 2 * 8 = 16\,m$.

Ahora podemos calcular c_e con las fórmulas vistas anteriormente (siendo $z = 7$ metros para esta hipótesis):

$$F = k * ln(\frac{max\,(z, Z)}{L}) = 0{,}22 * ln(\frac{7}{0{,}3}) = 0{,}693$$
$$c_e = F * (F + 7 * k) = 0{,}693 * (0{,}693 + 7 * 0{,}22) = 1{,}5474$$

Solo nos queda por calcular el coeficiente c_p, que se calcula a partir de la tabla D.3 Paramentos verticales:

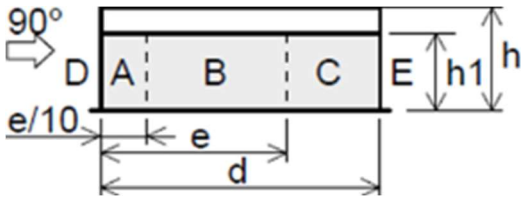
A (m^2)	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"		0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	."	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

En este caso $h/d = 8/20 = 0{,}4$ por lo tanto tendremos que interpolar los valores entre 1 y 0,25, además nuestra área $A > 10\,m2$. Por lo tanto nos quedan los siguientes valores:

		A	B	C	D	E
Sup. de las zonas (m^2)		11,328	109,872	28,80	350	350
h/d	1	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,50
Tablas	0,25	-1,20	-0,80	-0,50	0,70	-0,30
	Cp	-1,20	-0,80	-0,50	0,72	-0,34
	Cp*Ce	-1,86	-1,24	-0,77	1,11	-0,53
	Carga q	-0,84	-0,56	-0,35	0,50	-0,24

Una vez obtenido el valor Cp para cada superficie, si lo multiplicamos por el coeficiente de exposición Ce y por la presión dinámica q_b se obtiene la carga de viento en cada superficie como se puede ver en la última fila de la tabla.

HIPÓTESIS V2 (90º): Donde el viento actúa en la dirección longitudinal de la nave industrial.



donde:

$d = 50\,m$; Es la longitud de la nave industrial.
$h1 = 7\,m$; Es la altura de los pilares.
$h = 8\,m$; Es la altura total.

El valor de "e" se obtiene con la fórmula: $e = min\,(b, 2h)$ donde "b" es la longitud perpendicular a la dirección del viento, en este caso es la luz de la nave que son 20 m.

Por lo tanto $e = 2 * h = 2 * 8 = 16\,m$.

Ahora podemos calcular c_e con las fórmulas vistas anteriormente (donde $z = 8$ metros para esta hipótesis):

$$F = k * ln(\frac{max\,(z, Z)}{L}) = 0{,}22 * ln(\frac{8}{0{,}3}) = 0{,}7224$$
$$c_e = F * (F + 7 * k) = 0{,}7224 * (0{,}7224 + 7 * 0{,}22) = 1{,}6342$$

Solo nos queda por calcular el coeficiente c_p, que se calcula a partir de la tabla D.3 Paramentos verticales:

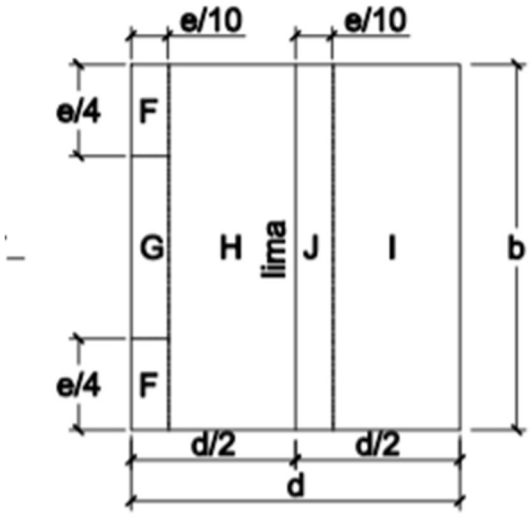
A (m^2)	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"		0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	."	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

En este caso $h/d = 8/50 = 0{,}16$ por lo tanto cogeremos los valores para h/d < 0,25 y además nuestra área $A > 10\,m2$. Por lo tanto nos quedan los siguientes valores:

		A	B	C	D	E
Sup. de las zonas (m²)		11,2	100,8	238	150	150
h/d	1	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,50
Tablas	0,25	-1,20	-0,80	-0,50	0,70	-0,30
	Cp	-1,20	-0,80	-0,50	0,70	-0,30
	Cp*Ce	-1,96	-1,31	-0,82	1,14	-0,49
	Carga q	-0,88	-0,59	-0,37	0,51	-0,22

Una vez obtenido el valor Cp para cada superficie, si lo multiplicamos por el coeficiente de exposición Ce y por la presión dinámica qb se obtiene la carga de viento en cada superficie como se puede ver en la última fila de la tabla.

HIPÓTESIS V1a (0º) y V1b (0º):



donde:

$d = 20\,m$; Es la Luz de la nave industrial.
$b = 50\,m$; Es la longitud de la nave.

El valor de "e" se obtiene con la fórmula: $e = min\,(b, 2h)$.

Por lo tanto $e = 2 * h = 2 * 8 = 16\,m$.

Ahora podemos calcular c_e con las fórmulas vistas anteriormente:

$$F = k * ln(\frac{max\,(z, Z)}{L}) = 0{,}22 * ln(\frac{8}{0{,}3}) = 0{,}7224$$
$$c_e = F * (F + 7 * k) = 0{,}7224 * (0{,}7224 + 7 * 0{,}22) = 1{,}6342$$

Solo nos queda por calcular el coeficiente c_p, que se calcula a partir de la tabla D.6 Cubiertas a dos aguas; apartado a) Dirección del viento $-45º < \theta < 45º$. En este caso

tenemos dos hipótesis ya que en la tabla nos dan dos valores de cálculo para cada pendiente de cubierta y superficie :

Pendiente de la cubierta α	A (m^2)	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2 -0,6	0,2 -0,6
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	0,2 -0,6	0,2 -0,6
5°	≥ 10	-1,7 +0,0	-1,2 +0,0	-0,6 +0,0	-0,6	0,2 -0,6
	≤ 1	-2,5 +0,0	-2 +0,0	-1,2 +0,0	-0,6	0,2 -0,6
15°	≥ 10	-0,9 0,2	-0,8 0,2	-0,3 0,2	-0,4 +0,0	-1 +0,0
	≤ 1	-2 0,2	-1,5 0,2	-0,3 0,2	-0,4 +0,0	-1,5 +0,0
30°	≥ 10	-0,5 0,7	-0,5 0,7	-0,2 0,4	-0,4 0	-0,5 0
	≤ 1	-1,5 0,7	-1,5 0,7	-0,2 0,4	-0,4 0	-0,5 0
45°	≥ 10	-0,0 0,7	-0,0 0,7	-0,0 0,6	-0,2 +0,0	-0,3 +0,0
	≤ 1	-0,0 0,7	-0,0 0,7	-0,0 0,6	-0,2 +0,0	-0,3 +0,0
60°	≥ 10	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
75°	≥ 10	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3

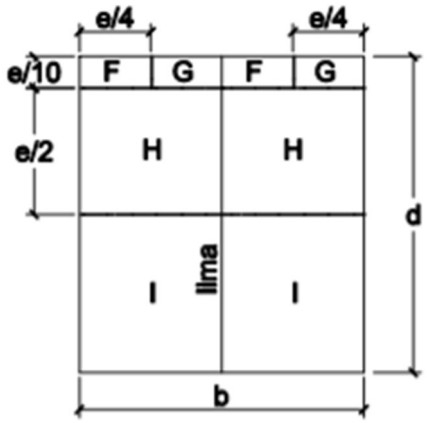
En este caso tenemos una pendiente del 10%, por lo tanto tenemos un ángulo Alpha de 5,71º. Para la hipótesis a cogeremos los valores superiores y para la hipótesis b los inferiores, entonces nos quedan las siguientes tablas:

V1a (0º)		F	G	H	I	J
Sup. de las zonas (m^2)		6,4	67,2	420	420	80,0
Angulo	5	-1,70	-1,20	-0,60	-0,60	0,20
Tablas	15	-0,90	-0,80	-0,30	-0,40	-1,00
	Cp	-1,64	-1,17	-0,58	-0,59	0,11
	Cp*Ce	-2,69	-1,91	-0,95	-0,96	0,19
	Carga q	-1,21	-0,86	-0,43	-0,43	0,08

V1b (0º)		F	G	H	I	J
Sup. de las zonas (m^2)		6,4	67,2	420	420	80,0
Angulo	5	0,00	0,00	0,00	-0,60	-0,60
Tablas	15	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00
	Cp	0,01	0,01	0,01	-0,56	-0,56
	Cp*Ce	0,02	0,02	0,02	-0,91	-0,91
	Carga q	0,01	0,01	0,01	-0,41	-0,41

Una vez obtenido el valor Cp para cada superficie, si lo multiplicamos por el coeficiente de exposición Ce y por la presión dinámica qb se obtiene la carga de viento en cada superficie.

HIPÓTESIS V2 (90º): En la zona de la cubierta.



donde:

$d = 50\ m$; Es la longitud de la nave industrial.
$b = 20\ m$; Es la Luz de la nave industrial.

El valor de "e" se obtiene con la fórmula: $e = min\ (b, 2h) = 2 * h = 2 * 8 = 16\ m.$

Ahora podemos calcular c_e con las fórmulas vistas anteriormente:

$$F = k * ln(\frac{max\ (z, Z)}{L}) = 0{,}22 * ln(\frac{8}{0{,}3}) = 0{,}7224$$
$$c_e = F * (F + 7 * k) = 0{,}7224 * (0{,}7224 + 7 * 0{,}22) = 1{,}6342$$

Solo nos queda por calcular el coeficiente c_p, que se calcula a partir de la tabla D.6 Cubiertas a dos aguas; apartado b) Dirección del viento $45º < \theta < 135º$:

Pendiente de la cubierta α	A (m²)	Zona (según figura), -45° ≤ θ ≤ 45°			
		F	G	H	I
-45°	≥ 10	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	≥ 10	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	≥ 10	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	≥ 10	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	≥ 10	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5
30°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
45°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
60°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5
75°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5

En este caso tenemos una pendiente del 10%, por lo tanto tenemos un ángulo Alpha de 5,71º.

		F	G	H	I
Sup. de las zonas (m²)		6,4	9,6	80	404
Angulo	5	-1,60	-1,30	-0,70	-0,60
Tablas	15	-1,30	-1,30	-0,60	-0,50
	Cp	-1,58	-1,30	-0,69	-0,59
	Cp*Ce	-2,58	-2,12	-1,13	-0,97
	Carga q	-1,16	-0,96	-0,51	-0,44

Una vez obtenido el valor Cp para cada superficie, si lo multiplicamos por el coeficiente de exposición Ce y por la presión dinámica qb se obtiene la carga de viento en cada superficie.

5.1.2 CÁLCULO DE CARGAS DE NIEVE.

Según el apartado 3.5.1 del DB SE-AE se puede calcular la carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n, como:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

donde:

μ: Coeficiente de forma de la cubierta según el apartado 3.5.3
s_k: Valor característico de la carga de nieve en un terreno horizontal según el apartado 3.5.2

En nuestro caso según el apartado 3.5.3 el coeficiente de forma es igual a 1 debido a que nuestra cubierta tiene una inclinación menor a 30º.

Por otro lado, para calcular el valor característico de la carga de nieve nos vamos al Anejo E.

Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

Donde nuestra nave industrial está situada cerca de Zaragoza, entonces nuestra zona de clima invernal es la Zona 2 según la Figura E.2.

El valor de la sobrecarga de nieve se obtiene de la tabla E.2, en nuestro caso estamos en la Zona 2 y nuestra nave industrial se sitúa a una altitud de 185 metros.

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m^2)

Altitud (m)	**Zona de clima invernal**, (según figura E.2)						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Por lo tanto $s_k = 0{,}4925$ haciendo la interpolación de la tabla E.2

De esta manera, el valor de la carga de nieve es: $q_n = 1 * 0{,}4925 = 0{,}4925\ kN/m2$

5.1.3 CÁLCULO DE CARGAS DEL PUENTE GRÚA.

Debido a la actividad que se va a realizar en nuestra empresa, vamos a utilizar un puente grúa para transportar los diferentes productos desde la zona de producción hasta la soldadura, pintura o almacenaje. Para ello se va a instalar un puente grúa jaso de 20 metros de longitud que puede transportar materiales y productos de hasta 5 Tn.

Para determinar las reacciones que produce el puente grúa en las ruedas, vamos a consultar el catálogo que nos proporciona el fabricante.

Reactions per wheel (Kgs)

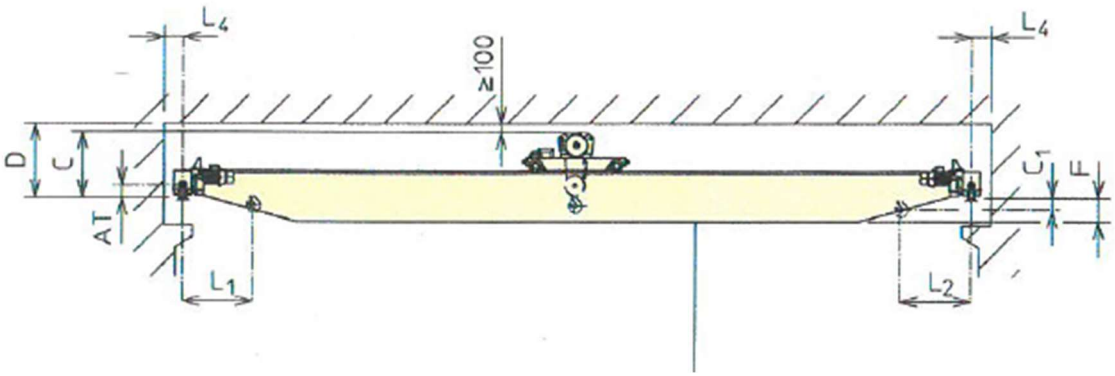
Capacity kgs.		6	8	10	12	14	S p 16	a n 18	(20	h) 22	24	26	28	30
1000	Max.	930	1040	1210	1310	1420	1550	1705	1840	2130	2445	2745	3075	3520
	Min.	405	470	605	690	785	900	1030	1160	1445	1745	2040	2365	2795
1250	Max.	1040	1155	1325	1430	1540	1675	1825	1960	2250	2565	2865	3195	3640
	Min.	420	480	615	695	790	900	1035	1165	1450	1750	2045	2370	2800
1600	Max.	1200	1320	1490	1595	1710	1840	1995	2130	2420	2740	3040	3370	3810
	Min.	435	490	625	705	795	910	1040	1170	1455	1750	2045	2370	2805
2000	Max.	1375	1540	1675	1785	1900	2035	2190	2350	2650	2960	3280	3610	4050
	Min.	460	550	640	720	815	930	1055	1210	1495	1785	2095	2425	2870
2500	Max.	1590	1800	1920	2035	2150	2275	2465	2660	2930	3245	3560	3900	4360
	Min.	480	605	665	740	840	940	1100	1285	1545	1840	2140	2475	2915
3200	Max.	1895	2120	2240	2375	2490	2655	2880	3105	3335	3670	3990	4400	4860
	Min.	525	635	695	790	860	1005	1195	1405	1625	1935	2240	2645	3090
4000	Max.	2320	2545	2700	2825	3000	3160	3435	3630	3870	4155	4475	4925	5350
	Min.	590	685	745	830	950	1085	1320	1490	1720	1985	2305	2740	3350
5000	Max.	2830	3010	3165	3330	3515	3750	3980	4210	4420	4705	5105	5515	6050
	Min.	735	735	790	885	1020	1220	1395	1610	1815	2070	2455	2860	3375

De la siguiente tabla podemos determinar la reacción máxima y mínima que se produciría en cada rueda. Esta reacción depende de la capacidad y la longitud del puente grúa.

Por lo tanto nuestra reacción máxima en las ruedas será $P_{max} = 4210\ kg = 41{,}3\ kN$ y la reacción mínima $P_{min} = 1610\ kg = 15{,}8\ kN$.

En cuanto a las dimensiones principales de nuestro puente grúa, las determinamos de la siguiente tabla:

Capacity Tns.	L Span (m).	ELECTRIC HOIST TYPE	h. speed m/min.	l. height m.	L1	L2	L3	L4	L5	AT	C1*	C	D	F	I	LR	RL	S
5	<10,5	BX50H0641	4/1,3	6	910	910	105	200	1100	135	10	865	965	136	230	2000	1230	2460
	>10,5-16,5													336		2500	1480	2960
	>16,5-22,5													486		3250	1855	3710
	>22,5-24,5				925	925	127		1600	155	-25	900	1000	536	260	4000	2230	4460
	>24,5-28,5													701			2260	4520
	>28,5-30	BX50H0641	6/2						2000					801		4500	2510	5020



D = 965 mm

C = 865 mm

AT = 135 mm

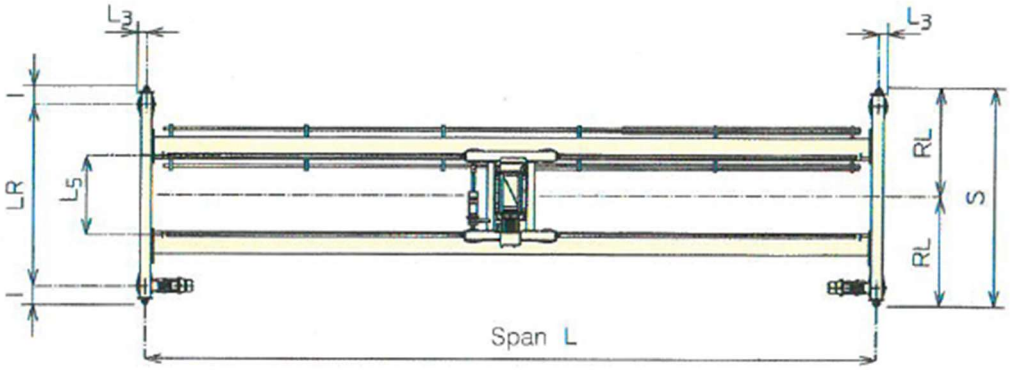
L4 = 200 mm

L1 = 910 mm

L2 = 910 mm

F = 486 mm

C1 = 10 mm



LR = 3250 mm

mm

L3 = 105 mm

mm

L5 = 1100 mm

L = 20000 mm

RL = 1855

S = 3710

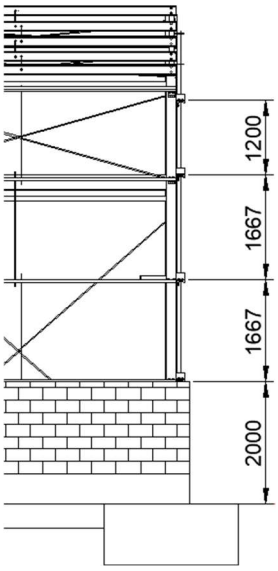
5.2 CERRAMIENTOS

El cerramiento de nuestra nave industrial consistirá en un muro de 2 metros de altura y el resto se cubrirá con chapa metálica, para ello debemos escoger una chapa metálica tanto para las fachadas laterales y frontales como para la cubierta de nuestra nave industrial.

Para ello vamos a elegir un perfil del catálogo de la empresa CM CURBIMETAL ya que nos proporciona unas tablas que en función de la separación de los puntos de apoyo y del perfil de las chapas, estas pueden soportar ciertas acciones superficiales.

5.2.1 CERRAMIENTO LATERAL

La geometría de las fachadas laterales es la siguiente:



Altura de paño de chapa = 5 m

Altura de muro = 2 m

Nº de correas = 4

Separación de correas = 1,67 m

Las acciones que actúan sobre las chapas de la fachada lateral son:

CARACTERÍSTICAS	
ESPESOR (mm)	PESO (kg/m²)
0,5	4,76
0,6	5,72
0,7	6,67
0,8	7,62
1,0	9,53
1,2	11,43
1,5	14,29

El propio peso de la chapa, el cual lo sacamos de la tabla del fabricante ya que vamos a elegir una chapa CM 30/1030 de 0,7 mm de espesor, por lo tanto su peso será de 0,0667 kN/m^2.

Las acciones del viento, las cuales las hemos calculado en el apartado 5.1.1. Para el cerramiento lateral la hipótesis más desfavorable es la Hipótesis V2 (90º), donde la mayor carga de viento a succión se produce en la superficie A cuyo valor es de -0,88 kN/m^2 y la de presión en la superficie D de valor 0,50 kN/m^2.

Por lo tanto la hipótesis más desfavorable se produce cuando la acción dominante es la de viento de succión y por lo tanto la carga mayorada que tendrá que soportar la chapa en la fachada lateral será de: $q = 1{,}5 * 0{,}88 = 1{,}32\ kN/m^2$

Una vez obtenidos los valores de carga y geométricos, podemos comprobar si nuestra chapa puede resistir estas acciones. Según la tabla que nos proporciona el fabricante, la chapa puede soportar las siguientes cargas por metro cuadrado:

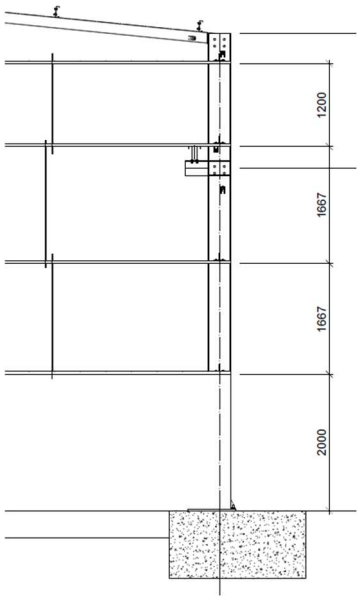
Tres apoyos

ESPESOR (mm)	LUZ ENTRE APOYOS (m)						
	1	1,25	1,50	1,75	2	2,25	2,50
0,5	501	319	220	160	122	95	76
0,6	597	380	262	191	145	113	91
0,7	690	439	303	221	167	131	105
0,8	782	497	343	250	190	148	118
1,0	962	612	422	307	233	182	146

La chapa puede soportar una carga superficial de $265\ kp/m2\ =\ 2{,}6\ kN/m2$, por lo tanto esta chapa sí que resiste las acciones desfavorables ya que $2{,}6\ kN/m^2\ >\ 1{,}32\ kN/m^2$.

5.2.2 CERRAMIENTO FRONTAL

La geometría de las fachadas frontales es la siguiente:



Altura de paño de chapa = 6 m

Altura de muro = 2 m

Nº de correas = 4

Separación de correas = 1,67 m

Las acciones que actúan sobre las chapas de la fachada lateral son:

CARACTERÍSTICAS	
ESPESOR (mm)	PESO (kg/m²)
0,5	4,76
0,6	5,72
0,7	6,67
0,8	7,62
1,0	9,53
1,2	11,43
1,5	14,29

El propio peso de la chapa, el cual lo sacamos de la tabla del fabricante ya que vamos a elegir una chapa CM 30/1030 de 0,7 mm de espesor, por lo tanto su peso será de 0,0667 kN/m^2.

Las acciones del viento, las cuales las hemos calculado en el apartado 5.1.1. Para el cerramiento frontal la hipótesis más desfavorable es la Hipótesis V1 (0º), donde la mayor carga de viento

a succión se produce en la superficie A cuyo valor es de -0,84 kN/m^2 y la de presión en la superficie D de valor 0,51 kN/m^2.

Por lo tanto la hipótesis más desfavorable se produce cuando la acción dominante es la de viento de succión y por lo tanto la carga mayorada que tendrá que soportar la chapa en la fachada lateral será de: $q = 1{,}5 * 0{,}84 = 1{,}26\ kN/m^2$

Una vez obtenidos los valores de carga y geométricos, podemos comprobar si nuestra chapa puede resistir estas acciones. Según la tabla que nos proporciona el fabricante, la chapa puede soportar las siguientes cargas por metro cuadrado:

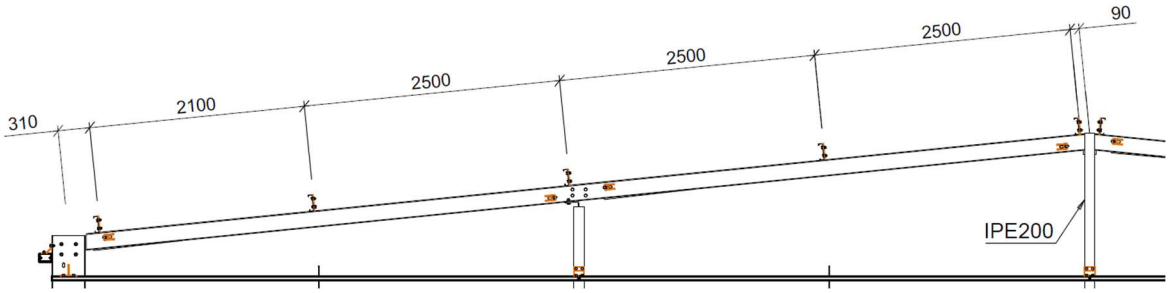
Tres apoyos

ESPESOR (mm)	LUZ ENTRE APOYOS (m)						
	1	1,25	1,50	1,75	2	2,25	2,50
0,5	501	319	220	160	122	95	76
0,6	597	380	262	191	145	113	91
0,7	690	439	303	221	167	131	105
0,8	782	497	343	250	190	148	118
1,0	962	612	422	307	233	182	146

La chapa puede soportar una carga superficial de $265\ kp/m2\ =\ 2{,}6\ kN/m2$, por lo tanto esta chapa si que resiste las acciones desfavorables ya que $2{,}6\ kN/m^2\ >\ 1{,}26\ kN/m^2$.

5.2.3 CERRAMIENTO DE CUBIERTA

La geometría del cerramiento de la cubierta es la siguiente:



Luz de la nave = 20 m; Nº de correas por faldón = 5; Modulación = 5 m

Separación de correas = 2,5 m; Pendiente = 10%

Las acciones que actúan sobre las chapas de la cubierta son:

CARACTERÍSTICAS	
ESPESOR (mm)	PESO (kg/m²)
0,5	5,04
0,6	6,04
0,7	7,05
0,8	8,06
1,0	10,07
1,2	12,09
1,5	15,11

El propio peso de la chapa, el cual lo sacamos de la tabla del fabricante ya que vamos a elegir una chapa CM 40/974 de 0,8 mm de espesor, por lo tanto su peso será de 0,0806 kN/m^2.

Las acciones del viento son las calculadas en las Hipótesis V1a (0º), V1b (0º) y V2 (90º) del apartado 5.1.1, donde la mayor carga de viento a succión se produce en la superficie F de la Hipótesis V1a (0º) cuyo valor es de -1,21 kN/m^2 y la de presión en la superficie J de la Hipótesis V1a(0º) de valor 0,08 kN/m^2.

Por lo tanto la hipótesis más desfavorable se produce cuando la acción dominante es la de viento de succión y por lo tanto la carga mayorada que tendrá que soportar la chapa en la fachada lateral será: $q = 0{,}8 * 0{,}0806 + 1{,}5 * (-1{,}21) = 1{,}75\ kN/m^2$.

Una vez obtenidos los valores de carga y geométricos, podemos comprobar si nuestra chapa puede resistir estas acciones. Según la tabla que nos proporciona el fabricante, la chapa puede soportar las siguientes cargas por metro cuadrado:

Tres apoyos

ESPESOR (mm)	LUZ ENTRE APOYOS (m)						
	1	1,25	1,50	1,75	2	2,25	2,50
0,5	861	549	380	278	211	166	133
0,6	1026	654	452	331	252	198	159
0,7	1189	758	324	383	292	229	184
0,8	1351	862	596	436	332	260	209
1,0	1668	1064	736	538	409	321	258

La chapa puede soportar una carga superficial de $209\ kp/m^2 = 2{,}05\ kN/m^2$, por lo tanto esta chapa si que resiste las acciones desfavorables ya que $2{,}05\ kN/m^2 > 1{,}75\ kN/m^2$.

5.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS CORREAS

A continuación se va a calcular los esfuerzos que deben soportar las correas en función de las cargas calculadas anteriormente y posteriormente se dimensionarán. Este procedimiento se va a realizar para las correas laterales, de fachada y de cubierta.

5.3.1 CORREAS LATERALES

En cuanto a la disposición de las correas, al tener un muro de 2 metros de altura, se colocarán 4 correas separadas entre sí 1,67 metros. Estas correas tendrán una longitud de 10 metros ya que irán apoyadas en 3 pórticos.

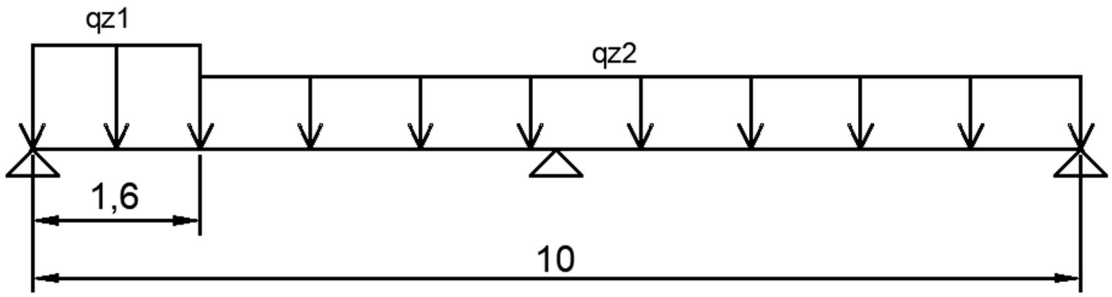
Las cargas que deben soportar las correas laterales son de viento y su propio peso. Estas cargas de viento son distintas en función de la superficie y de las distintas hipótesis, por lo tanto con los cálculos realizados en el apartado 5.1.1 obtenemos las siguientes cargas de viento:

Carga de viento [kN/m²]	
A (90º)	-0,88
B (90º)	-0,59
C (90º)	-0,37
D (0º)	0,50
E (0º)	-0,24

Como las cargas actúan en diferentes direcciones, vamos a realizar el cálculo en dos planos diferentes, el plano X-Z y X-Y.

Plano X-Z:

En este plano actúan las cargas del viento. Para la hipótesis V2 (90º), la carga de viento de la superficie A actúa en una distancia de $e/10 = 1{,}6\ metros$ donde $e = 16\ metros$ y en el resto de la correa actuará la carga de viento de la superficie B tal y como se muestra en la imagen:

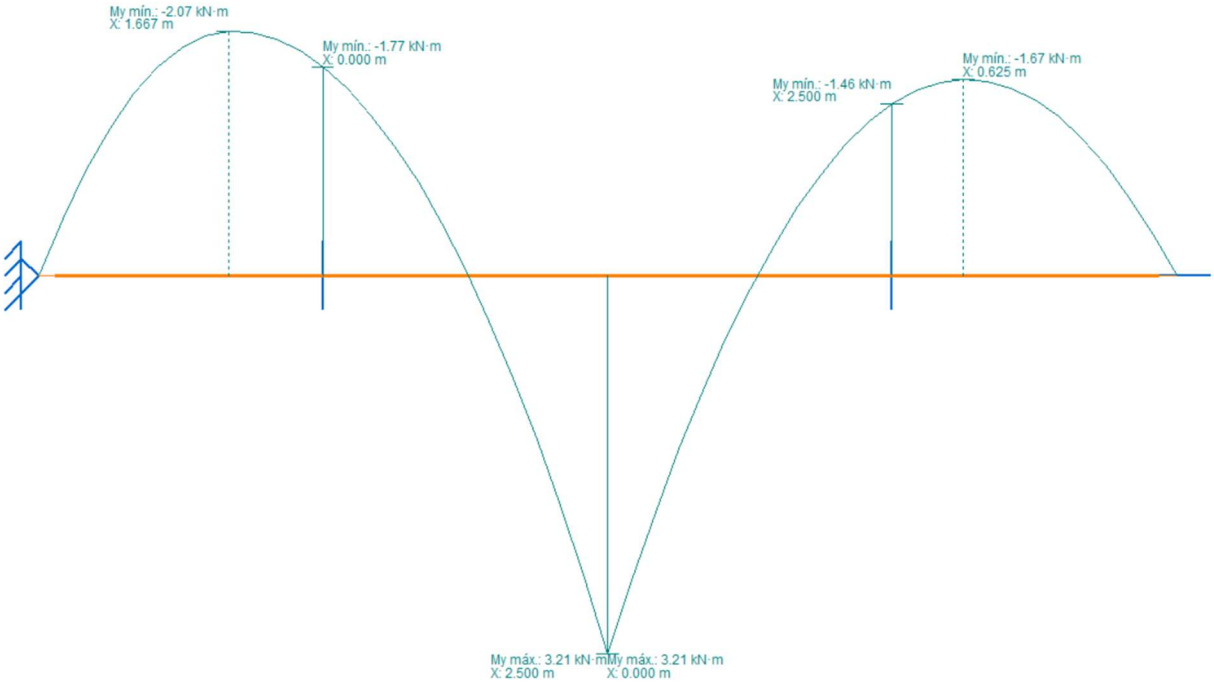


Donde qz1 y qz2 se calculan a continuación:

$$qz1 = -0{,}88 * 1{,}67 = -1{,}47\ kN/m$$

$$qz2 = -0{,}59 * 1{,}67 = -0{,}98\ kN/m$$

Con estas cargas realizamos el cálculo en el programa CYPE y obtenemos los siguientes resultados:

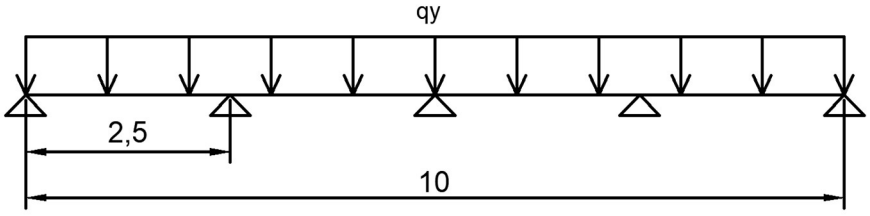


$$My1 = 3{,}21\ kN * m\ ;\ My2 = -1{,}77\ kN * m$$

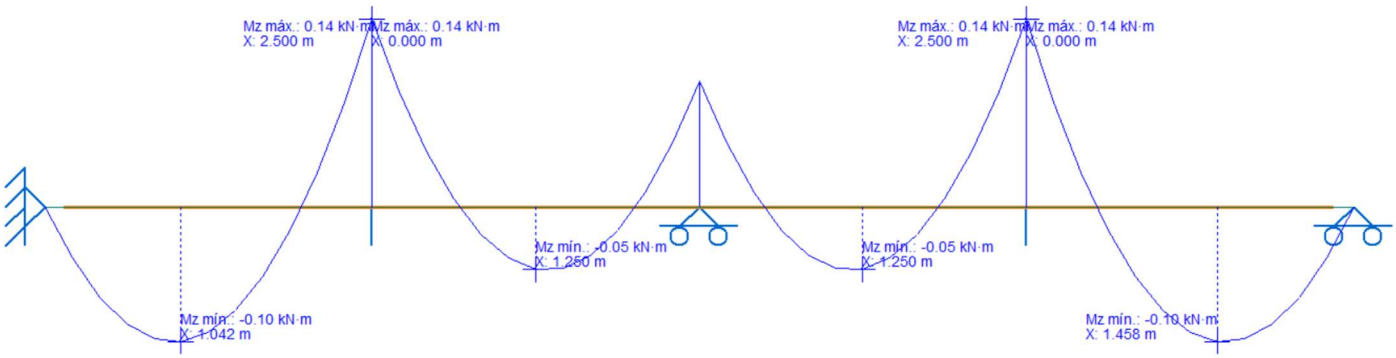
Plano X-Y:

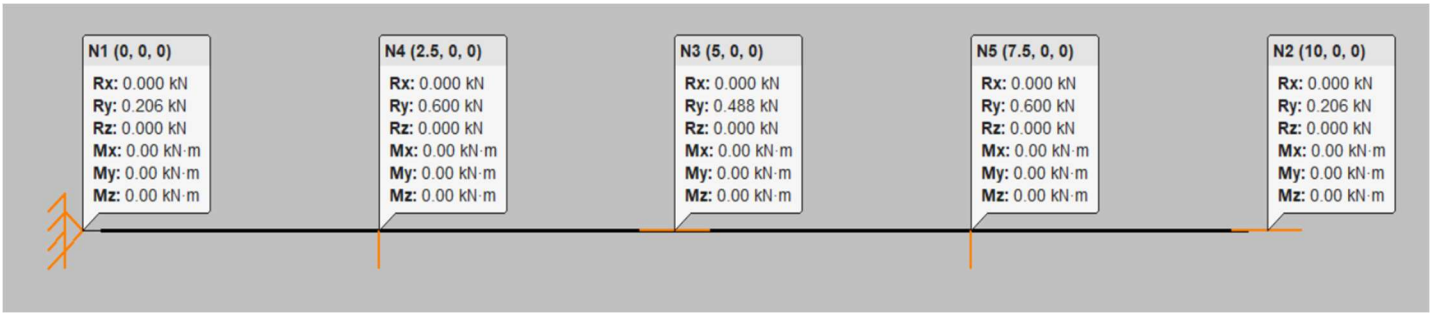
En este plano actúa el peso propio de las correas y el de la chapa metálica elegida en el apartado 2, por lo tanto la carga que actuará en este plano será:

$$qy = 0{,}10 + 0{,}0667 * 1{,}67 = 0{,}21\ kN/m$$



Con estas cargas realizamos el cálculo en el programa CYPE y obtenemos los siguientes resultados:





$$Mz1 = 0{,}094\ kN*m\ ;\ Mz2 = 0{,}14\ kN*m\ ;\ Ry\ =\ 0{,}6\ kN$$

Una vez calculados los esfuerzos, realizamos la combinación de esfuerzos más desfavorable: $CP * 1{,}35 + V2(90º) * 1{,}5$

Por lo tanto nos queda:

Esfuerzos en valor de cálculo		
	Med,y	Med,z
Sección 1	4,815	0,13
Sección 2	-2,655	0,19

Donde la Sección 1 es el apoyo central y la Sección 2 el punto medio entre los dos pórticos donde colocaremos una tirantilla que servirá como apoyo para que la flecha de la correa no sea muy grande.

La correa que vamos a utilizar va a ser un perfil CF 120.2.5, la cual tiene las siguientes propiedades:

$$Iy = 1{,}33\ E6\ mm^4\ ;\ Wy = 22{,}2\ E3\ mm^3\ ;\ Wz = 6{,}61\ E3\ mm^3$$

Con estos datos calculamos los momentos resistentes y comprobamos la resistencia del perfil escogido:

$$Mrd,y = Wy * fyd = (22{,}2 * 10^3) * \frac{275}{1{,}05} = 5{,}81\ kN*m$$

$$Mrd,z = Wy * fyd = (6{,}61 * 10^3) * \frac{275}{1{,}05} = 1{,}73\ kN*m$$

Sección 1:

$$\frac{Med,y}{Mrd,y}+\frac{Med,z}{Mrd,z}=\frac{4{,}815}{5{,}81}+\frac{0{,}13}{1{,}73}=0{,}83+0{,}07=0{,}90\leq 1$$

Sección 2:

$$\frac{Med,y}{Mrd,y}+\frac{Med,z}{Mrd,z}=\frac{2{,}655}{5{,}81}+\frac{0{,}19}{1{,}73}=0{,}46+0{,}11=0{,}57\leq 1$$

Como resultado del ELS del programa de cálculo CYPE 3D, obtenemos una flecha máxima de 14,573 mm la cual es inferior a la flecha máxima admisible que son 16,6 mm (5.000/300).

Por lo tanto el perfil CF 120.2.5 cumple la comprobación de resistencia.

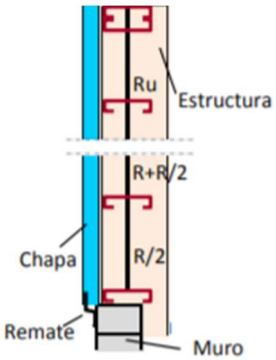
A continuación vamos a calcular el diámetro de las tirantillas que unen las distintas correas y en total se pondrán 3 tirantillas.

La última tirantilla es la que tendrá que soportar los esfuerzos de las otras por lo tanto con el dato calculado anteriormente $Ry=0{,}6\,kN\Rightarrow Ru=3*0{,}6=1{,}80\,kN\Rightarrow Ru,Ed=1{,}80*1{,}35=2{,}43\,kN$ como la tirantilla siempre trabaja a tracción:

$$Ru,Ed\leq A*fyd=\frac{\pi*D^2}{4}*\frac{275}{1{,}05}\Rightarrow Dmin=\sqrt{\frac{2430*4*1{,}05}{275*\pi}}=3{,}437\,mm$$

Por lo tanto las tirantillas tendrán un diámetro de 10 mm.

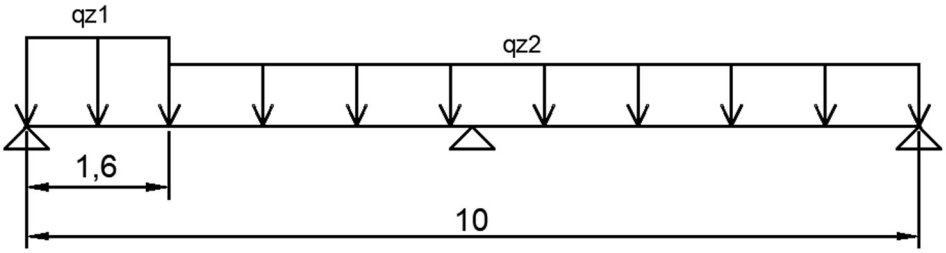
La última correa tiene que resistir las cargas de viento, de peso propio y de la chapa metálica como las demás correas inferiores, pero además tiene que resistir los esfuerzos que generan las tirantillas por lo tanto está última correa va a estar formada por un perfil doble como se ve en la imagen:



Al igual que en los cálculos del perfil simple vamos a dividir los distintos planos:

Plano X-Z:

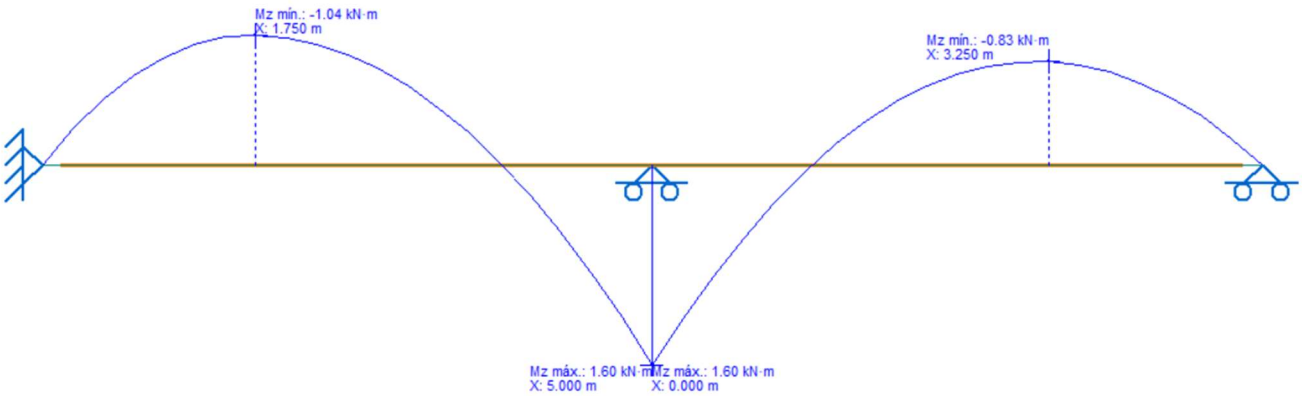
En este plano actúan las cargas del viento. Para la hipótesis V2 (90º), la carga de viento de la superficie A actúa en una distancia de $e/10=1{,}6\,metros$ donde $e=16\,metros$ y en el resto de la correa actuará la carga de viento de la superficie B tal y como se muestra en la imagen:



Donde qz1 y qz2 se calculan a continuación:

$$qz1 = -0{,}88 * \frac{1{,}67}{2} = -0{,}74\ kN/m$$
$$qz2 = -0{,}59 * \frac{1{,}67}{2} = -0{,}49\ kN/m$$

Con estas cargas realizamos el cálculo en el programa CYPE y obtenemos los siguientes resultados:

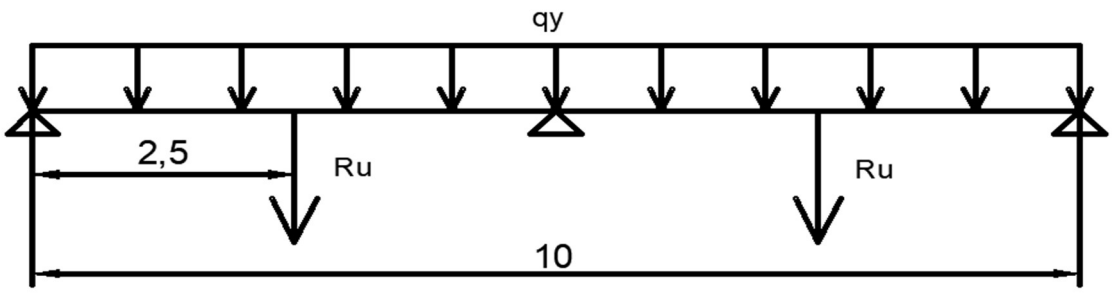


$$My1 = 1{,}61\ kN * m$$

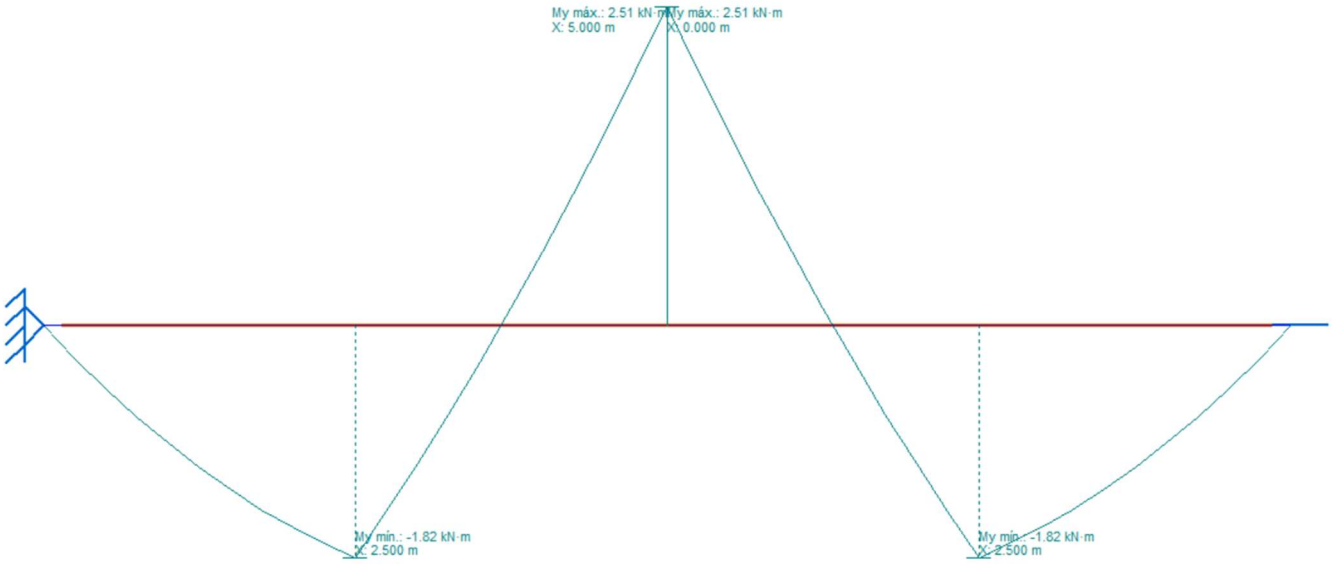
Plano X-Y:

En este plano actúa el peso propio de las correas, el de la chapa metálica elegida en el apartado 2 y la reacción última de las tirantillas:

$$qy = 2 * 0{,}10 + 0{,}0667 * \frac{1{,}67}{2} = 0{,}26\ kN/m$$
$$Ru = 3 * 0{,}6 = 1{,}80\ kN$$



Con estas cargas realizamos el cálculo en el programa CYPE y obtenemos los siguientes resultados:



$$Mz1 = 2{,}51\ kN * m$$

Una vez calculados los esfuerzos, realizamos la combinación de esfuerzos más desfavorable: $CP * 1{,}35 + V2(90º) * 1{,}5$

Por lo tanto nos queda:

$$Med, y = My1 * 1{,}5 = 1{,}61 * 1{,}5 = 2{,}415\ kN * m$$
$$Med, z = Mz1 * 1{,}5 = 2{,}51 * 1{,}35 = 3{,}39\ kN * m$$

El perfil utilizado en la última correa va a ser un perfil CF 120.2.5 doble por lo tanto sus propiedades son:

$$Iy = 2{,}66\ E6\ mm^4\ ;\ Wy = 44{,}33\ E3\ mm^3\ ;\ Wz = 41\ E3\ mm^3$$

Con estos datos calculamos los momentos resistentes:

$$Mrd,y = Wy * fyd = (44{,}33 * 10^3) * \frac{275}{1{,}05} = 11{,}61\ kN * m$$

$$Mrd,z = Wy * fyd = (41 * 10^3) * \frac{275}{1{,}05} = 10{,}74\ kN * m$$

Sección 1:

$$\frac{Med,y}{Mrd,y} + \frac{Med,z}{Mrd,z} = \frac{2{,}415}{11{,}61} + \frac{3{,}39}{10{,}74} = 0{,}21 + 0{,}31 = 0{,}52 \leq 1$$

Por lo tanto el doble perfil CF 120.2.5 cumple con la comprobación de resistencia.

5.3.2 CORREAS DE FACHADA

En cuanto a la disposición de las correas de fachada, estas tendrán la misma disposición que las correas laterales para así simplificar la construcción y el diseño de la nave industrial.

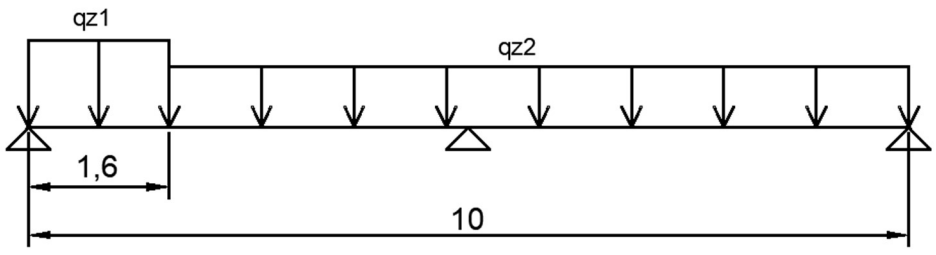
Las cargas que deben soportar las correas son de viento y su propio peso. Estas cargas de viento son distintas en función de la superficie y de las distintas hipótesis, por lo tanto con los cálculos realizados en el apartado 1.1 obtenemos las siguientes cargas:

Carga de viento [kN/m²]	
A (0º)	-0,84
B (0º)	-0,56
C (0º)	-0,35
D (90º)	0,51
E (90º)	-0,22

Como las cargas actúan en diferentes direcciones, vamos a realizar el cálculo en dos planos diferentes, el plano X-Z y X-Y.

Plano X-Z:

En este plano actúan las cargas del viento. Para la hipótesis V2 (90º), la carga de viento de la superficie A actúa en una distancia de $e/10 = 1{,}6\ metros$ donde $e = 16\ metros$ y en el resto de la correa actuará la carga de viento de la superficie B tal y como se muestra en la imagen:

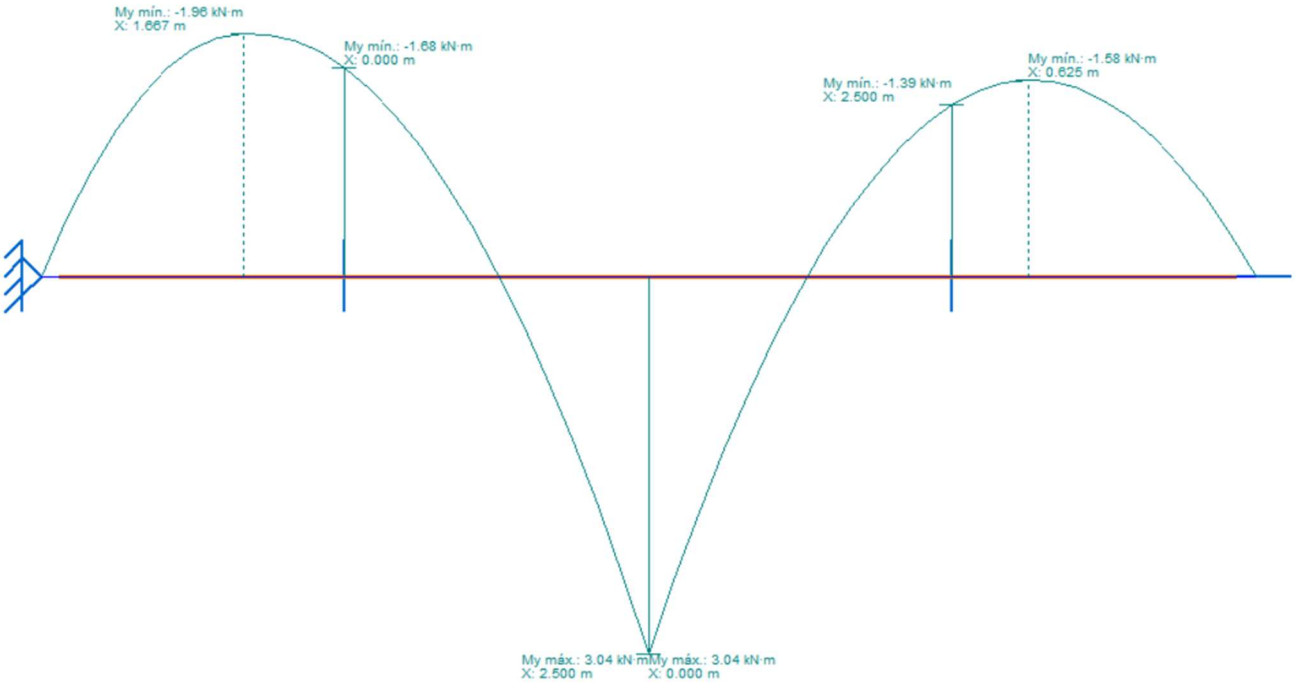


Donde qz1 y qz2 se calculan a continuación:

$$qz1 = -0{,}84 * 1{,}67 = -1{,}39\ kN/m$$

$$qz2 = -0{,}56 * 1{,}67 = -0{,}93\ kN/m$$

Con estas cargas realizamos el cálculo en el programa CYPE y obtenemos los siguientes resultados:

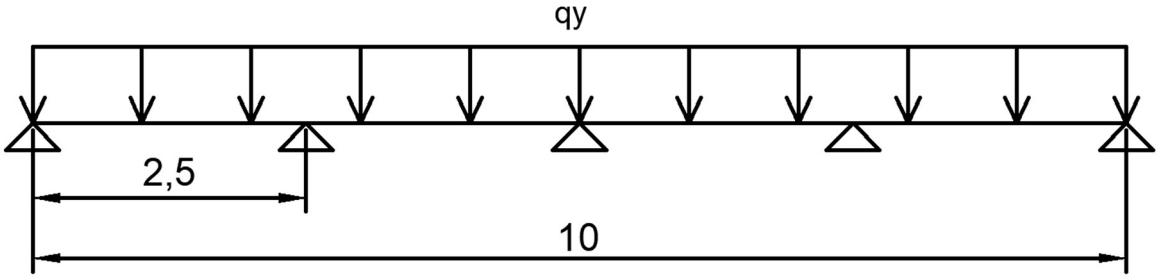


$$My1 = 3{,}04\ kN * m\ ;\ My2 = -1{,}68\ kN * m$$

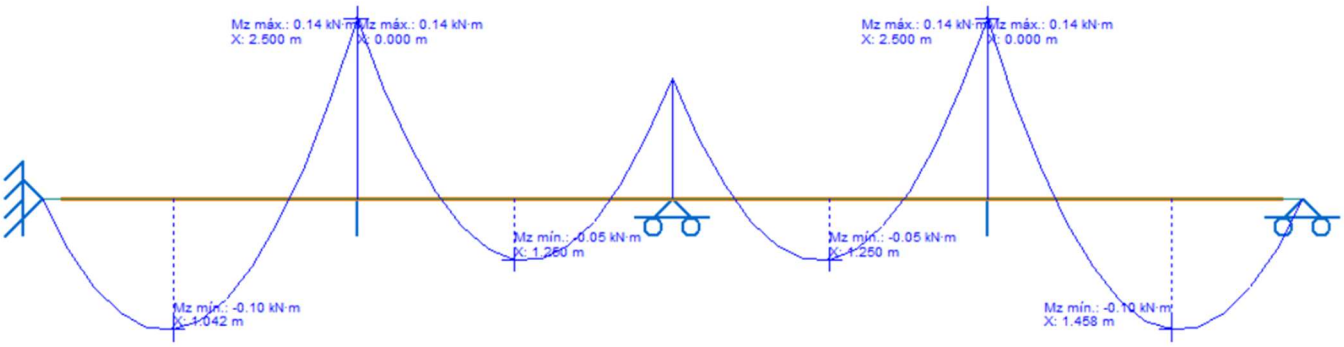
Plano X-Y:

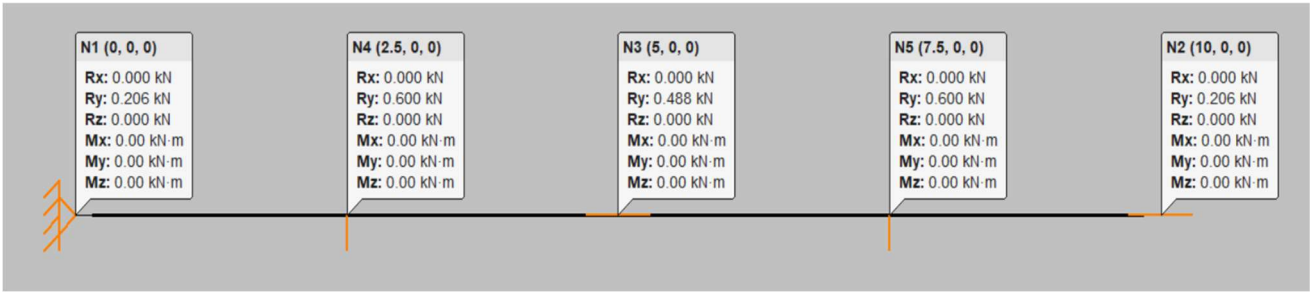
En este plano actúa el peso propio de las correas y el de la chapa metálica elegida en el apartado 2, por lo tanto la carga que actuará en este plano será:

$$qy = 0{,}10 + 0{,}0667 * 1{,}67 = 0{,}21\ kN/m$$



Con estas cargas realizamos el cálculo en el programa CYPE y obtenemos los siguientes resultados:





$$Mz1 = 0{,}094\ kN*m\ ;\ Mz2 = 0{,}14\ kN*m\ ;\ Ry\ =\ 0{,}6\ kN$$

Una vez calculados los esfuerzos, realizamos la combinación de esfuerzos más desfavorable: $CP * 1{,}35 + V2(90º) * 1{,}5$

Por lo tanto nos queda:

Esfuerzos en valor de cálculo		
	Med,y	Med,z
Sección 1	4,56	0,13
Sección 2	-2,52	0,19

Donde la Sección 1 es el apoyo central y la Sección 2 el punto medio entre los dos pórticos donde colocaremos una tirantilla que servirá como apoyo para que la flecha de la correa no sea muy grande.

La correa que vamos a utilizar va a ser un perfil CF 120.2.5, la cual tiene las siguientes propiedades:

$$Iy = 1{,}33\ E6\ mm^4\ ;\ Wy = 22{,}2\ E3\ mm^3\ ;\ Wz = 6{,}61\ E3\ mm^3$$

Con estos datos calculamos los momentos resistentes:

$$Mrd,y = Wy * fyd = (22{,}2 * 10^3) * \frac{275}{1{,}05} = 5{,}81\ kN*m$$

$$Mrd,z = Wy * fyd = (6{,}61 * 10^3) * \frac{275}{1{,}05} = 1{,}73\ kN * m$$

Sección 1:

$$\frac{Med,y}{Mrd,y} + \frac{Med,z}{Mrd,z} = \frac{4{,}56}{5{,}81} + \frac{0{,}13}{1{,}73} = 0{,}79 + 0{,}07 = 0{,}86 \leq 1$$

Sección 2:

$$\frac{Med,y}{Mrd,y} + \frac{Med,z}{Mrd,z} = \frac{2{,}52}{5{,}81} + \frac{0{,}19}{1{,}73} = 0{,}43 + 0{,}11 = 0{,}54 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil CF 120.2.5 cumple la comprobación de resistencia.

A continuación vamos a calcular el diámetro de las tirantillas que unen las distintas correas y en total se pondrán 3 tirantillas. La última tirantilla es la que tendrá que soportar los esfuerzos de las otras por lo tanto con el dato calculado anteriormente $Ry = 0{,}6\ kN \Rightarrow Ru = 3 * 0{,}6 = 1{,}80\ kN \Rightarrow Ru,Ed = 1{,}80 * 1{,}35 = 2{,}43\ kN$ como la tirantilla siempre trabaja a tracción:

$$Ru,Ed \leq A * fyd = \frac{\pi * D^2}{4} * \frac{275}{1{,}05} \Rightarrow Dmin = \sqrt{\frac{2430 * 4 * 1{,}05}{275 * \pi}} = 3{,}437\ mm$$

Por lo tanto las tirantillas tendrán un diámetro de 10 mm.

Como resultado del ELS del programa de cálculo CYPE 3D, obtenemos una flecha máxima de 13,803 mm la cual es inferior a la flecha máxima admisible que son 16,6 mm (5.000/300).

5.3.3 CORREAS DE CUBIERTA

En cuanto a la disposición de las correas, estas tendrán una separación entre sí de 2,5 metros en proyección horizontal, en proyección de cubierta están separadas 2,512 metros.

Las cargas que deben soportar las correas de cubierta son de viento, su propio peso y la de nieve. Estas cargas de viento son distintas en función de la superficie y de las distintas hipótesis, por lo tanto con los cálculos realizados en el apartado 1.1 obtenemos las siguientes cargas:

[kN/m²]	V1a	V1b
F (0°)	-1,21	0,01
G (0°)	-0,86	0,01
H (0°)	-0,43	0,01
I (0°)	-0,43	-0,41
J (0°)	0,08	-0,41

[kN/m²]	V2
F (90°)	-1,16
G (90°)	-0,96
H (90°)	-0,51
I (90°)	-0,44

La carga de nieve será la calculada en el apartado 1.2:

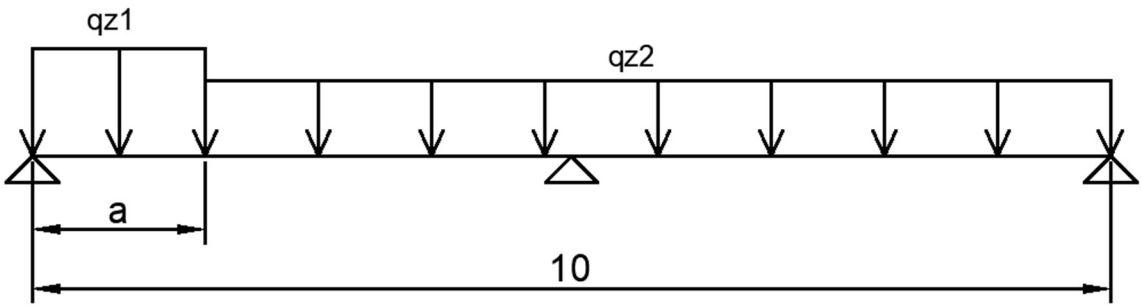
$$qn = 0{,}4925\ kN/m^2$$

Como las cargas actúan en diferentes direcciones, vamos a realizar el cálculo en dos planos diferentes, el plano X-Z y X-Y.

Plano X-Z:

En este plano actúan todas las cargas mencionadas anteriormente. En el caso del viento tendremos dos cargas: qz1 que en función de la hipótesis a calcular actuará en una longitud diferente que llamaremos a y qz2. En el caso de la nieve y de la carga permanente $qz1 = qz2$.

En la siguiente imagen podemos ver cómo actúan estas cargas.



Donde qz1 y qz2 se calculan a continuación:

Carga Permanente:

$$qz1(CP) = qz2(CP) = (0{,}086 * 2{,}512 + 0{,}1) * cos(5{,}71) = 0{,}301\ kN/m$$

Nieve:

$$qz1(N) = qz2(N) = (0{,}4925 * 2{,}512) * cos(5{,}71) = 1{,}225\ kN/m$$

V1a: $a = e/4 = 16/4 = 4\ metros$

$$qz1(V1a) = -1{,}21 * 0{,}35 + (-0{,}43) * 2{,}16 = -1{,}345\ kN/m$$
$$qz2(V1a) = -0{,}86 * 0{,}35 + (-0{,}43) * 2{,}16 = -1{,}223\ kN/m$$

V1b: $a = e/4 = 16/4 = 4\ metros$

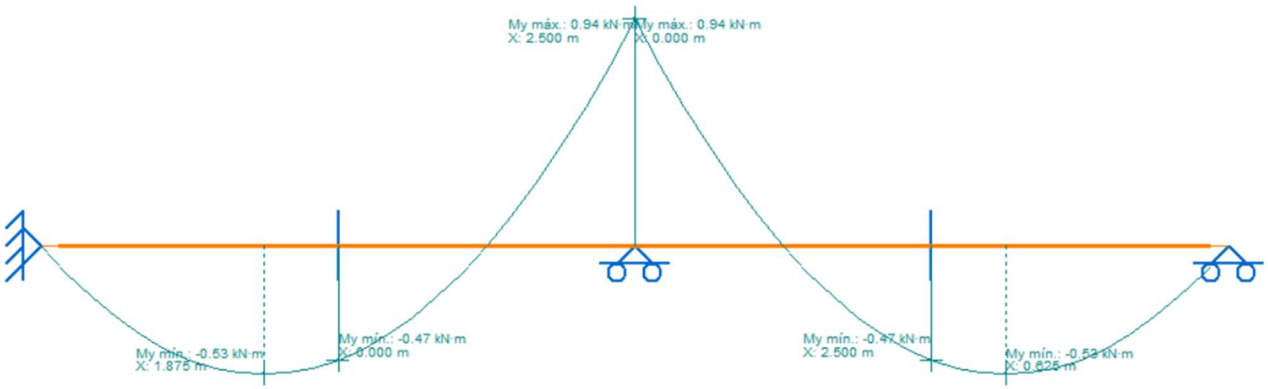
$$qz1(V1b) = 0{,}01 * 0{,}35 + (0{,}01) * 2{,}16 = 0{,}026\ kN/m$$
$$qz2(V1b) = 0{,}01 * 0{,}35 + (0{,}01) * 2{,}16 = 0{,}026\ kN/m$$

V2: $a = e/10 = 16/10 = 1{,}6\ metros$

$$qz1(V2) = -1{,}16 * 2{,}512 = -2{,}917\ kN/m$$
$$qz2(V2) = -0{,}51 * 2{,}512 = -1{,}28\ kN/m$$

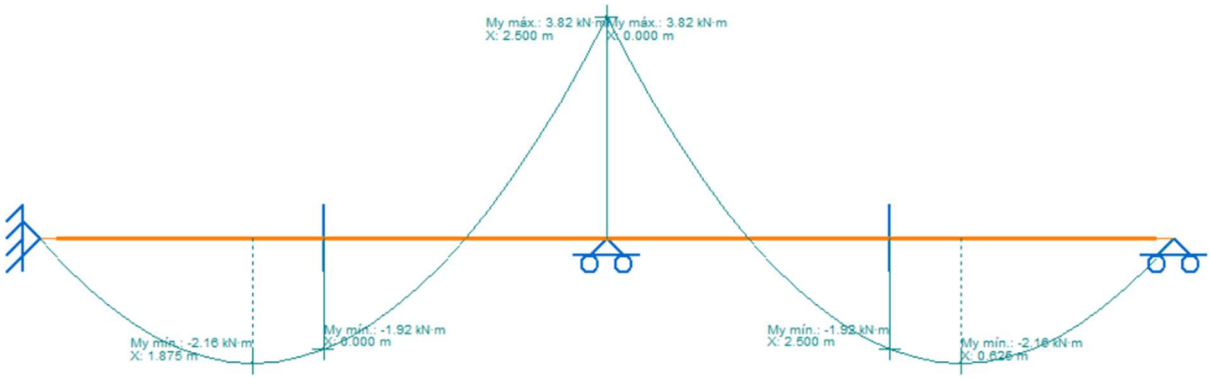
Con estas cargas realizamos el cálculo en el programa CYPE y obtenemos los siguientes resultados:

Carga Permanente



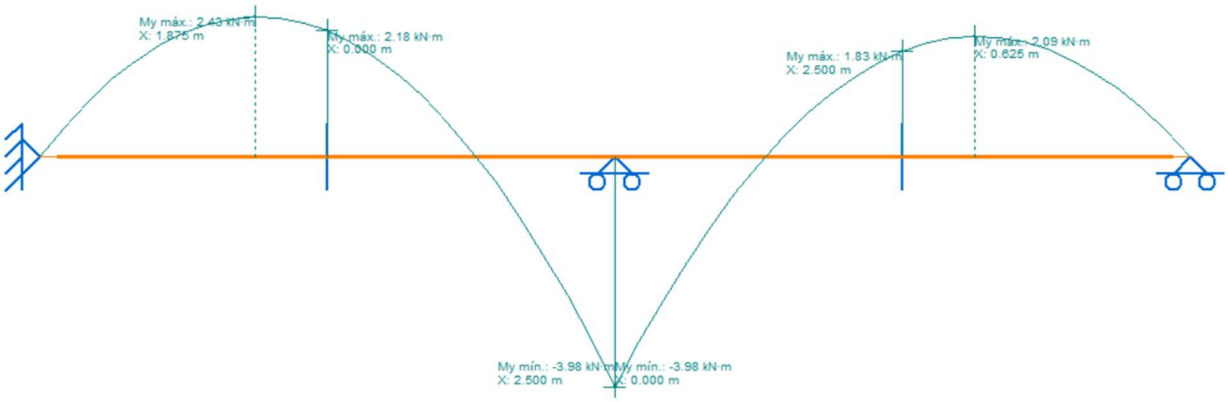
$$My1 = 0{,}94\ kN*m\ ;\ My2 = -0{,}47\ kN*m$$

Nieve



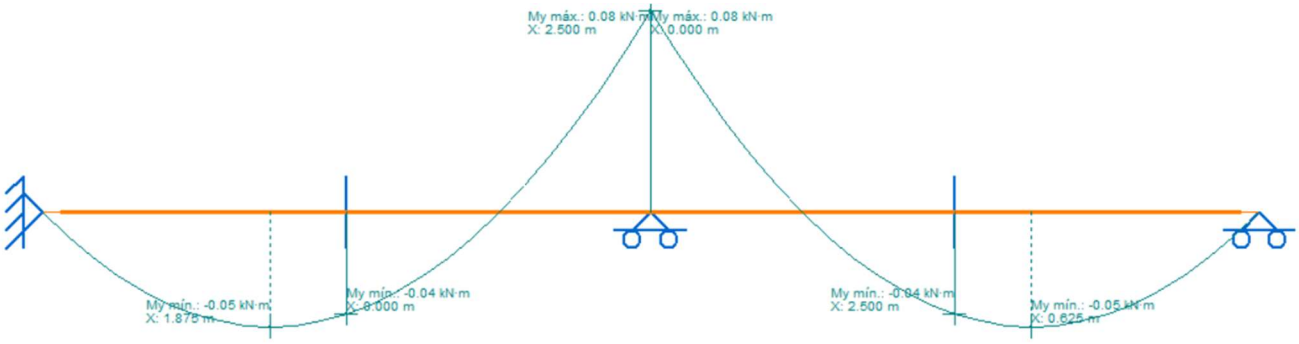
$$My1 = 3{,}82\ kN*m\ ;\ My2 = -1{,}92\ kN*m$$

V1a



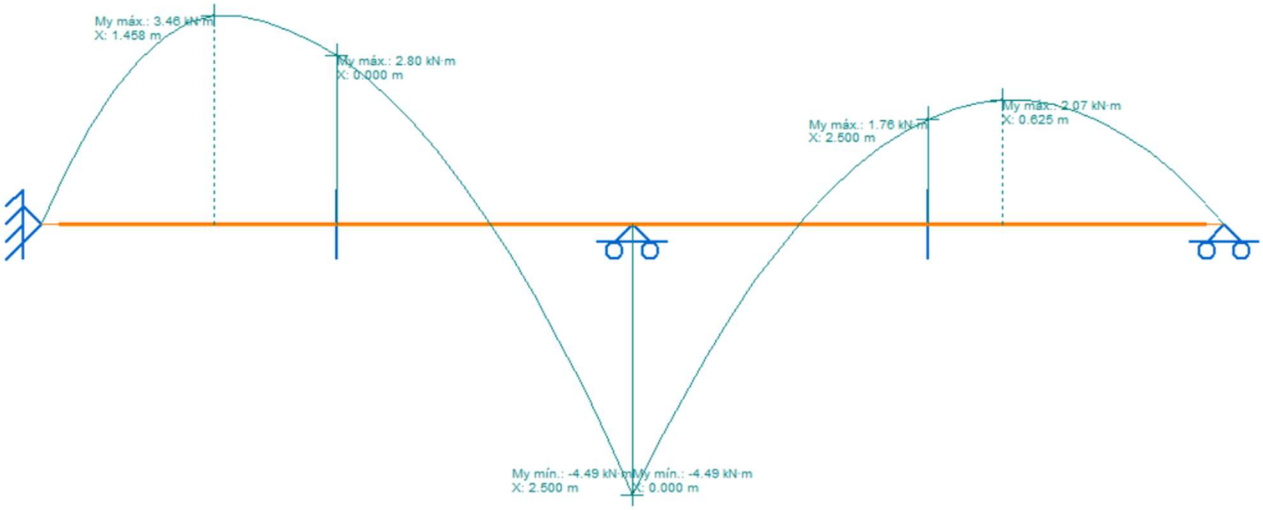
$$My1 = -3{,}98\ kN*m\ ;\ My2 = 2{,}18\ kN*m$$

V1b



$$My1 = 0{,}08\ kN * m\ ;\ My2 = -0{,}04\ kN * m$$

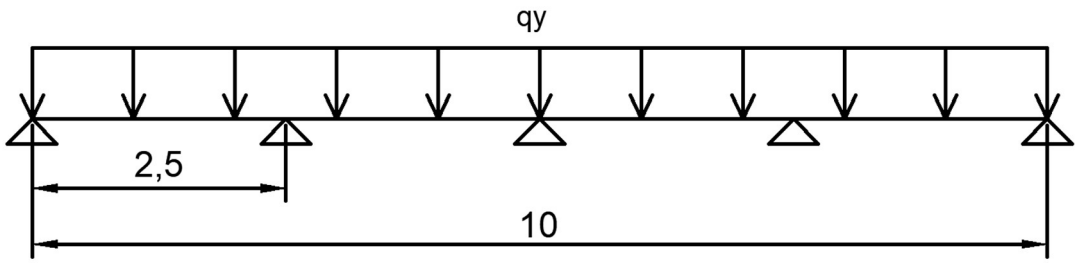
V2



$$My1 = -4{,}49\ kN * m\ ;\ My2 = 2{,}80\ kN * m$$

Plano X-Y:

En este plano actúa el peso propio y la nieve, por lo tanto la carga que actuará en este plano será:



Carga Permanente:

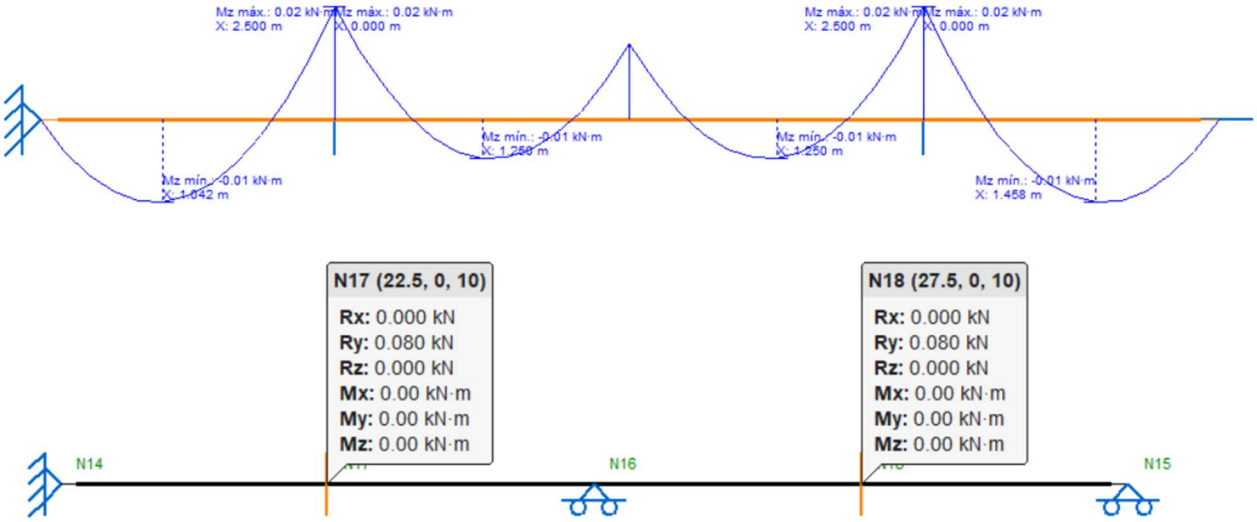
$$qy(CP) = (0{,}086 * 2{,}512 + 0{,}1) * sen(5{,}71) = 0{,}030\ kN/m$$

Nieve:

$$qy(N) = (0{,}4925 * 2{,}512) * sen(5{,}71) = 0{,}123\ kN/m$$

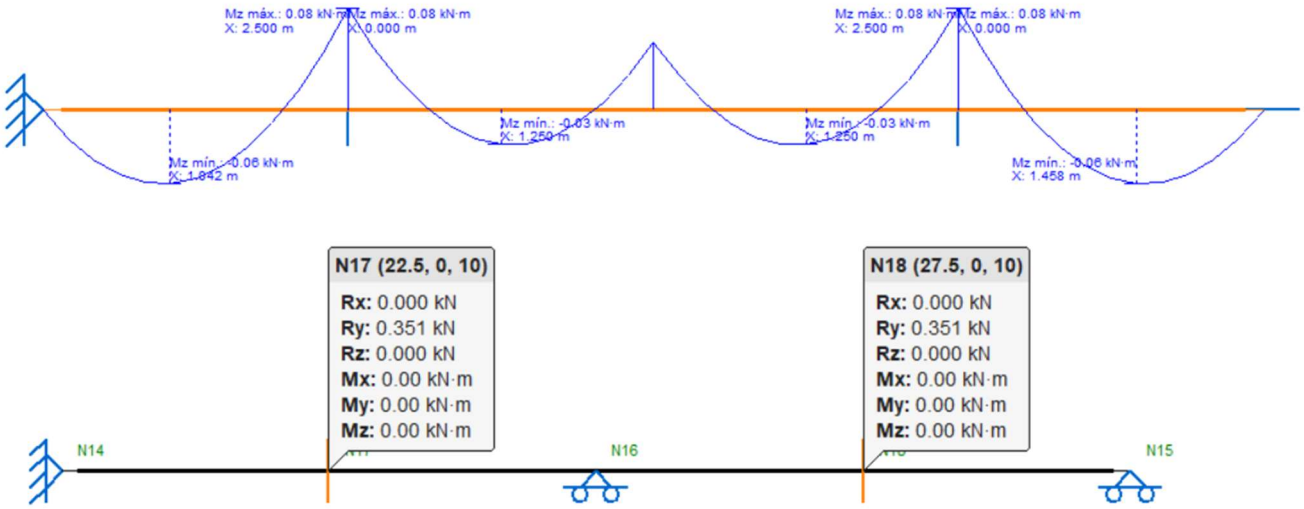
Con estas cargas realizamos el cálculo en el programa CYPE y obtenemos los siguientes resultados:

Carga Permanente



$$Mz1 = 0{,}013\ kN * m\ ;\ Mz2 = 0{,}02\ kN * m\ ;\ Ry\ =\ 0{,}08\ kN$$

Nieve



$$Mz1 = 0{,}054\ kN * m\ ;\ Mz2 = 0{,}08\ kN * m\ ;\ Ry\ =\ 0{,}351\ kN$$

Una vez calculados los esfuerzos, realizamos la combinación de esfuerzos más desfavorable: $CP * 1{,}35 + N * 1{,}5 + V1b * 1{,}5 * 0{,}6$

Por lo tanto nos queda:

Esfuerzos en valor de cálculo		
	Med,y	Med,z
Sección 1	-7,08	0,10

La correa que vamos a utilizar va a ser un perfil CF 160.2.5, la cual tiene las siguientes propiedades:

$$Iy = 2{,}95\ E6\ mm^4\ ;\ Wy = 36{,}8\ E3\ mm^3\ ;\ Wz = 8{,}95\ E3\ mm^3$$

Con estos datos calculamos los momentos resistentes:

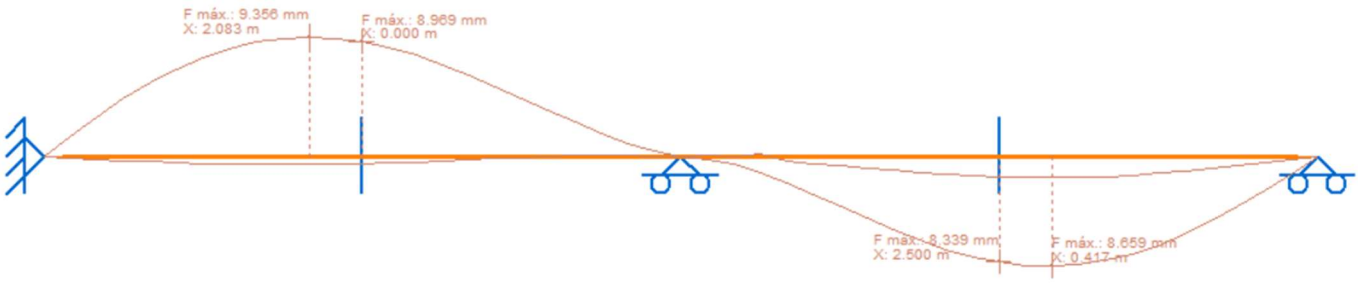
$$Mrd, y = Wy * fyd = (36{,}8 * 10^3) * \frac{275}{1{,}05} = 9{,}638\ kN * m$$
$$Mrd, z = Wy * fyd = (8{,}95 * 10^3) * \frac{275}{1{,}05} = 2{,}34\ kN * m$$

Sección 1:

$$\frac{Med, y}{Mrd, y} + \frac{Med, z}{Mrd, z} = \frac{7{,}08}{9{,}638} + \frac{0{,}10}{2{,}34} = 0{,}74 + 0{,}04 = 0{,}78 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil CF 160.2.5 cumple la comprobación de resistencia.

En cuanto a la flecha que se produce en las correas, introducimos el perfil y las cargas en CYPE y obtenemos el siguiente resultado:



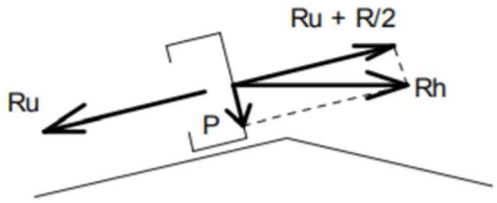
Donde se obtiene un desplazamiento máximo de $9{,}356\ mm\ <\ \frac{5000}{300} = 16{,}67\ mm.$

A continuación vamos a calcular el diámetro de las tirantillas que unen las distintas correas y en total se pondrán 4 tirantillas. La última tirantilla es la que tendrá que soportar los esfuerzos de las otras por lo tanto con el dato calculado anteriormente $Ry(CP) = 0{,}08\ kN\ \ y\ \ Ry(N) = 0{,}351\ \Rightarrow R, ed = 1{,}35 * 0{,}08 + 1{,}5 * 0{,}351 = 0{,}64\ kN \Rightarrow$

$\Rightarrow Ru, Ed = 4 * 0{,}64 = 2{,}56\ kN$, como tenemos una tirantilla horizontal que une las dos últimas correas que hay en la cubierta, esta reacción horizontal será igual a:

$$Rh, Ed = (Ru, Ed + (R, ed/2)) * cos(5{,}71) = 2{,}871\ kN$$
$$P = (Ru, Ed + (R, ed/2)) * sen(5{,}71) = 0{,}287\ kN$$

Por lo tanto el diámetro mínimo de la tirantilla será igual a:



$$Rh, Ed \leq A * fyd = \frac{\pi * D^2}{4} * \frac{275}{1{,}05} \Rightarrow$$

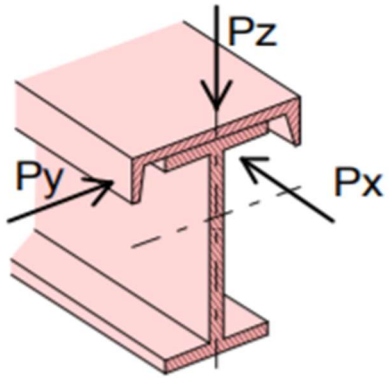
$$\Rightarrow Dmin = \sqrt{\frac{2871 * 4 * 1{,}05}{275 * \pi}} = 3{,}74\ mm$$

Por lo tanto las tirantillas tendrán un diámetro de 10 mm.

5.4 VIGA CARRIL

En este apartado vamos a dimensionar y comprobar la viga carril, que tendrá que soportar y transmitir los esfuerzos que hemos detallado en el apartado 5.1.3.

Estos esfuerzos se producen en 3 ejes (X, Y, Z) como se puede ver en la siguiente imagen:



Tal y como dice la norma UNE 76-201-88, a partir de los esfuerzos Pz que nos proporciona el fabricante (tabla del apartado 1.3) podemos obtener Py y Px, dividiendo Pz entre 10 y 7, obtenemos los siguientes esfuerzos:

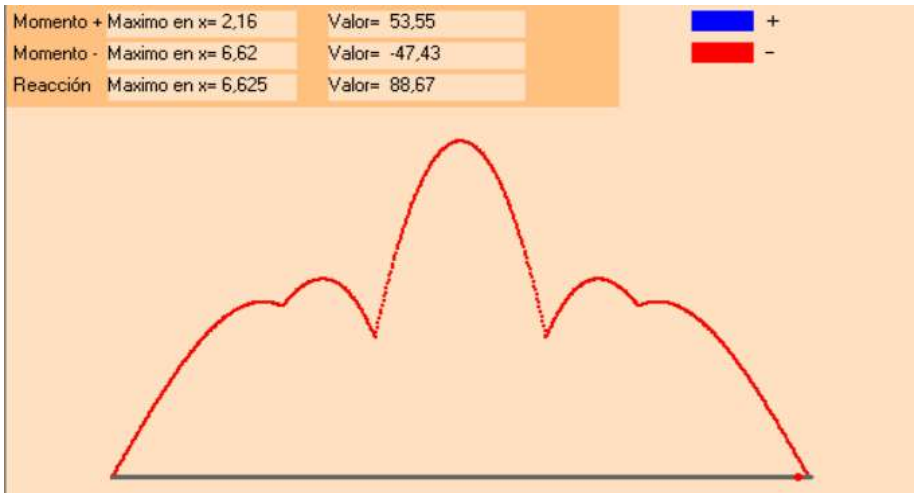
	Pz (kN)		Py (kN)		Px (kN)	
Coef. de Impacto	Pmax	Pmin	Pmax	Pmin	Pmax	Pmin
	41,30	15,79	4,13	1,58	5,90	2,26
1,25	51,63	19,74	5,16	1,97	7,38	2,82

Estos esfuerzos se multiplican por un coeficiente de seguridad de 1,25.

Para calcular los máximos momentos que puede provocar el puente grúa, vamos a utilizar un programa de cálculo en el cual introducimos la separación entre las ruedas (3,25 m), la carga máxima por rueda y la longitud de la viga (5 m).

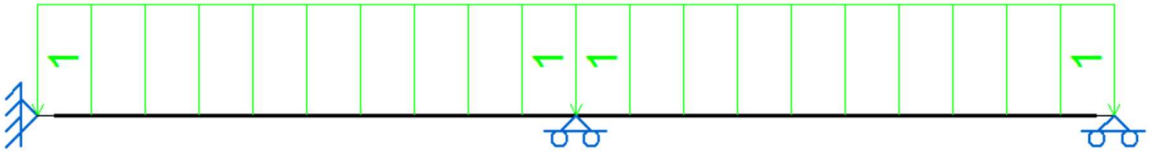
El programa tiene en cuenta tres posiciones diferentes del puente grúa:

1. Una rueda apoyada en el primer vano de la viga.
2. Dos ruedas apoyadas en un vano de la viga.
3. Una rueda apoyada en cada vano de la viga.

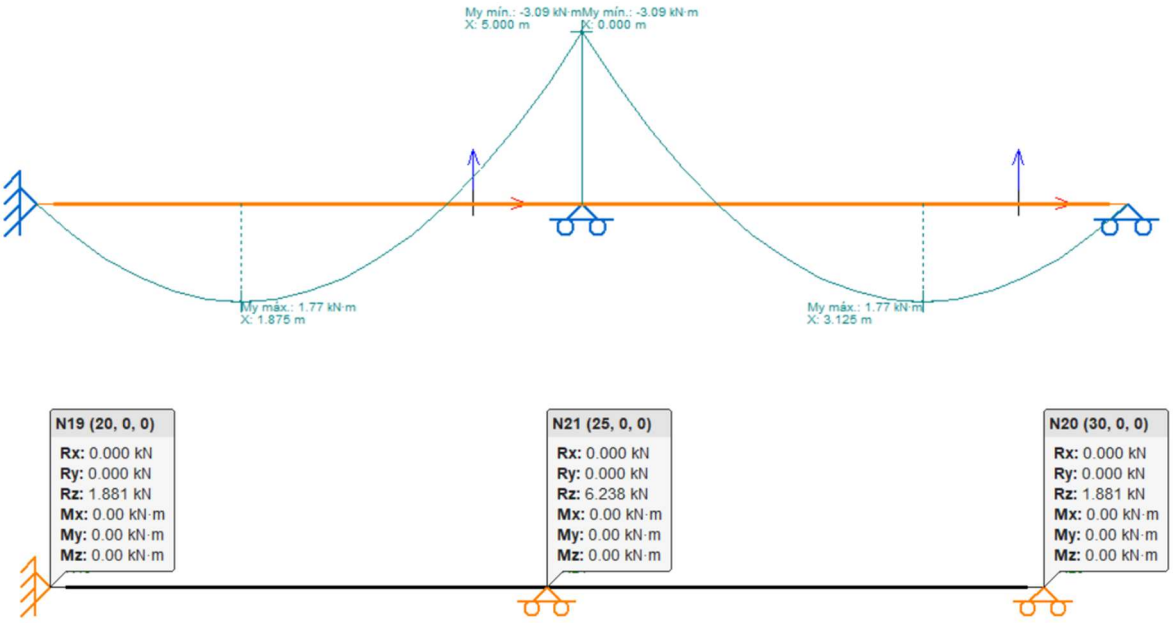


$$M(+) = 53{,}55\ kN*m;\ M(-) = -47{,}43\ kN*m;\ Rmax = 88{,}67\ kN$$

Además de los esfuerzos que provoca el puente grúa, también hay que tener en cuenta el peso propio de la viga. Como aún no hemos dimensionado la viga vamos a coger un peso propio de 1 kN/m.



Con este peso propio obtenemos los siguientes esfuerzos:



$$M(+) = 1{,}77\ kN*m;\ M(-) = -3{,}09\ kN*m;\ Rmax = 6{,}24\ kN$$

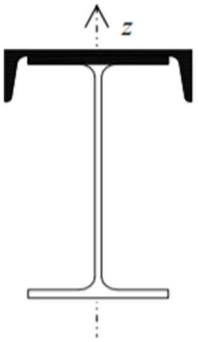
Una vez calculados los esfuerzos que deberá resistir la viga carril, vamos a hacer una pre-dimensión, para ello partimos de un perfil IPE-240 soldado a un perfil UPN 180, la unión de estos perfiles se puede visualizar en la imagen anterior.

Las propiedades de estos perfiles son:

	IPE	UPN	
A	3910	2800	mm²
b	120	70	mm
h	240	180	mm
d	190	133	mm
c	56,9	19,2	mm
tf	9,8	11	mm
tw	6,2	8	mm
Iy	38,9	1,14	E6 mm⁴
Iz	2,84	13,5	E6 mm⁴

Con estos valores calculamos las principales propiedades del perfil compuesto que vamos a necesitar para realizar las distintas comprobaciones:

Conjunto:



$$Zcg = 165{,}4\ mm;\ A = 6710\ mm^2;$$
$$Iy = 59{,}35\ E6\ mm^4;\ Wy,i = 358{,}85\ E3\ mm^3;\ Wy,s = 718{,}58\ E3\ mm^3$$

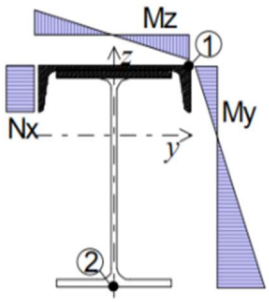
Cabeza (Superficie sombreada):

$$Af = 3976\ mm^2;\ If,z = 14{,}91\ E6\ mm^4;$$
$$Wf,z = 165{,}68\ E3\ mm^3;\ if,z = 61{,}24\ mm\ ;\ Sf,y = 259{,}48\ E3\ mm^3$$

Antes de realizar los cálculos comprobamos que el perfil IPE se puede soldar con el perfil UPN elegido, en este caso como $d\ (UPN) = 133\ mm > b\ (IPE) = 120\ mm$ podemos soldar los dos perfiles.

5.4.1 COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

Vamos a comprobar la resistencia del perfil en los puntos más desfavorables y llegamos a la conclusión que hay dos puntos desfavorables debido a los esfuerzos calculados anteriormente, tal y como se puede apreciar en la imagen:



Punto 1:

Debe cumplirse la siguiente comprobación:

$$\left[\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}\right]_{cabeza} + \left[\frac{M_{Ed,y}}{M_{c,Rd,y}}\right]_{sección} + \left[\frac{M_{Ed,z}}{M_{c,Rd,z}}\right]_{cabeza} < 1$$

donde:

$$Ned = 2 * Px * 1{,}5 = 2 * 7{,}38 * 1{,}5 = 22{,}13\ kN$$
$$Med, y = M(+; Pp) * 1{,}35 + M(+; PG) * 1{,}5 = 1{,}77 * 1{,}35 + 53{,}55 * 1{,}5 = 82{,}7\ kN * m$$
$$Med, z = Med, y/10 = 82{,}7/10 = 8{,}27\ kN * m$$

$$Npl, Rd = Af * fyd = 3976 * \frac{275}{1{,}05} = 1041{,}33\ kN$$
$$Mc, Rd, y = Wy, s * fyd = 718{,}58\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 188{,}2\ kN * m$$
$$Mc, Rd, z = Wf, z * fyd = 165{,}68\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 43{,}39\ kN * m$$

$$\frac{22{,}13}{1041{,}33} + \frac{82{,}7}{188{,}2} + \frac{8{,}27}{43{,}39} = 0{,}02 + 0{,}44 + 0{,}19 = 0{,}78 \leq 1$$

Punto 2:

Debe cumplirse la siguiente comprobación:

$$\left[\frac{M_{Ed,y}}{M_{c,Rd,y}}\right]_{sección} < 1$$

donde:

$$Med, y = M(+; Pp) * 1{,}35 + M(+; PG) * 1{,}5 = 1{,}77 * 1{,}35 + 53{,}55 * 1{,}5 = 82{,}7\ kN * m$$

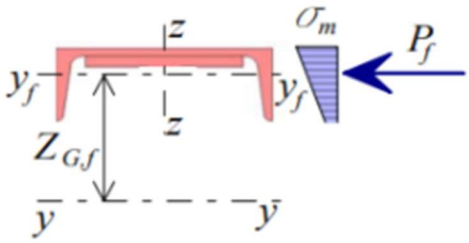
$$Mc, Rd, y = Wy, i * fyd = 358{,}85\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 93{,}98\ kN * m$$

$$\frac{82{,}7}{93{,}98} = 0{,}88 \leq 1$$

Los perfiles que hemos elegido cumplen la comprobación en los dos puntos más desfavorables.

5.4.2 PANDEO LATERAL

Para comprobar el pandeo lateral vamos a suponer la cabeza de la viga como un pilar que va a estar sometida a una carga Pf producida por Med,y:



donde Pf se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_f = \frac{M_{Ed,y} \cdot S_{f,y}}{I_y}$$

$$Pf = \frac{82{,}7 * 259{,}48\ E3}{59{,}35\ E6} = 361{,}54\ kN$$

Una vez obtenido Pf realizamos la siguiente comprobación:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A_f \cdot f_y / \gamma_{M1}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{Ed,z}}{W_{f,z} \cdot f_y / \gamma_{M1}} \leq 1$$

donde:

$$Ned = 2 * Px * 1{,}5 + Pf = 2 * 7{,}38 * 1{,}5 + 361{,}54 = 383{,}66\ kN$$
$$Med, z = Med, y/10 = 82{,}7/10 = 8{,}27\ kN * m$$

$$Lk = 5000\,mm;\ \ \lambda z = \frac{Lk}{if,z} = \frac{5000}{61{,}24} = 81{,}65;\ \underline{\lambda} z = \frac{\lambda z}{\lambda E} = \frac{81{,}65}{86{,}8} = 0{,}941$$

$$\chi z\ (Curva - c) = 0{,}575$$

$$cm,z = 0{,}9$$

$$kz = 1 + 0{,}6 * \underline{\lambda} z * \frac{Ned}{\chi z * Nc,rd} = 1{,}36$$

$$Nc,Rd = Af * fyd = 3976 * \frac{275}{1{,}05} = 1041{,}33\,kN$$

$$Mc,Rd,z = Wf,z * fyd = 165{,}68\,E3 * \frac{275}{1{,}05} = 43{,}39\,kN * m$$

$$\frac{383{,}66}{0{,}575 * 1041{,}33} + 1{,}36 * \frac{0{,}9 * 8{,}27}{43{,}39} = 0{,}64 + 0{,}23 = 0{,}87 \leq 1$$

El perfil cumple con el pandeo lateral.

5.4.3 ABOLLADURA POR CORTANTE

El apartado 6.3.3.4 del DB-SE-A especifica que no es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla: $\frac{d}{tw} < 70 * \varepsilon$.

siendo

$$d(IPE) = 190\,mm;\ tw(IPE) = 6{,}2\,mm$$

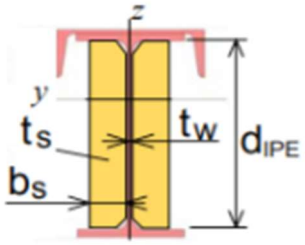
$$\varepsilon = \sqrt{\frac{fref}{fy}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0{,}9244$$

$$\frac{190}{6{,}2} = 30{,}645 < 70 * \varepsilon = 70 * 0{,}9244 = 64{,}708$$

Por lo tanto no se comprobará la resistencia a la abolladura por cortante.

5.4.4 RIGIDIZADORES

En los apoyos de la viga carril con la ménsula vamos a añadir unos rigidizadores, para ello vamos a hacer una pre-dimensión de estos siguiendo los puntos del apartado 6.3.3.4 del DB-SE-A:



donde:

$$bs\ (ancho\ del\ rigidizador) = 30\ mm;\ ts\ (espesor\ del\ rigidizador) = 8\ mm$$
$$dIPE\ (altura\ del\ alma\ de\ la\ IPE) = 190\ mm;\ tw\ (anchura\ del\ alma\ de\ la\ IPE) = 6{,}2\ mm$$

Cuando $\frac{a}{d} \geq \sqrt{2}$ entonces deberá cumplirse que $Is \geq 0{,}75 * d(IPE) * tw(IPE)^3$

donde:

$$a\ (separación\ entre\ rigidizadores) = 5000\ mm$$

$$\frac{a}{d} = \frac{5000}{190} = 26{,}31 > \sqrt{2}$$

$$Is = \frac{ts * (bs * 2 + tw)^3}{12} = \frac{8 * (2 * 30 + 6{,}2)^3}{12} = 0{,}19\ E6\ mm^4$$
$$0{,}75 * d(IPE) * tw(IPE)^3 = 0{,}75 * 190 * 6{,}2^3 = 0{,}03\ E6\ mm^4$$

$$0{,}19\ E6\ >\ 0{,}03\ E6$$

Por lo tanto el rigidizador cumple con la condición geométrica, entonces ahora vamos a calcular la comprobación de resistencia según el apartado 6.3.2, utilizando la curva de pandeo C con una longitud de pandeo de $0{,}8 * d$:

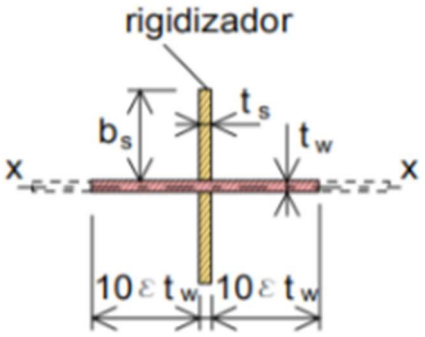
$$N_{b,Rd} \geq N_{Ed} = R_{\max} \cdot \gamma_Q$$

donde:

$$Nb, Rd = \chi * A * fyd$$

Por lo tanto vamos a calcular el coeficiente de reducción por pandeo χ:

$$Lk = 0{,}8 * d(IPE) = 0{,}8 * 190 = 152\ mm$$



$$A = 2 * bs * ts + (20 * \varepsilon * tw + ts) * tw = 1240{,}29\ mm^2$$

$$is, x = \frac{Is, x}{A} = \frac{0{,}19\ E6}{1240{,}29} = 12{,}49\ mm$$

$$\lambda = \frac{Lk}{is, x} = \frac{152}{12{,}49} = 12{,}17$$

$$\underline{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda E} = \frac{12{,}17}{86{,}8} = 0{,}14$$

$$\chi\ (Curva - C) = 1$$

$$Nb, Rd = 1 * 1240{,}29 * \frac{275}{1{,}05} = 324{,}84\ kN$$

$$Ned = Rmax\ (Pp) * 1{,}35 + Rmax\ (PG) * 1{,}5 = 88{,}67 * 1{,}35 + 6{,}25 * 1{,}5 = 141{,}44\ kN$$

$$Nb, rd = 324{,}84\ kN\ >\ Ned = 141{,}44\ kN$$

El rigidizador también cumple con la comprobación de resistencia.

5.4.5 CARGAS CONCENTRADAS

Por último vamos a comprobar la resistencia de la viga carril a cargas concentradas, este caso se dará cuando el puente grúa esté parado, para ello vamos a estudiar dos hipótesis: la primera es contando solo una rueda del puente grúa y la segunda con las dos ruedas a la vez:

Se van a seguir los pasos que marca el apartado 6.3.3.5 del DB-SE-A:

1. Una rueda:

Se debe cumplir que $\frac{Fed}{Fb,rd} \leq 1$ siendo:

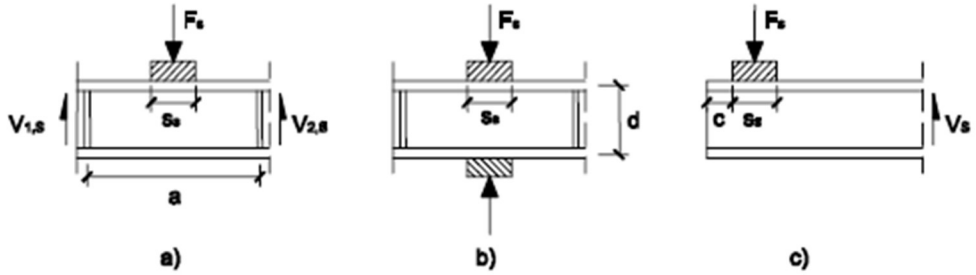
$$F_{b,Rd} = \frac{f_y \cdot t_w \cdot L_{ef}}{\gamma_{M1}}$$

donde:

$$Lef = \chi f * \ell y;\quad \chi f = \frac{0{,}5}{\overline{\lambda f}} \leq 1;\quad \overline{\lambda f} = \sqrt{\frac{\ell y * tw * fy}{Fcr}};$$

$$Fcr = 0{,}9 * kf * E * \frac{t^3}{d}$$

Los valores de $ly\ y\ kf$ dependen del caso considerado, de entre los representados en la siguiente figura:



Nuestro caso es el caso a) por lo tanto:

$$kf = 6 + 2 * (\frac{d}{a})^2 = 6 + 2 * (\frac{190}{5000})^2 = 6$$
$$\ell y = Ss + 2 * t * (1 + \sqrt{m1 + m2}) \leq a = 5000\ mm$$

$$m1 = \frac{fyf * bf}{fyw * tw} = \frac{bf}{tw} = \frac{180}{6{,}2} = 29{,}03$$
$$m2 = 0{,}02 * \frac{d}{tf} \quad si\ \overline{\lambda f} > 0{,}5;\ m2 = 0\ \ si\ \overline{\lambda f}\ \leq 0{,}5$$
$$Ss = 0\ mm$$

Por lo tanto primero suponemos que $\overline{\lambda f}\ \leq 0{,}5$ entonces $m2 = 0$

$$\ell y(m2 = 0) = 0 + 2 * 17{,}8 * (1 + \sqrt{29{,}03 + 0}) = 228{,}12\ mm \leq a = 5000\ mm$$
$$Fcr(m2 = 0) = 0{,}9 * 6 * 210\ E3 * \frac{6{,}2^3}{190} = 1423{,}13\ kN$$
$\overline{\lambda f}(m2 = 0) = \sqrt{\frac{228{,}12 * 6{,}2 * 275}{1423{,}13\ E3}} = 0{,}52 \simeq 0{,}5$ entonces vamos a continuar con $m2 = 0$.

$$\chi f = \frac{0{,}5}{0{,}52} = 0{,}96 \leq 1$$
$$Lef = 0{,}96 * 228{,}12 = 219\ mm;$$

$$Fb, rd = \frac{219 * 6{,}2 * 275}{1{,}05} = 355{,}6\ kN$$
$$\frac{Fed}{Fb, rd} = \frac{41{,}3 * 1{,}5}{355{,}6} = 0{,}174 \leq 1$$

2. Dos ruedas:

Se debe cumplir que $\frac{Fed}{Fb,rd} \leq 1$ siendo:

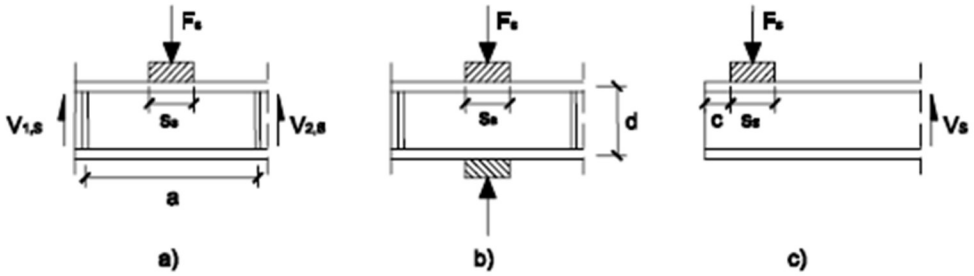
$$F_{b,Rd} = \frac{f_y \cdot t_w \cdot L_{ef}}{\gamma_{M1}}$$

donde:

$$Lef = \chi f * \ell y; \quad \chi f = \frac{0{,}5}{\overline{\lambda f}} \leq 1; \quad \overline{\lambda f} = \sqrt{\frac{\ell y * tw * fy}{Fcr}};$$

$$Fcr = 0{,}9 * kf * E * \frac{t^3}{d}$$

Los valores de ℓy y kf dependen del caso considerado, de entre los representados en la siguiente figura:



Nuestro caso es el caso a) por lo tanto:

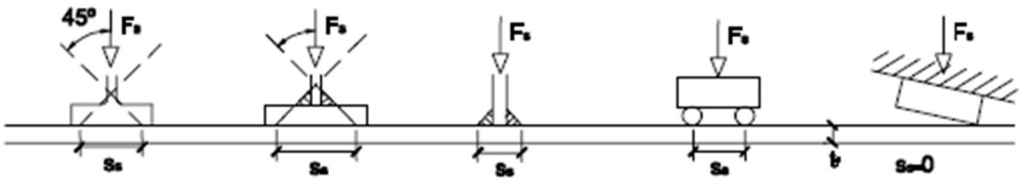
$$kf = 6 + 2 * (\frac{d}{a})^2 = 6 + 2 * (\frac{190}{5000})^2 = 6$$

$$\ell y = Ss + 2 * t * (1 + \sqrt{m1 + m2}) \leq a = 5000\ mm$$

$$m1 = \frac{fyf * bf}{fyw * tw} = \frac{bf}{tw} = \frac{180}{6{,}2} = 29{,}03$$

$$m2 = 0{,}02 * \frac{d}{tf} \quad si\ \overline{\lambda f} > 0{,}5;\ m2 = 0\ \ si\ \overline{\lambda f}\ \leq 0{,}5$$

En este caso Ss es la cuarta figura, que es igual a la separación entre las dos ruedas $Ss = 3250\ mm$



Por lo tanto primero suponemos que $\overline{\lambda f}\ \leq 0{,}5$ entonces $m2 = 0$

$$\ell y(m2 = 0) = 3250 + 2 * 17{,}8 * (1 + \sqrt{29{,}03 + 0}) = 3477{,}4\ mm \leq a = 5000\ mm$$

$$Fcr(m2 = 0) = 0{,}9 * 6 * 210\ E3 * \frac{6{,}2^3}{190} = 1423{,}13\ kN$$

$$\overline{\lambda f}(m2 = 0) = \sqrt{\frac{3477{,}4 * 6{,}2 * 275}{1423{,}13\ E3}} = 2{,}04 > 0{,}5$$

Por lo tanto $m2 = 0{,}02 * \frac{d}{tf} = 0{,}02 * \frac{190}{17{,}8} = 0{,}21$; como $m1 >> m2$, entonces los valores calculados anteriormente no cambiarán por lo tanto vamos a continuar con estos datos.

$$\chi f = \frac{0{,}5}{2{,}04} = 0{,}24 \leq 1$$

$$Lef = 0{,}24 * 3477{,}4 = 834{,}5\ mm;$$

$$Fb,rd = \frac{834{,}5 * 6{,}2 * 275}{1{,}05} = 1355{,}2\ kN$$

$$\frac{Fed}{Fb,rd} = \frac{2 * (41{,}3 * 1{,}5)}{1355{,}2} = 0{,}09 \leq 1$$

Por lo tanto nuestra viga carril cumple con todas las comprobaciones.

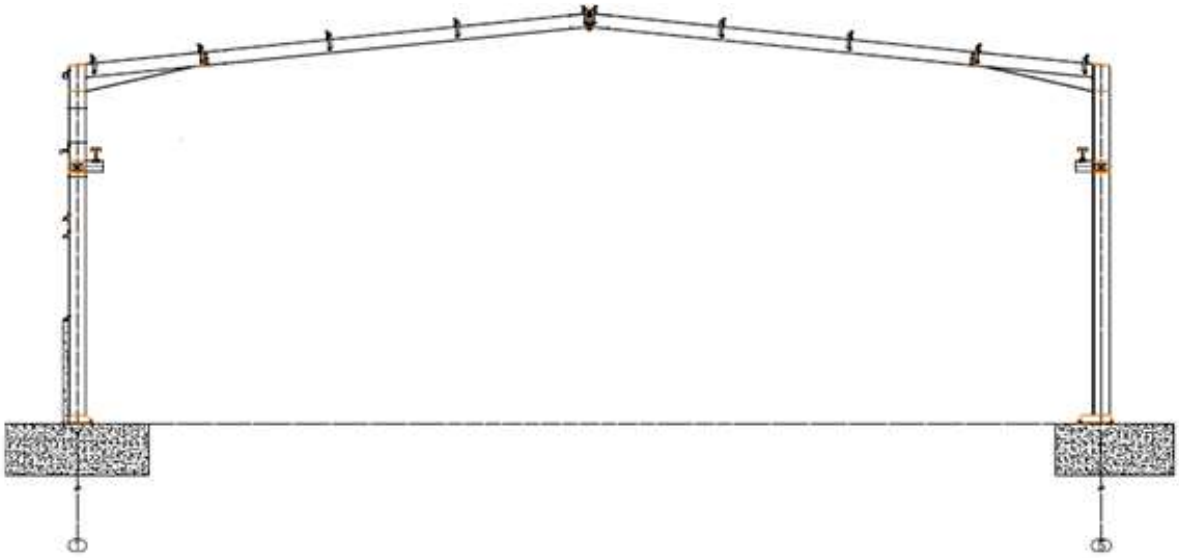
5.5 PÓRTICOS

En este apartado se van a dimensionar y comprobar las diferentes barras que componen los diferentes pórticos de nuestra nave industrial.

Se pueden diferenciar 2 tipos de pórticos en nuestra nave, los pórticos principales o intermedios y los pórticos de fachada.

5.5.1 PÓRTICO PRINCIPAL

A continuación se van a dimensionar los pilares (izquierdo y derecho) y el dintel de los pórticos principales. Estos pilares tendrán una sección constante y contarán con una ménsula a una altura de 5 metros donde se apoyará la viga carril calculada en el anterior apartado. El dintel contará con una cartela de 2 metros en la unión con los pilares para así conseguir resistir los momentos que se forman en la unión del pilar con el dintel y no tener que dimensionar un perfil más grande, ya que esto encarecería los costes de nuestra nave industrial.

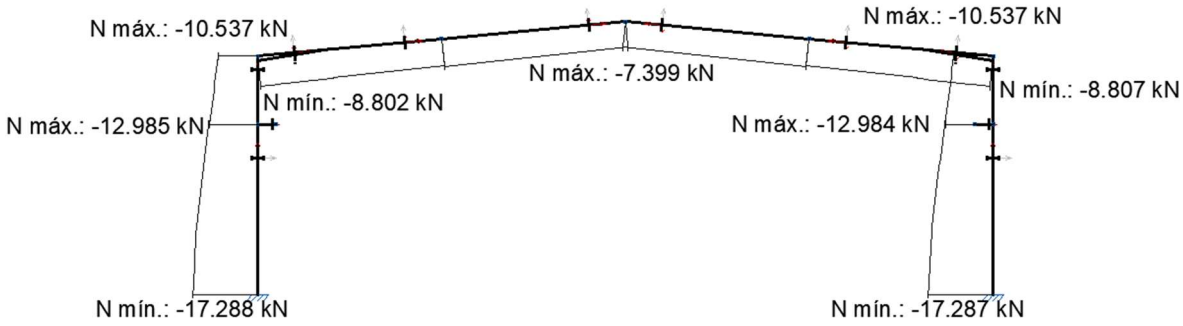


A continuación se van a añadir unas capturas del programa CYPE3D de los esfuerzos (Axil, Cortante y Momentos) del segundo pórtico de las distintas hipótesis, estos esfuerzos se mayoraran y con ellos se realizarán las siguientes comprobaciones.

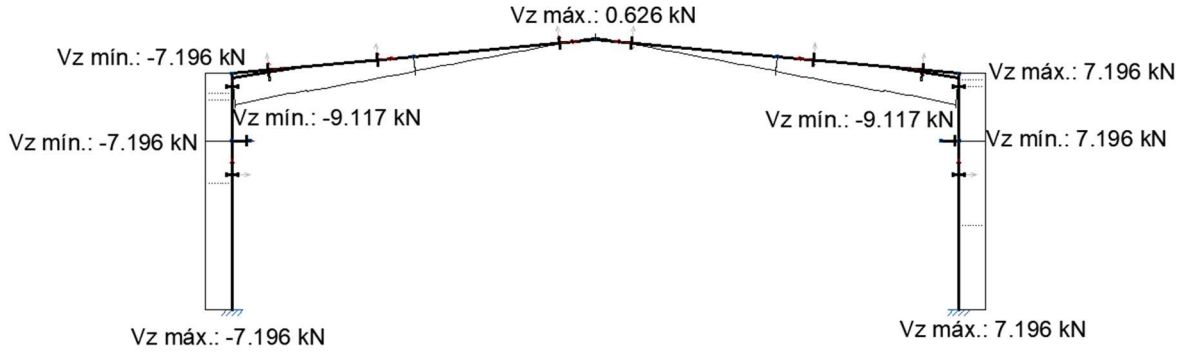
5.5.1.1 DIAGRAMAS

CARGA PERMANENTE

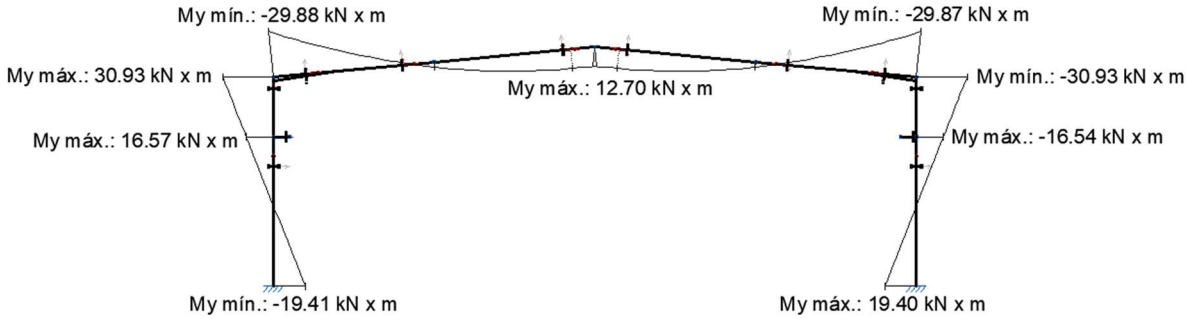
ESFUERZOS AXILES (kN):



ESFUERZOS CORTANTES (kN):

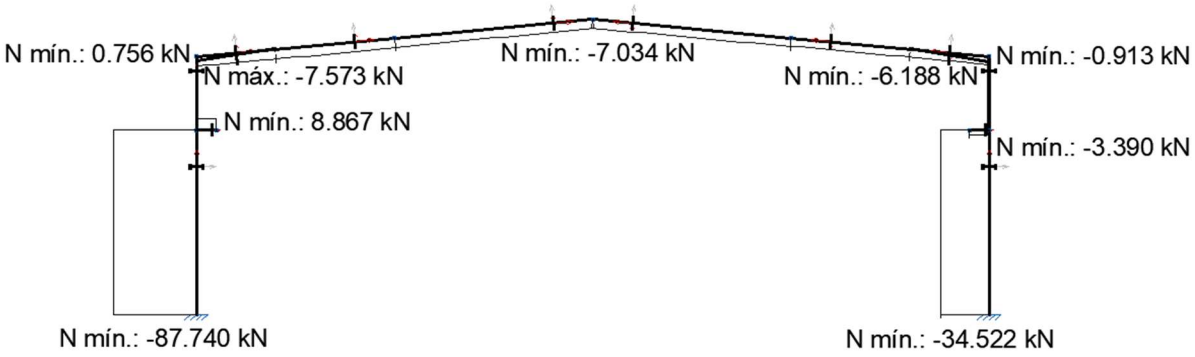


MOMENTOS FLECTORES (kN*m):

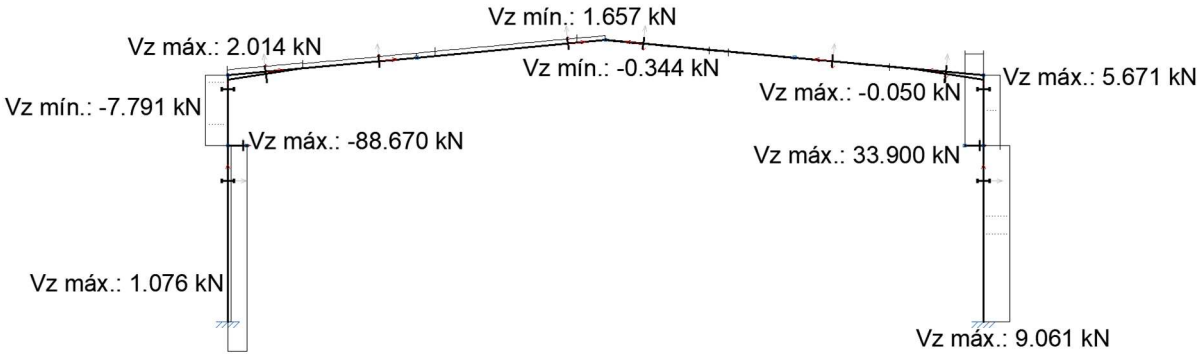


PUENTE GRUA (FRENADA +Y)

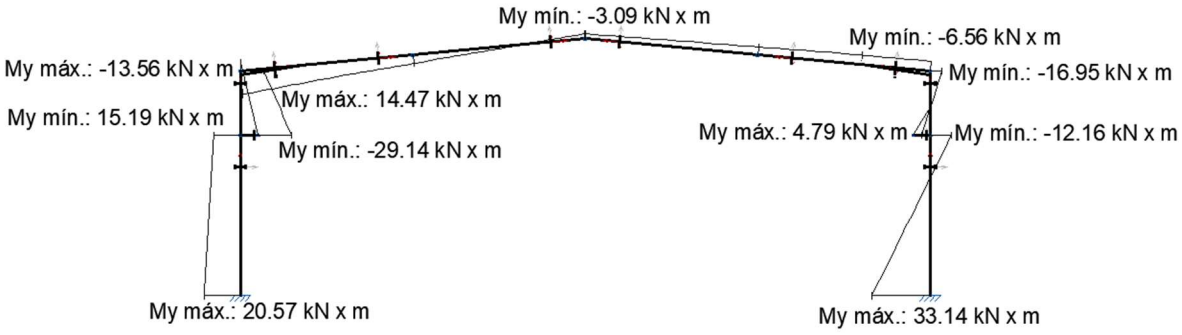
ESFUERZOS AXILES (kN):



ESFUERZOS CORTANTES (kN):

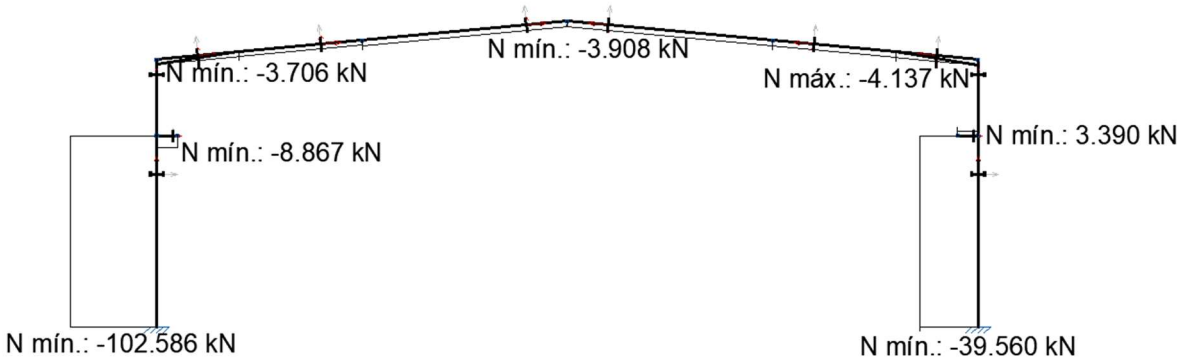


MOMENTOS FLECTORES (kN*m):

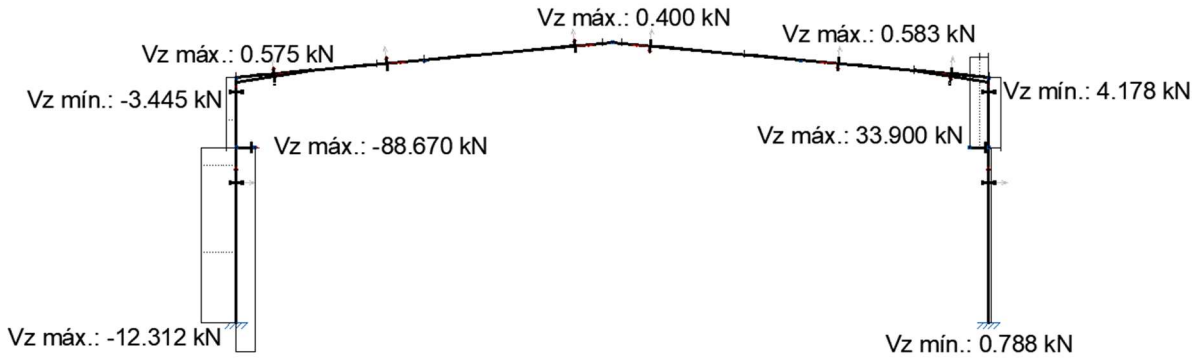


PUENTE GRUA (FRENADA -Y)

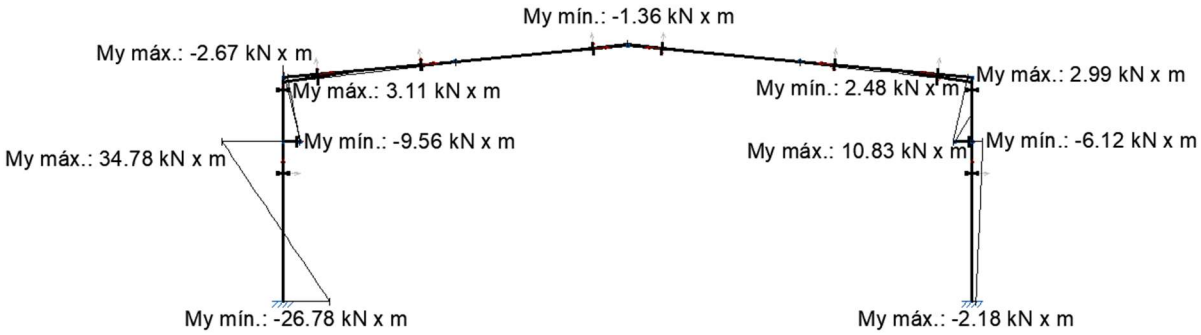
ESFUERZOS AXILES (kN):



ESFUERZOS CORTANTES (kN):

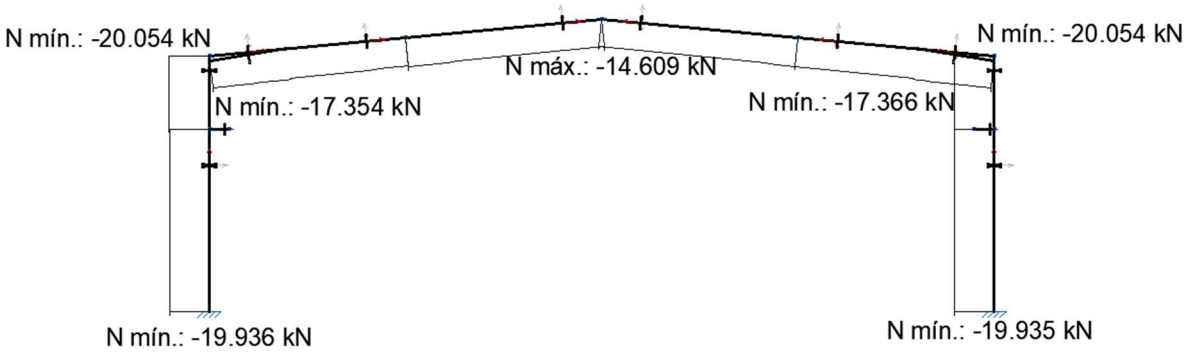


MOMENTOS FLECTORES (kN*m):

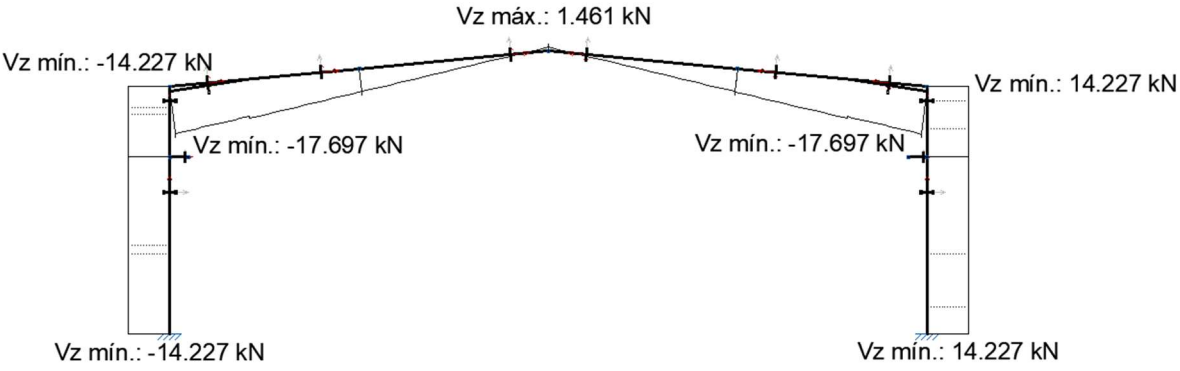


MANTENIMIENTO

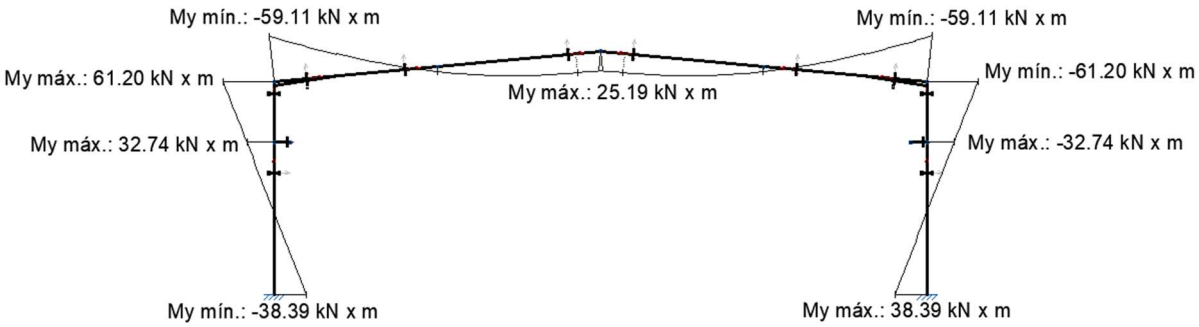
ESFUERZOS AXILES (kN):



ESFUERZOS CORTANTES (kN):

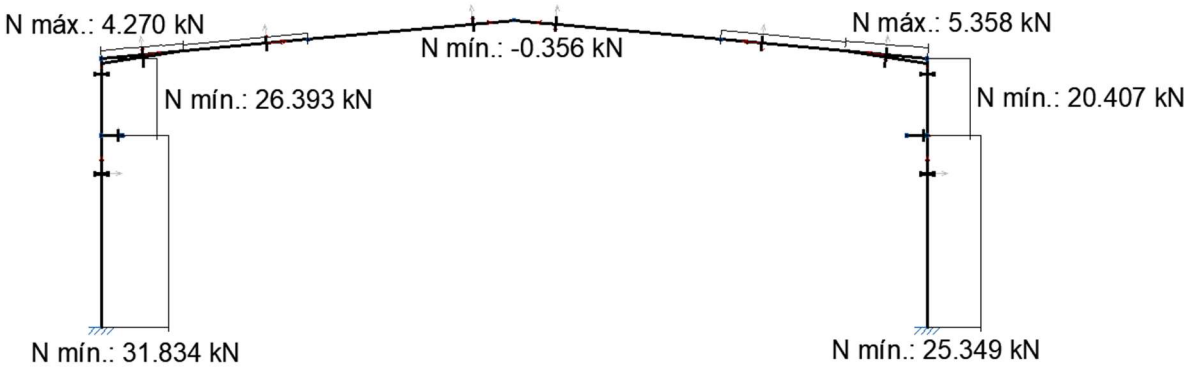


MOMENTOS FLECTORES (kN*m):

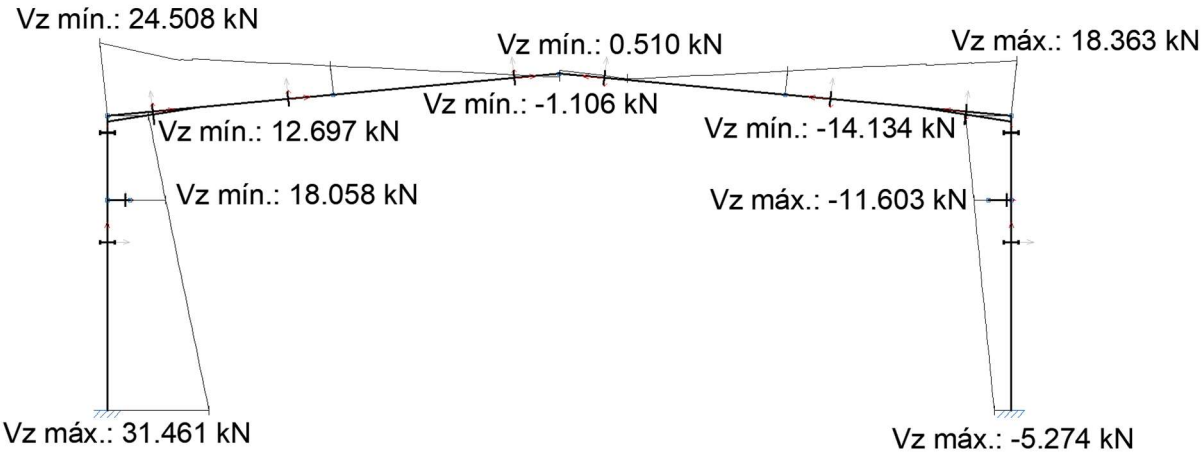


V(0º) H1

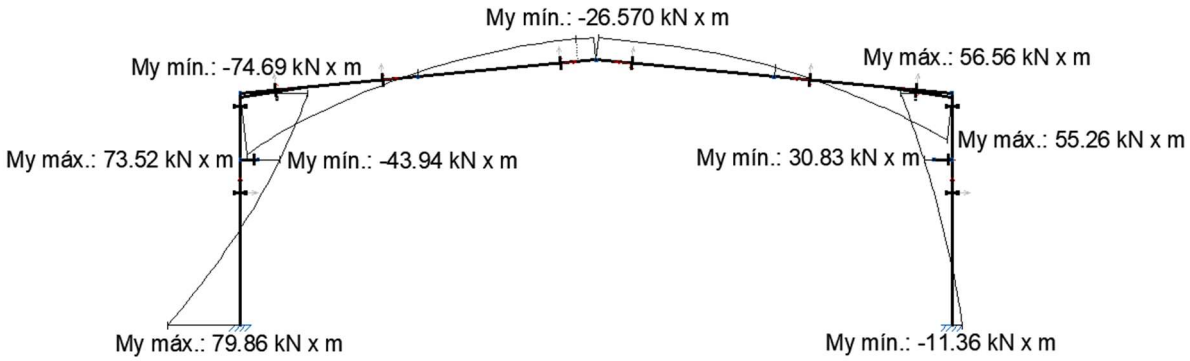
ESFUERZOS AXILES (kN):



ESFUERZOS CORTANTES (kN):

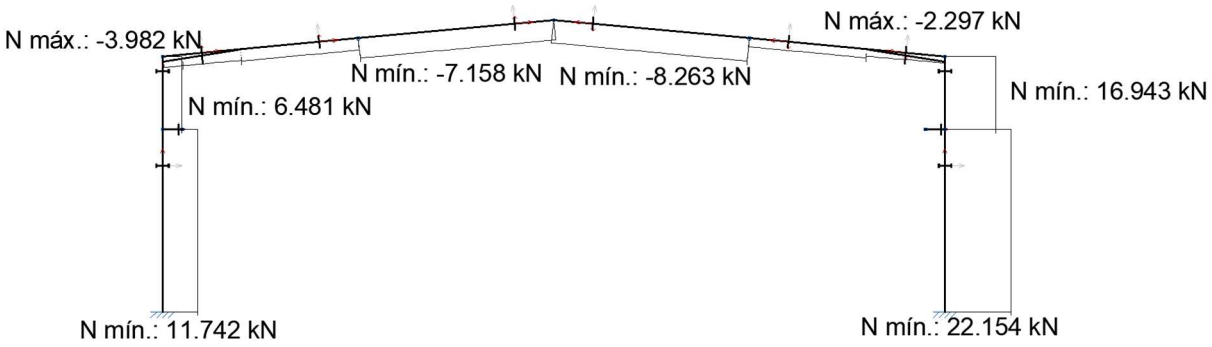


MOMENTOS FLECTORES (kN*m):

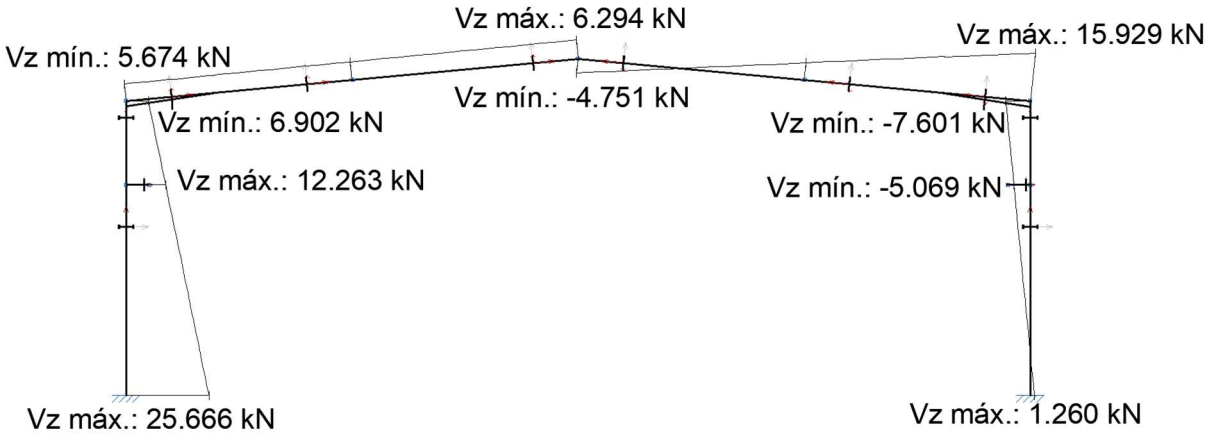


V(0º) H2

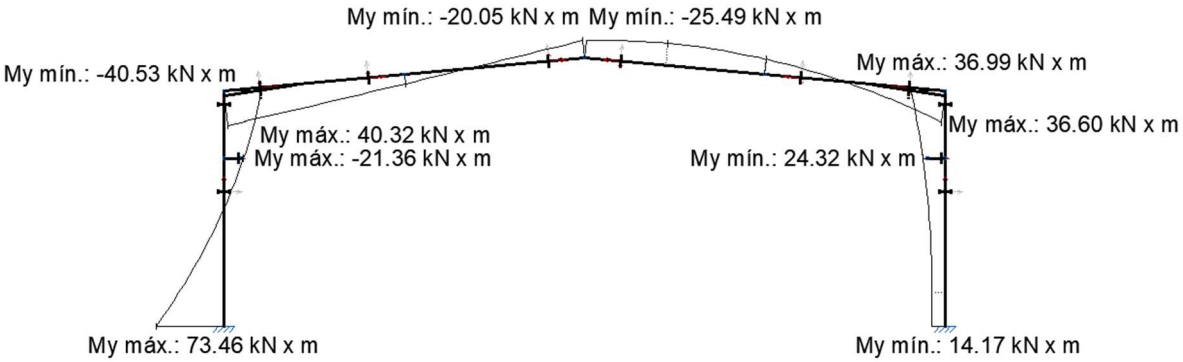
ESFUERZOS AXILES (kN):



ESFUERZOS CORTANTES (kN):

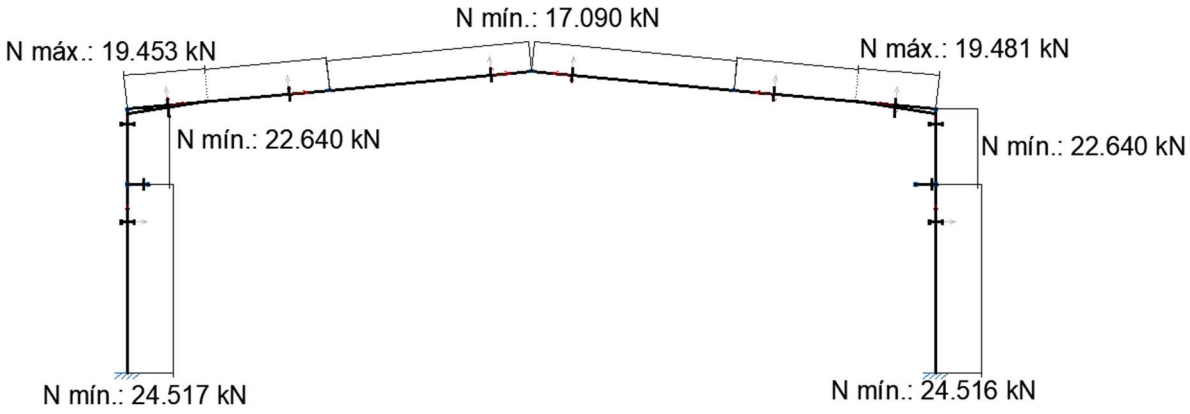


MOMENTOS FLECTORES (kN*m):

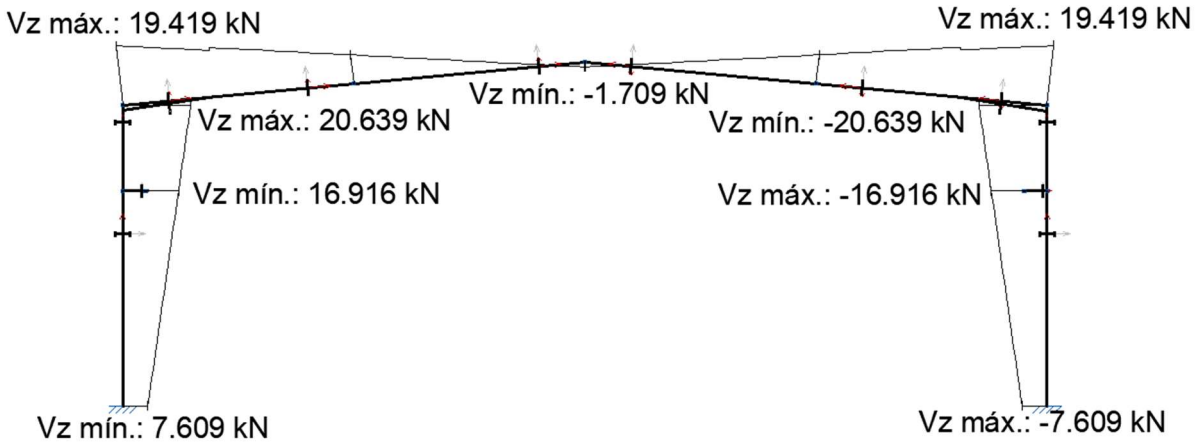


V(90º)

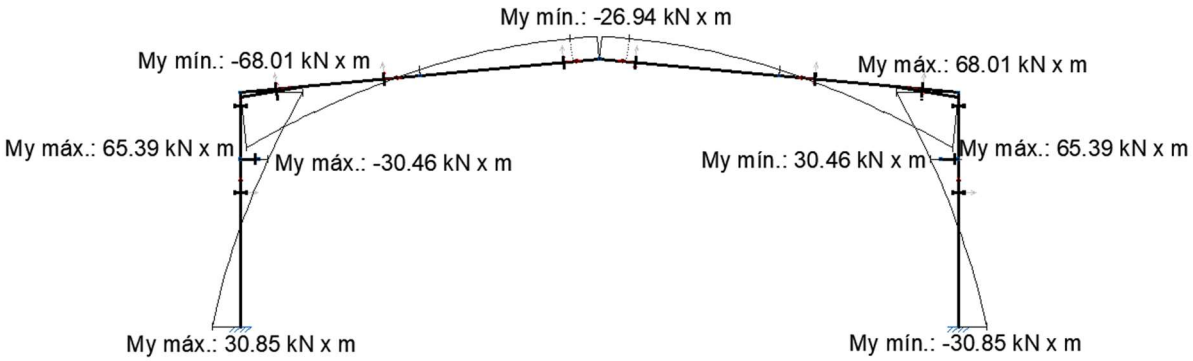
ESFUERZOS AXILES (kN):



ESFUERZOS CORTANTES (kN):

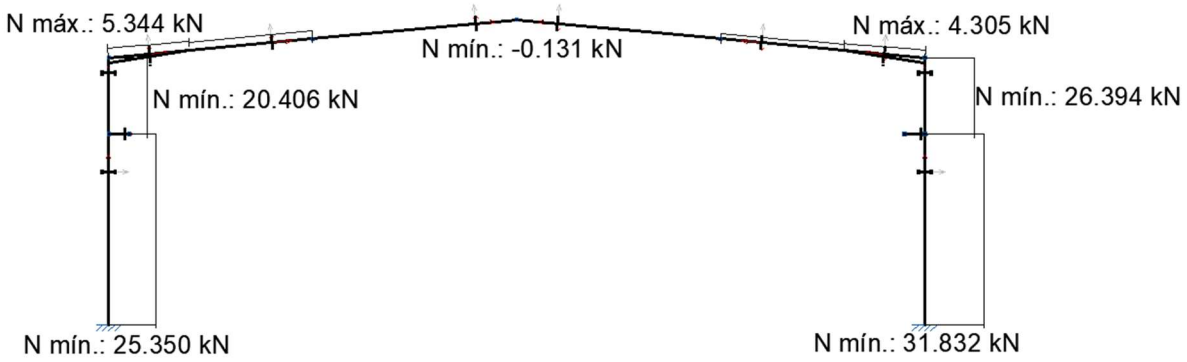


MOMENTOS FLECTORES (kN*m):

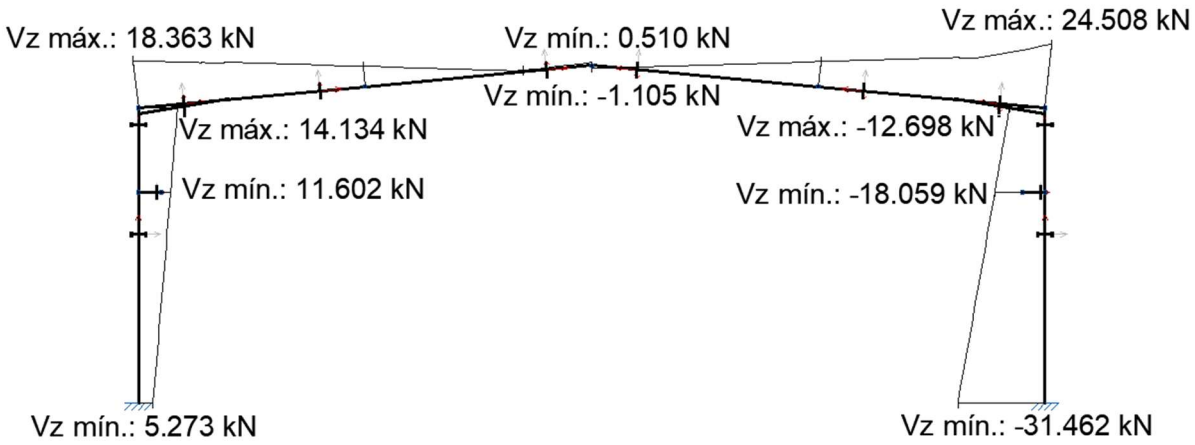


V(180º) H1

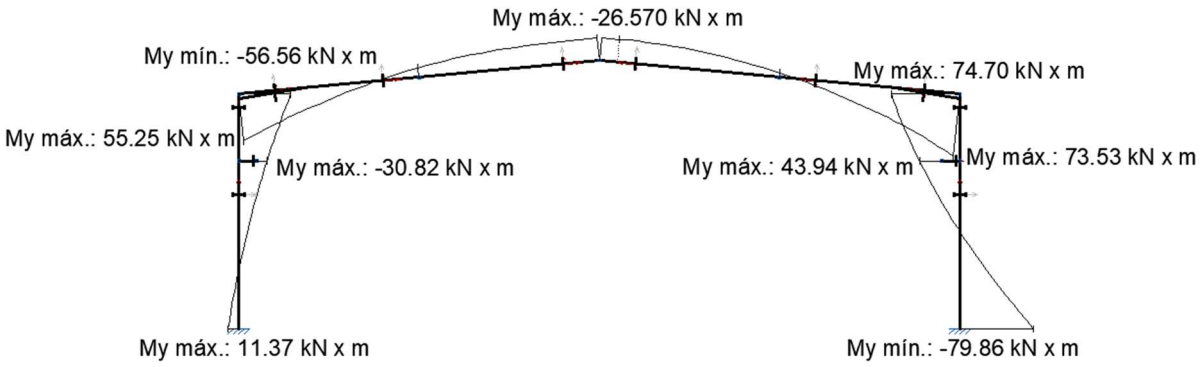
ESFUERZOS AXILES (kN):



ESFUERZOS CORTANTES (kN):

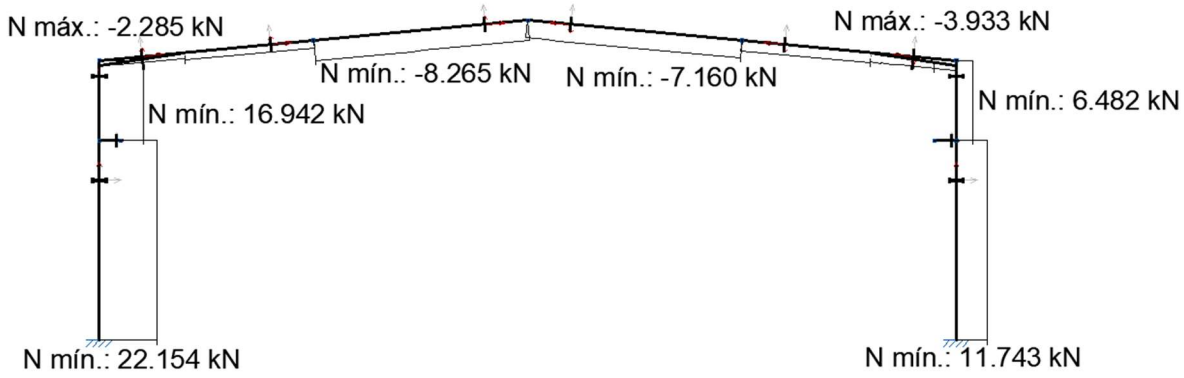


MOMENTOS FLECTORES (kN*m):

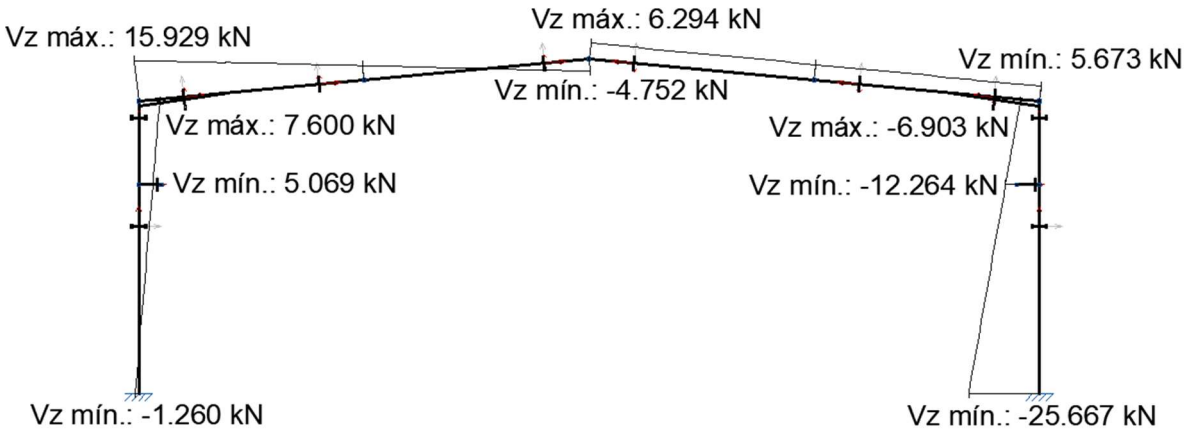


V(180º) H2

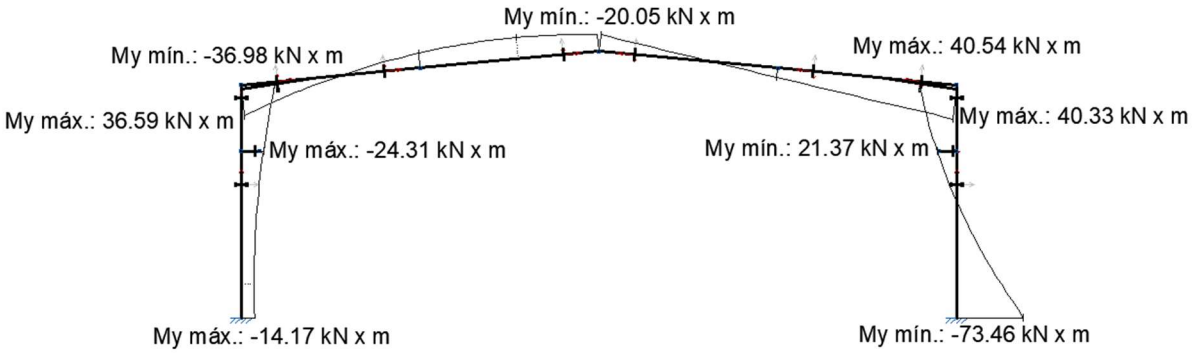
ESFUERZOS AXILES (kN):



ESFUERZOS CORTANTES (kN):

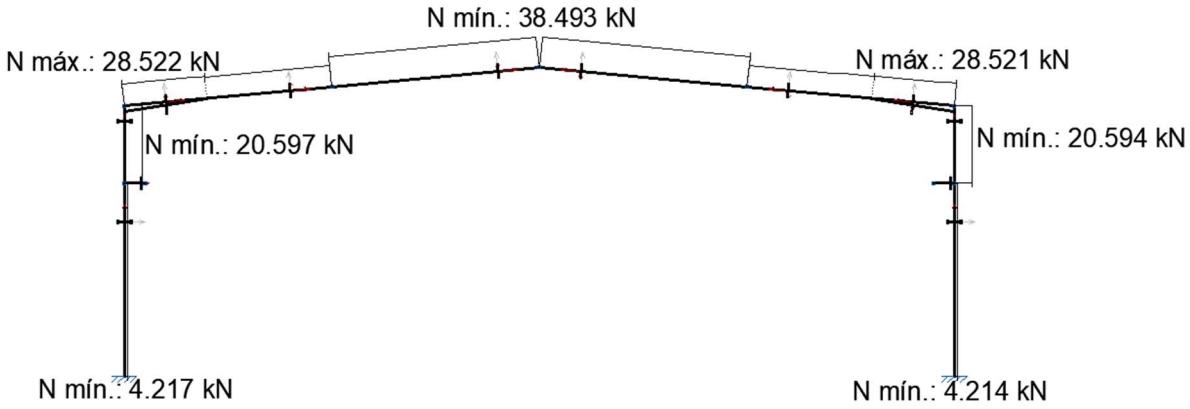


MOMENTOS FLECTORES (kN*m):

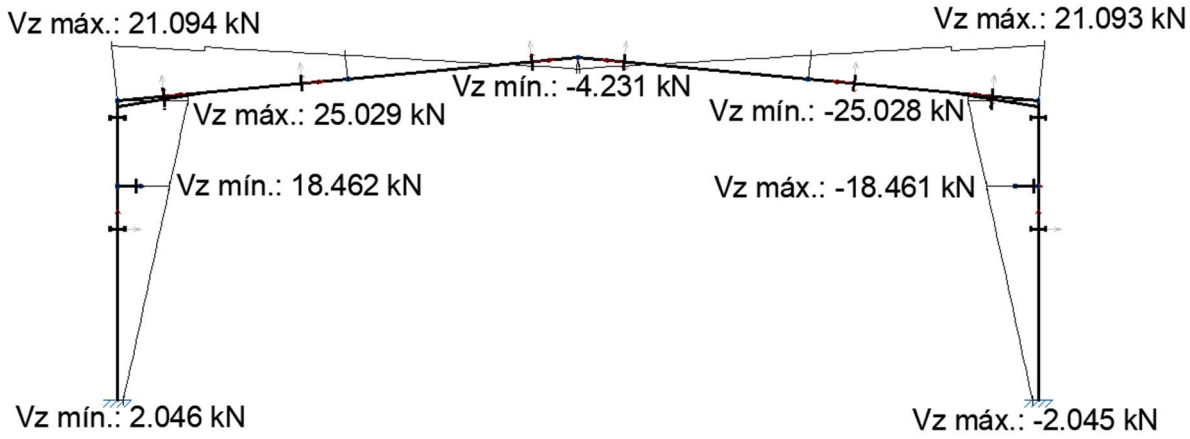


V(270º)

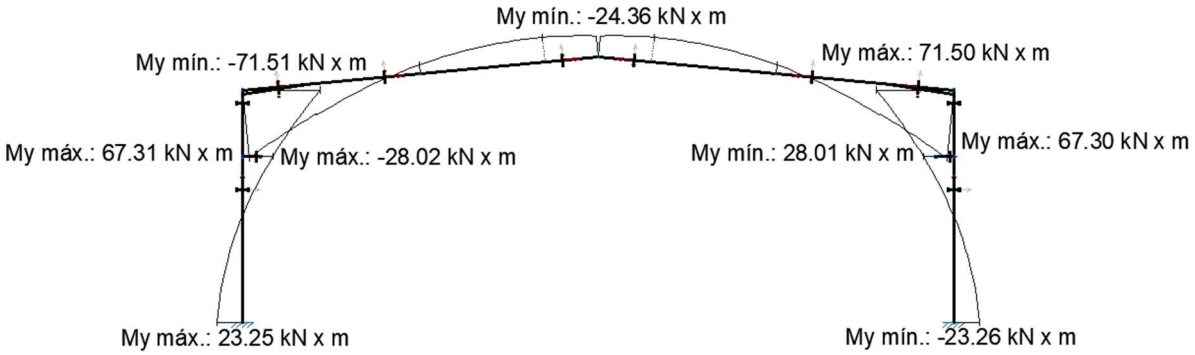
ESFUERZOS AXILES (kN):



ESFUERZOS CORTANTES (kN):

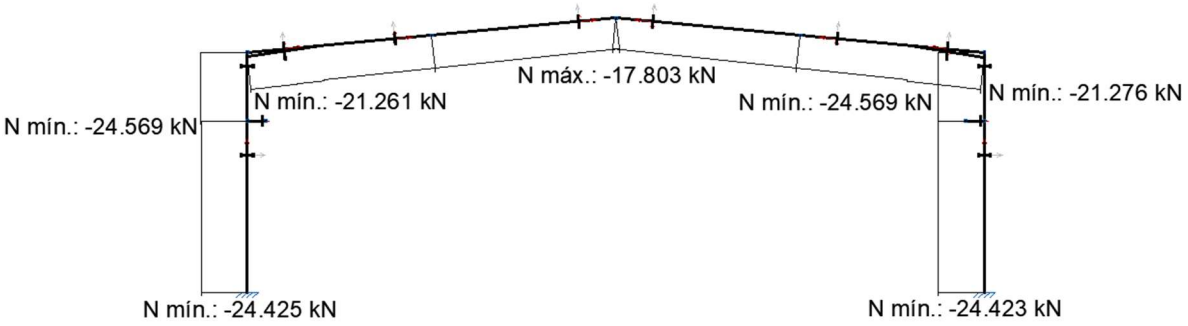


MOMENTOS FLECTORES (kN*m):

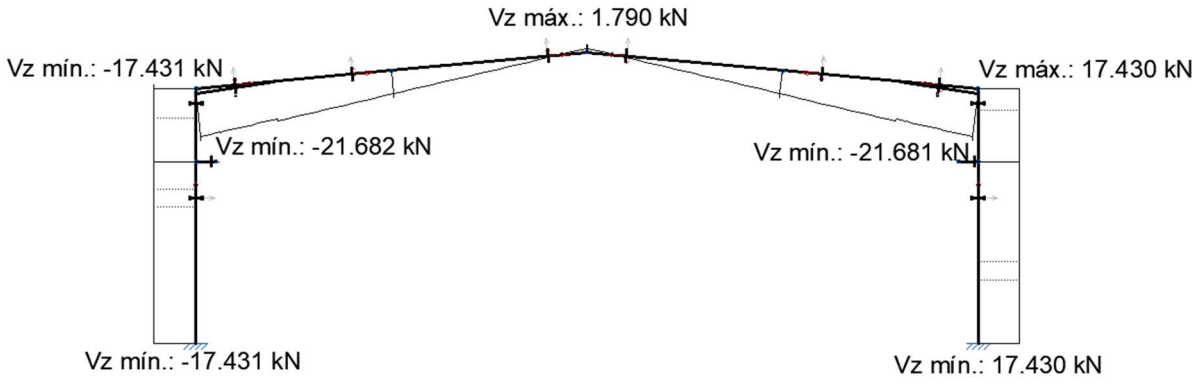


NIEVE (EI) (SIN ACUMULACIÓN EN LIMAHOYAS)

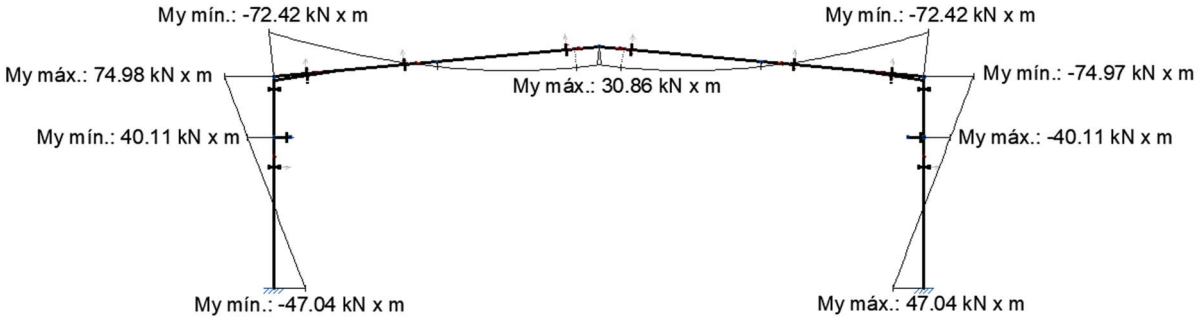
ESFUERZOS AXILES (kN):



ESFUERZOS CORTANTES (kN):

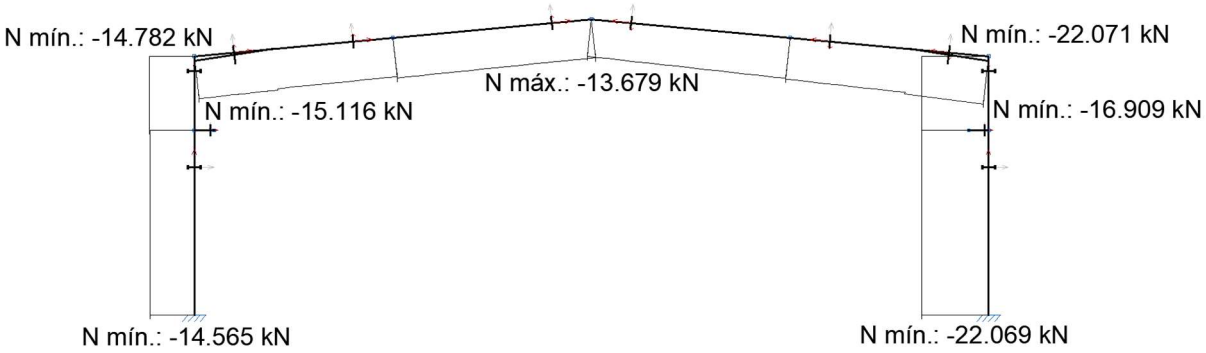


MOMENTOS FLECTORES (kN*m):

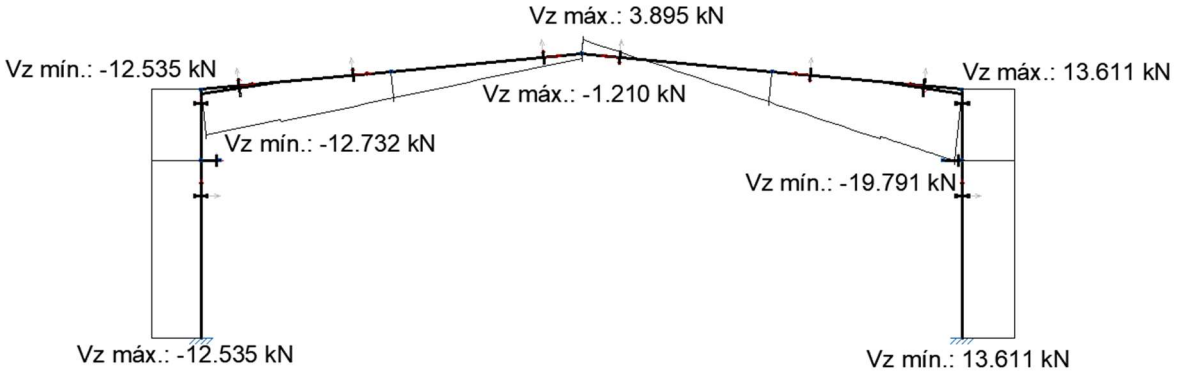


NIEVE (N R1) (CON ACUMULACIÓN EN LIMAHOYA 1)

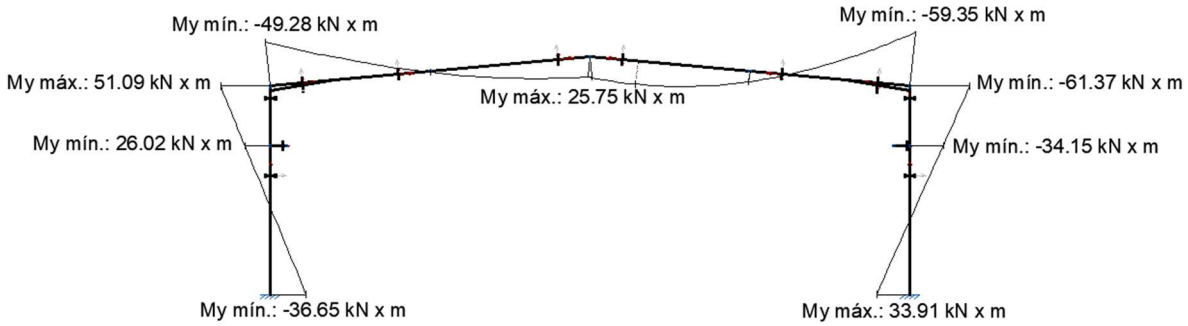
ESFUERZOS AXILES (kN):



ESFUERZOS CORTANTES (kN):

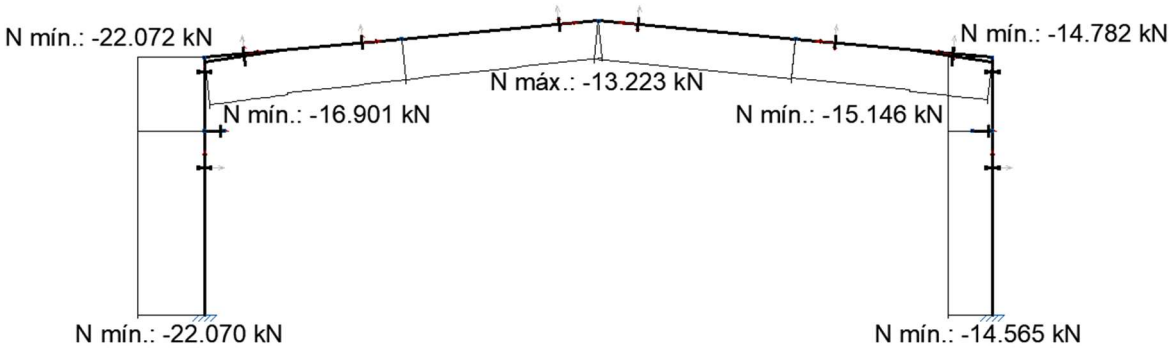


MOMENTOS FLECTORES (kN*m):

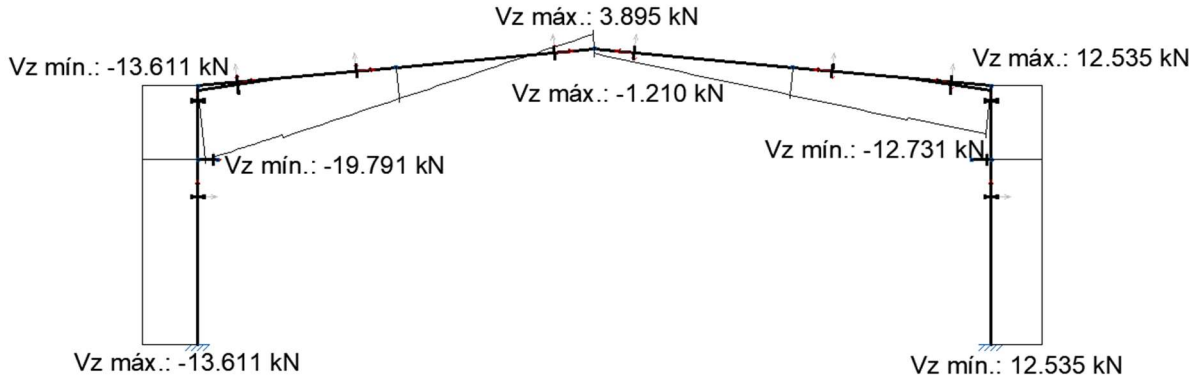


NIEVE (N R2) (CON ACUMULACIÓN EN LIMAHOYA 2)

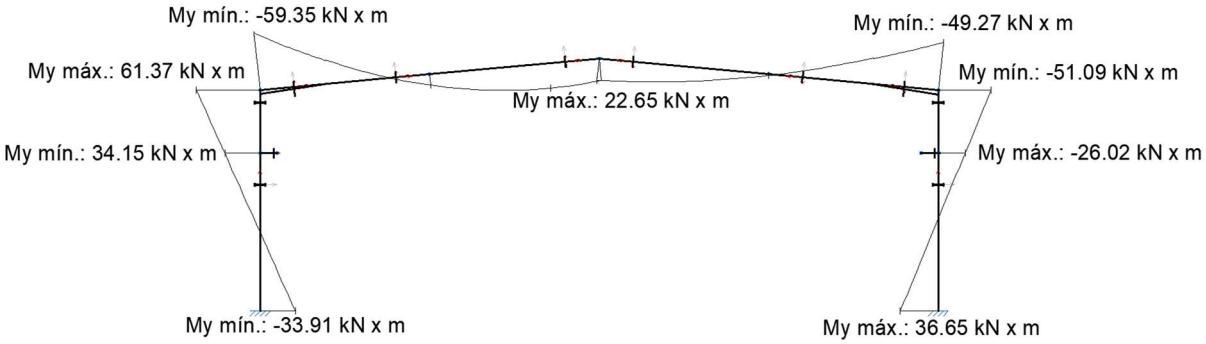
ESFUERZOS AXILES (kN):



ESFUERZOS CORTANTES (kN):

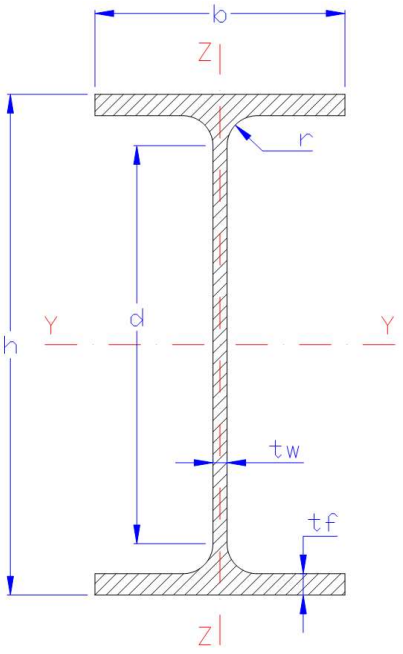


MOMENTOS FLECTORES (kN*m):



5.5.1.2 PILAR IZQUIERDO

Para este pilar hemos elegido un perfil IPE-330, el cual dispondrá de una ménsula a una altura de 5 metros donde irá apoyada la viga carril, las características de este pilar son las siguientes:



IPE-330

$$h = 330\ mm\ ;\ b = 160\ mm$$
$$tw = 7{,}5\ mm\ ;\ tf = 11{,}5\ mm$$
$$r = 18\ mm\ ;\ d = 271\ mm$$

$$A = 6260\ mm^2$$

$$Wel,y = 713\ E3\ mm^3\ ;\ Iy = 117{,}70\ E6\ mm^4$$
$$Sy = 402\ E3\ mm^3\ ;\ Wpl,y = 804\ E3\ mm^3\ iy = 137\ mm\ ;\ iz = 35{,}5\ mm\ ;\ if,z = 42\ mm$$

$$Iz = 7{,}88\ E6\ mm^4\ ;\ It = 0{,}265\ E6\ mm^4$$

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

A continuación se comprueba la resistencia de nuestro perfil ante la iteración de esfuerzos, para ello utilizamos la fórmula del apartado 6.2.8 del DB-SE-A:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{zEd}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Los máximos esfuerzos mayorados se producen en el nudo N47, parte superior del pilar, y la combinación de acciones es: $1{,}35 * PP + 1{,}5 * N(EI)$, por lo tanto nos quedan los siguientes esfuerzos:

$$Ned = 1{,}35 * 10{,}54 + 1{,}5 * 24{,}57 = 51{,}08\ kN$$
$$Med,y = 1{,}35 * 30{,}93 + 1{,}5 * 74{,}98 = 154{,}23\ kN * m$$

La flexión en el eje z es prácticamente cero, por lo tanto la vamos a despreciar, a continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Npl,rd = A * fyd = 6260 * \frac{275}{1{,}05} = 1639{,}52\ kN$$

$$Mpl,rd,y = Wpl,y * fyd = 804\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 210{,}57\ kN * m$$

La comprobación del pilar en el punto más desfavorable es:

$$\frac{51{,}08}{1639{,}52} + \frac{154{,}23}{210{,}57} = 0{,}03 + 0{,}73 = 0{,}76 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil cumple con la condición de resistencia del apartado 6.2.8 del DB-SE-A.

COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS COMPRIMIDOS Y FLECTADOS

A continuación se va a calcular la resistencia del perfil según el apartado 6.3.4.2 del DB-SE-A para cualquier pieza y en piezas susceptibles a pandeo por torsión:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Debido a que nuestro perfil no es de clase 4, según nos indica la tabla 6.8 $en,y = en,z = 0$:

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

Clase	A^*	W_y	W_z	α_y	α_z	$e_{N,y}$	$e_{N,z}$
1	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
2	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
3	A	$W_{el,y}$	$W_{el,z}$	0,8	1	0	0
4	A_{eff}	$W_{eff,y}$	$W_{eff,z}$	0,8	1	Según pieza y tensiones	Según pieza y tensiones

Los coeficientes $Cm,y = Cm,z = 1$ que se obtienen de la tabla 6.10

En cuanto a los esfuerzos mayorados, estos son los mismos que los calculados en el anterior apartado, estos se producen en el nudo N47 y la combinación de esfuerzos es $1{,}35 * PP + 1{,}5 * N(EI)$.

$$Ned = 1{,}35 * 10{,}54 + 1{,}5 * 24{,}57 = 51{,}08\ kN$$
$$Med,y = 1{,}35 * 30{,}93 + 1{,}5 * 74{,}98 = 154{,}23\ kN * m$$

La flexión en el eje z es prácticamente cero, por lo tanto la vamos a despreciar, a continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Npl,rd = A * fyd = 6260 * \frac{275}{1{,}05} = 1639{,}52\ kN$$
$$Mpl,rd,y = Wpl,y * fyd = 804\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 210{,}57\ kN * m$$

A continuación vamos a calcular los coeficientes de pandeo del pilar en los dos ejes según el apartado 6.3.2.1 del DB-SE-A.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$
$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

Si simplificamos estas fórmulas obtenemos:

$$\boxed{\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E}} \qquad \text{secciones de clase 1, 2 y 3}$$

$$\lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93{,}9 \cdot \varepsilon \qquad \text{siendo:} \qquad \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0{,}9244\ ;\ \lambda E = 93{,}9 * 0{,}9244 = 86{,}8$$

- Plano X-Z (Eje Y):

$$Lk,y = 2000 * 0{,}7 = 1400\ mm\ ;\ iy = 137\ mm$$

$$\lambda y = \frac{Lk,y}{iy} = \frac{1400}{137} = 10{,}22$$
$$\overline{\lambda y} = \frac{\lambda y}{\lambda E} = \frac{10{,}22}{86{,}8} = 0{,}12$$

$$\chi y\ (curva\ a) = 1$$

- Plano X-Y (Eje Z):

$$Lk,z = 1666{,}67\ mm\ ;\ iz = 35{,}5\ mm$$

$$\lambda z = \frac{Lk,z}{iz} = \frac{1666{,}67}{35{,}5} = 46{,}95$$
$$\overline{\lambda z} = \frac{\lambda z}{\lambda E} = \frac{46{,}95}{86{,}8} = 0{,}54$$

$$\chi z\ (curva\ b) = 0{,}866$$

A continuación vamos a calcular el coeficiente de pandeo lateral (χLT) según los apartados 6.3.3.2 y 6.3.3.3 del DB-SE-A:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

donde:

M_{LTv}: Componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra, el cual se calcula con la siguiente formula:

$$M_{LTv} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{GI_T EI_z}$$

Siendo:

C1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la ley de momentos flectores que soliciten y la viga. En este caso es 1 según la tabla 6.7 del DB-SE-A

E: Módulo elástico, en este caso es 210000 N/mm^2

G: Módulo de elasticidad transversal que es 81000 N/mm^2

Lc: Longitud de pandeo lateral, que en este caso son 2000 mm. Como estamos comprobando la parte superior del pilar elegimos esta Lc ya que es la distancia desde la ménsula hasta la cabeza del pilar.

$$Mlt, v = 1 * \frac{\pi}{2000} * \sqrt{81000 * 0{,}265\ E6 * 210000 * 7{,}88\ E6} = 296{,}05\ kN * m$$

M_{LTw}: Componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra, el cual se calcula con la siguiente formula:

$$M_{LTw} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2$$

Siendo:

if,z: Radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida.

$$Mlt,w = 713\,E3 * \frac{\pi^2 * 210000}{2000^2} * 1 * 42^2 = 651{,}7\ kN * m$$

Por lo tanto nos queda que el momento crítico Mcr es igual a:

$$Mcr = \sqrt{296{,}05^2 + 651{,}7^2} = 715{,}79\ kN * m$$

$$\overline{\lambda_{LT}} = \sqrt{\frac{713\,E3 * 275}{715{,}79\,E6}} = 0{,}52$$

$$\chi_{LT}\ (curva\ b) = 0{,}875$$

Por último nos quedan calcular los coeficientes $ky\ y\ ky, lt$ que se indican en la tabla 6.9 del DB-SE-A:

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

Clase	Tipo de sección	k_y	k_z	k_{yLT}
1 y 2	I, H, abiertas	$1+(\overline{\lambda}_y-0{,}2)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1+(2\cdot\overline{\lambda}_z-0{,}6)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	el menor de $1-\frac{0{,}1\cdot\overline{\lambda}_z}{(c_{mLT}-0{,}25)}\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$
	Hueca delgada		$1+(\overline{\lambda}_z-0{,}2)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$0{,}6+\overline{\lambda}_z$
3 y 4	Todas	$1+0{,}6\cdot\overline{\lambda}_y\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1+0{,}6\cdot\overline{\lambda}_z\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$1-\frac{0{,}05\cdot\overline{\lambda}_z}{(c_{mLT}-0{,}25)}\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$

En nuestro caso tenemos una clase 1 y un tipo de sección I, por lo tanto:

$$ky = 1 + (\overline{\lambda_y} - 0{,}2) * \frac{Ned}{\chi y * Nc,rd} = 1 + (0{,}12 - 0{,}2) * \frac{51{,}08}{1 * 1639{,}52} = 1$$

$$ky, LT = 1 - \frac{0{,}1 * \overline{\lambda_z}}{(Cm, LT - 0{,}25)} * \frac{Ned}{\chi z * Nc,rd} = 1 - \frac{0{,}1 * 0{,}54}{(1 - 0{,}25)} * \frac{51{,}08}{0{,}866 * 1639{,}52} = 1$$

Ahora ya podemos realizar la comprobación:

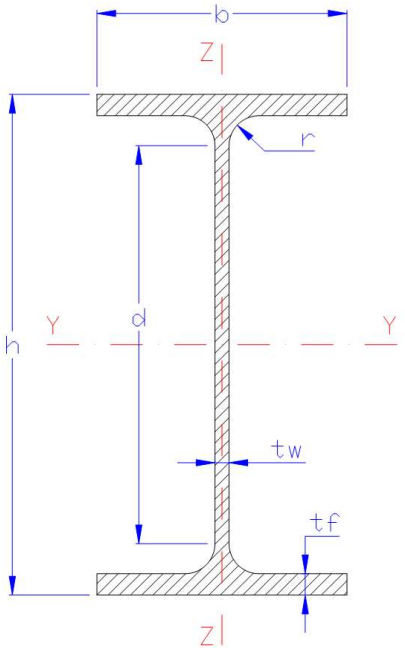
$$\frac{51{,}08}{1 * 1638{,}52} + 1 * \frac{1 * 154{,}23}{0{,}875 * 210{,}57} = 0{,}04 + 0{,}83 = 0{,}87 \leq 1$$

$$\frac{51{,}08}{0{,}866 * 1638{,}52} + 1 * \frac{154{,}23}{0{,}875 * 210{,}57} = 0{,}04 + 0{,}83 = 0{,}87 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil IPE-330 para el pilar izquierdo resiste todas las comprobaciones.

5.5.1.3 PILAR DERECHO

Para este pilar hemos elegido un perfil IPE-330, el cual tendrá una ménsula a una distancia de 5 metros donde irá apoyada la viga carril, las características de este pilar son las siguientes:



IPE-330

$$h = 330\ mm\ ;\ b = 160\ mm$$
$$tw = 7{,}5\ mm\ ;\ tf = 11{,}5\ mm$$
$$r = 18\ mm\ ;\ d = 271\ mm$$

$$A = 6260\ mm^2$$

$$Wel,y = 713\ E3\ mm^3\ ;\ Iy = 117{,}70\ E6\ mm^4$$
$$Sy = 402\ E3\ mm^3\ ;\ Wpl,y = 804\ E3\ mm^3\ iy = 137\ mm\ ;\ iz = 35{,}5\ mm\ ;\ if,z = 42\ mm$$

$$Iz = 7{,}88\ E6\ mm^4\ ;\ It = 0{,}265\ E6\ mm^4$$

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

A continuación se comprueba la resistencia de nuestro perfil ante la iteración de esfuerzos, para ello utilizamos la fórmula del apartado 6.2.8 del DB-SE-A:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{zEd}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Los máximos esfuerzos mayorados se producen en el nudo N49, parte superior del pilar, y la combinación de acciones es: $1{,}35 * PP + 1{,}05 * Frenada\ PG\ (+Y) + 1{,}5 * N(EI)$, por lo tanto nos quedan los siguientes esfuerzos:

$$Ned = 1{,}35 * 10{,}54 + 1{,}05 * 0{,}91 + 1{,}5 * 24{,}57 = 52{,}04\ kN$$
$$Med,y = 1{,}35 * 30{,}93 + 1{,}05 * 6{,}56 + 1{,}5 * 74{,}97 = 161{,}10\ kN * m$$

La flexión en el eje z es prácticamente cero, por lo tanto la vamos a despreciar, a continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Npl,rd = A * fyd = 6260 * \frac{275}{1{,}05} = 1639{,}52\ kN$$

$$Mpl,rd,y = Wpl,y * fyd = 804\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 210{,}57\ kN * m$$

La comprobación del pilar en el punto más desfavorable es:

$$\frac{52{,}04}{1639{,}52} + \frac{161{,}10}{210{,}57} = 0{,}03 + 0{,}77 = 0{,}80 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil cumple con la condición de resistencia del apartado 6.2.8 del DB-SE-A.

COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS COMPRIMIDOS Y FLECTADOS

A continuación se va a calcular la resistencia del perfil según el apartado 6.3.4.2 del DB-SE-A para cualquier pieza y en piezas susceptibles a pandeo por torsión:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Debido a que nuestro perfil no es de clase 4 entonces según nos indica la tabla 6.8, $en,y = en,z = 0$:

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

Clase	A^*	W_y	W_z	α_y	α_z	$e_{N,y}$	$e_{N,z}$
1	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
2	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
3	A	$W_{el,y}$	$W_{el,z}$	0,8	1	0	0
4	A_{eff}	$W_{eff,y}$	$W_{eff,z}$	0,8	1	Según pieza y tensiones	Según pieza y tensiones

Los coeficientes $Cm,y = Cm,z = 1$ que se obtienen de la tabla 6.10.

En cuanto a los esfuerzos mayorados, estos son los mismos que los calculados en el anterior apartado, estos se producen en el nudo N49 y la combinación de esfuerzos es $1{,}35 * PP + 1{,}05 * Frenada\ PG\ (+Y) + 1{,}5 * N(EI)$.

$$Ned = 1{,}35 * 10{,}54 + 1{,}05 * 0{,}91 + 1{,}5 * 24{,}57 = 52{,}04\ kN$$
$$Med,y = 1{,}35 * 30{,}93 + 1{,}05 * 6{,}56 + 1{,}5 * 74{,}97 = 161{,}10\ kN * m$$

La flexión en el eje z es prácticamente cero, por lo tanto la vamos a despreciar, a continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Npl,rd = A * fyd = 6260 * \frac{275}{1{,}05} = 1639{,}52\ kN$$

$$Mpl,rd,y = Wpl,y * fyd = 804\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 210{,}57\ kN * m$$

A continuación vamos a calcular los coeficientes de pandeo del pilar en los dos ejes según el apartado 6.3.2.1 del DB-SE-A.

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

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

Si simplificamos estas fórmulas obtenemos:

$$\boxed{\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E}} \qquad \text{secciones de clase 1, 2 y 3}$$

$$\lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93{,}9 \cdot \varepsilon \qquad \text{siendo:} \qquad \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0{,}9244\ ;\ \lambda E = 93{,}9 * 0{,}9244 = 86{,}8$$

- Plano X-Z (Eje Y):

$$Lk,y = 2000 * 0{,}7 = 1400\ mm\ ;\ iy = 137\ mm$$

$$\lambda y = \frac{Lk,y}{iy} = \frac{1400}{137} = 10{,}22$$

$$\overline{\lambda_y} = \frac{\lambda y}{\lambda E} = \frac{10{,}22}{86{,}8} = 0{,}12$$

$$\chi y\ (curva\ a) = 1$$

- Plano X-Y (Eje Z):

$$Lk,z = 1666{,}67\ mm\ ;\ iz = 35{,}5\ mm$$

$$\lambda z = \frac{Lk,z}{iz} = \frac{1666{,}67}{35{,}5} = 46{,}95$$

$$\overline{\lambda_z} = \frac{\lambda z}{\lambda E} = \frac{46{,}95}{86{,}8} = 0{,}54$$

$$\chi z\ (curva\ b) = 0{,}866$$

A continuación vamos a calcular el coeficiente de pandeo lateral (χLT) según los apartados 6.3.3.2 y 6.3.3.3 del DB-SE-A:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

donde:

M_{LTv}: Componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra, el cual se calcula con la siguiente formula:

$$M_{LTv} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{GI_T EI_z}$$

Siendo:

C1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la ley de momentos flectores que soliciten y la viga. En este caso es 1 según la tabla 6.7 del DB-SE-A

E: Módulo elástico, en este caso es 210000 N/mm^2

G: Módulo de elasticidad transversal que es 81000 N/mm^2

Lc: Longitud de pandeo lateral, que en este caso son 2000 mm. Como estamos comprobando la parte superior del pilar elegimos esta Lc ya que es la distancia desde la ménsula hasta la cabeza del pilar.

$$Mlt, v = 1 * \frac{\pi}{2000} * \sqrt{81000 * 0{,}265\ E6 * 210000 * 7{,}88\ E6} = 296{,}05\ kN * m$$

M_{LTw}: Componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra, el cual se calcula con la siguiente formula:

$$M_{LTw} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2$$

Siendo:

if,z: Radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida.

$$Mlt,w = 713\,E3 * \frac{\pi^2 * 210000}{2000^2} * 1 * 42^2 = 651{,}7\ kN * m$$

Por lo tanto nos queda que el momento crítico Mcr es igual a:

$$Mcr = \sqrt{296{,}05^2 + 651{,}7^2} = 715{,}79\ kN * m$$

$$\overline{\lambda_{LT}} = \sqrt{\frac{713\,E3 * 275}{715{,}79\,E6}} = 0{,}52$$

$$\chi_{LT}\ (curva\ b) = 0{,}875$$

Por último nos quedan calcular los coeficientes $ky\ y\ ky, lt$ que se indican en la tabla 6.9 del DB-SE-A:

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

Clase	Tipo de sección	k_y	k_z	k_{yLT}
1 y 2	I, H, abiertas	$1+(\overline{\lambda}_y-0{,}2)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1+(2\cdot\overline{\lambda}_z-0{,}6)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	el menor de $1-\frac{0{,}1\cdot\overline{\lambda}_z}{(c_{mLT}-0{,}25)}\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$
	Hueca delgada		$1+(\overline{\lambda}_z-0{,}2)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$0{,}6+\overline{\lambda}_z$
3 y 4	Todas	$1+0{,}6\cdot\overline{\lambda}_y\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1+0{,}6\cdot\overline{\lambda}_z\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$1-\frac{0{,}05\cdot\overline{\lambda}_z}{(c_{mLT}-0{,}25)}\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$

En nuestro caso tenemos una clase 1 y un tipo de sección I, por lo tanto:

$$ky = 1 + (\overline{\lambda_y} - 0{,}2) * \frac{Ned}{\chi y * Nc, rd} = 1 + (0{,}12 - 0{,}2) * \frac{52{,}04}{1 * 1639{,}52} = 1$$

$$ky, LT = 1 - \frac{0{,}1 * \overline{\lambda_z}}{(Cm, LT - 0{,}25)} * \frac{Ned}{\chi z * Nc, rd} = 1 - \frac{0{,}1 * 0{,}54}{(1 - 0{,}25)} * \frac{52{,}04}{0{,}866 * 1639{,}52} = 1$$

Ahora ya podemos realizar la comprobación:

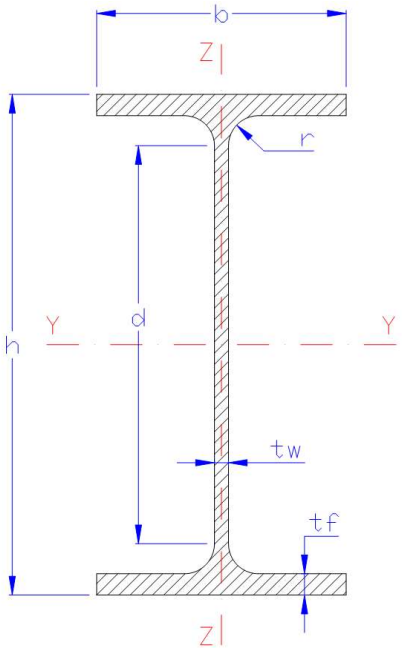
$$\frac{52{,}04}{1 * 1638{,}52} + 1 * \frac{1 * 161{,}10}{0{,}875 * 210{,}57} = 0{,}03 + 0{,}87 = 0{,}90 \leq 1$$

$$\frac{52{,}04}{0{,}866 * 1638{,}52} + 1 * \frac{161{,}10}{0{,}875 * 210{,}57} = 0{,}04 + 0{,}87 = 0{,}91 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil IPE-330 para el pilar derecho resiste todas las comprobaciones.

5.5.1.4 DINTEL IZQUIERDO

Para este dintel hemos elegido un perfil IPE-270, el cual tiene una cartela de 2 metros de longitud en la unión del pilar con el dintel, las características del IPE-270 son las siguientes:



IPE-270

$$h = 270\ mm\ ;\ b = 135\ mm$$
$$tw = 6{,}6\ mm\ ;\ tf = 10{,}2\ mm$$
$$r = 15\ mm\ ;\ d = 220\ mm$$

$$A = 4590\ mm^2$$

$$Wel, y = 429\ E3\ mm^3\ ;\ Iy = 57{,}90\ E6\ mm^4$$
$$Sy = 242\ E3\ mm^3\ ;\ Wpl, y = 484\ E3\ mm^3\ iy = 112\ mm\ ;\ iz = 30{,}2\ mm$$

$$Iz = 4{,}2\ E6\ mm^4\ ;\ It = 0{,}154\ E6\ mm^4$$

Pero la comprobación más desfavorable del dintel se produce en la unión del pilar con el dintel, donde el perfil total es el perfil IPE-270 más el perfil de la cartela, por lo tanto las características del perfil en este punto son las siguientes:

$$A = 7606\ mm^2$$

$$Wel, y = 984{,}06\ E3\ mm^3\ ;\ Wpl, y = 1143{,}10\ E3\ mm^3$$
$$iy = 186\ mm\ ;\ iz = 28{,}8\ mm\ ;\ if, z = 32{,}90\ mm$$

$$Iz = 6{,}29\ E6\ mm^4\ ;\ It = 0{,}23\ E6\ mm^4$$

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

A continuación se comprueba la resistencia de nuestro perfil ante la iteración de esfuerzos, para ello utilizamos la fórmula del apartado 6.2.8 del DB-SE-A:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{zEd}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Los máximos esfuerzos mayorados se producen en el nudo N47, parte inferior del dintel y la combinación de acciones es: $1{,}35 * PP + 1{,}5 * N(EI)$, por lo tanto nos quedan los siguientes esfuerzos:

$$Ned = 1{,}35 * 8{,}80 + 1{,}5 * 21{,}26 = 43{,}77\ kN$$
$$Med, y = 1{,}35 * 29{,}88 + 1{,}5 * 72{,}42 = 148{,}97\ kN * m$$

La flexión en el eje z es prácticamente cero, por lo tanto la vamos a despreciar, a continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Npl, rd = A * fyd = 7606 * \frac{275}{1{,}05} = 1992{,}05\ kN$$
$$Mpl, rd, y = Wpl, y * fyd = 1143{,}10\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 299{,}38\ kN * m$$

La comprobación del dintel en el punto más desfavorable es:

$$\frac{43{,}77}{1992{,}05} + \frac{148{,}97}{299{,}38} = 0{,}02 + 0{,}50 = 0{,}52 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil cumple con la condición de resistencia del apartado 6.2.8 del DB-SE-A.

COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS COMPRIMIDOS Y FLECTADOS

A continuación se va a calcular la resistencia del perfil según el apartado 6.3.4.2 del DB-SE-A para cualquier pieza y en piezas susceptibles a pandeo por torsión:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Debido a que nuestro perfil no es de clase 4 entonces según nos indica la tabla 6.8, $en, y = en, z = 0$:

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

Clase	A^*	W_y	W_z	α_y	α_z	$e_{N,y}$	$e_{N,z}$
1	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
2	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
3	A	$W_{el,y}$	$W_{el,z}$	0,8	1	0	0
4	A_{eff}	$W_{eff,y}$	$W_{eff,z}$	0,8	1	Según pieza y tensiones	Según pieza y tensiones

Los coeficientes $Cm, y = Cm, z = 1$ que se obtienen de la tabla 6.10

En cuanto a los esfuerzos mayorados, estos son los mismos que los calculados en el anterior apartado, estos se producen en el nudo N47 y la combinación de esfuerzos es $1{,}35 * PP + 1{,}5 * N(EI)$.

$$Ned = 1{,}35 * 8{,}80 + 1{,}5 * 21{,}26 = 43{,}77\ kN$$
$$Med, y = 1{,}35 * 29{,}88 + 1{,}5 * 72{,}42 = 148{,}97\ kN * m$$

La flexión en el eje z es prácticamente cero, por lo tanto la vamos a despreciar, a continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Npl, rd = A * fyd = 7606 * \frac{275}{1{,}05} = 1992{,}05\ kN$$
$$Mpl, rd, y = Wpl, y * fyd = 1143{,}10\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 299{,}38\ kN * m$$

A continuación vamos a calcular los coeficientes de pandeo del pilar en los dos ejes según el apartado 6.3.2.1 del DB-SE-A.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$
$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

Si simplificamos estas fórmulas obtenemos:

$$\boxed{\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E}} \qquad \text{secciones de clase 1, 2 y 3}$$

$$\lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93{,}9 \cdot \varepsilon \qquad \text{siendo:} \qquad \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0{,}9244\ ;\ \lambda E = 93{,}9 * 0{,}9244 = 86{,}8$$

- Plano X-Z (Eje Y):

$$Lk, y = 5000\ mm\ ;\ iy = 186\ mm$$

$$\lambda y = \frac{Lk, y}{iy} = \frac{5000}{186} = 26{,}88$$
$$\overline{\lambda_y} = \frac{\lambda y}{\lambda E} = \frac{26{,}88}{86{,}8} = 0{,}31$$

$$\chi y\ (curva\ a) = 0{,}973$$

- Plano X-Y (Eje Z):

$$Lk,z = 2500\ mm\ ;\ iz = 28{,}8\ mm$$

$$\lambda z = \frac{Lk,z}{iz} = \frac{2500}{28{,}8} = 86{,}81$$

$$\overline{\lambda_z} = \frac{\lambda z}{\lambda E} = \frac{86{,}81}{86{,}8} = 1$$

$$\chi z\ (curva\ b) = 0{,}597$$

A continuación vamos a calcular el coeficiente de pandeo lateral (χLT) según los apartados 6.3.3.2 y 6.3.3.3 del DB-SE-A:

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

donde:

M_{LTv}: Componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra, el cual se calcula con la siguiente formula:

$$M_{LTv} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{GI_T EI_z}$$

Siendo:

C1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la ley de momentos flectores que soliciten y la viga. En este caso es 1 según la tabla 6.7 del DB-SE-A

E: Módulo elástico, en este caso es 210000 N/mm^2

G: Módulo de elasticidad transversal que es 81000 N/mm^2

Lc: Longitud de pandeo lateral, que en este caso son 2500 mm.

$$Mlt,v = 1 * \frac{\pi}{2500} * \sqrt{81000 * 0{,}23\ E6 * 210000 * 6{,}29\ E6} = 197{,}39\ kN * m$$

M_{LTw}: Componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra, el cual se calcula con la siguiente formula:

$$M_{LTw} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2$$

Siendo:

if,z: Radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida.

$$Mlt, w = 1007{,}4\ E3 * \frac{\pi^2 * 210000}{2500^2} * 1 * 32{,}90^2 = 361{,}6\ kN * m$$

Por lo tanto nos queda que el momento crítico Mcr es igual a:

$$Mcr = \sqrt{197{,}39 + 361{,}6^2} = 411{,}97\ kN * m$$

$$\overline{\lambda_{LT}} = \sqrt{\frac{1143{,}10\ E3 * 275}{411{,}97\ E6}} = 0{,}87$$

$$\chi_{LT}\ (curva\ b) = 0{,}674$$

Por último nos quedan calcular los coeficientes $ky\ y\ ky, lt$ que se indican en la tabla 6.9 del DB-SE-A:

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

Clase	Tipo de sección	k_y	k_z	k_{yLT}
1 y 2	I, H, abiertas	$1+(\overline{\lambda}_y-0{,}2)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1+(2\cdot\overline{\lambda}_z-0{,}6)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	el menor de $1-\frac{0{,}1\cdot\overline{\lambda}_z}{(c_{mLT}-0{,}25)}\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$
	Hueca delgada		$1+(\overline{\lambda}_z-0{,}2)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$0{,}6+\overline{\lambda}_z$
3 y 4	Todas	$1+0{,}6\cdot\overline{\lambda}_y\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1+0{,}6\cdot\overline{\lambda}_z\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$1-\frac{0{,}05\cdot\overline{\lambda}_z}{(c_{mLT}-0{,}25)}\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$

En nuestro caso tenemos una clase 1 y un tipo de sección I, por lo tanto:

$$ky = 1 + (\overline{\lambda_y} - 0{,}2) * \frac{Ned}{\chi y * Nc, rd} = 1 + (0{,}31 - 0{,}2) * \frac{43{,}77}{0{,}973 * 1992{,}05} = 1$$

$$ky, LT = 1 - \frac{0{,}1 * \overline{\lambda_z}}{(Cm, LT - 0{,}25)} * \frac{Ned}{\chi z * Nc, rd} = 1 - \frac{0{,}1 * 1}{(1 - 0{,}25)} * \frac{43{,}77}{0{,}597 * 1992{,}05} = 1$$

Ahora ya podemos realizar la comprobación:

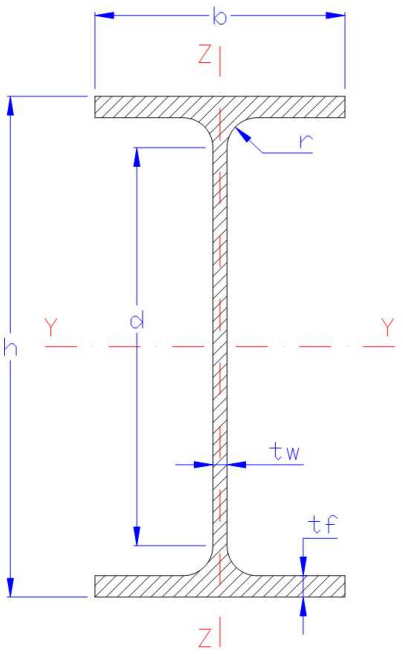
$$\frac{43{,}77}{0{,}973 * 1992{,}05} + 1 * \frac{1 * 148{,}97}{0{,}674 * 299{,}38} = 0{,}02 + 0{,}74 = 0{,}76 \leq 1$$

$$\frac{43{,}77}{0{,}597 * 1992{,}05} + 1 * \frac{148{,}97}{0{,}674 * 299{,}38} = 0{,}04 + 0{,}74 = 0{,}78 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil IPE-270 para el dintel izquierdo resiste todas las comprobaciones.

5.5.1.5 DINTEL DERECHO

Para este dintel hemos elegido un perfil IPE-270, el cual tiene una cartela de 2 metros de longitud en la unión del pilar con el dintel, las características del IPE-270 son las siguientes:



IPE-270

$h = 270\ mm\ ;\ b = 135\ mm$
$tw = 6{,}6\ mm\ ;\ tf = 10{,}2\ mm$
$r = 15\ mm\ ;\ d = 220\ mm$

$A = 4590\ mm^2$

$Wel, y = 429\ E3\ mm^3\ ;\ Iy = 57{,}90\ E6\ mm^4$
$Sy = 242\ E3\ mm^3\ ;\ Wpl, y = 484\ E3\ mm^3\ iy = 112\ mm\ ;\ iz = 30{,}2\ mm$

$Iz = 4{,}2\ E6\ mm^4\ ;\ It = 0{,}154\ E6\ mm^4$

Pero la comprobación más desfavorable del dintel se produce en la unión del pilar con el dintel, donde el perfil total es el perfil IPE-270 más el perfil de la cartela, por lo tanto las características de este perfil son las siguientes:

$$A = 7606\ mm^2$$

$$Wel, y = 984{,}06\ E3\ mm^3\ ;\ Wpl, y = 1143{,}10\ E3\ mm^3$$
$$iy = 186\ mm\ ;\ iz = 28{,}8\ mm\ ;\ if, z = 32{,}90\ mm$$

$$Iz = 6{,}29\ E6\ mm^4\ ;\ It = 0{,}23\ E6\ mm^4$$

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

A continuación se comprueba la resistencia de nuestro perfil ante la iteración de esfuerzos, para ello utilizamos la fórmula del apartado 6.2.8 del DB-SE-A:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{zEd}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Los máximos esfuerzos mayorados se producen en el nudo N49, parte inferior del dintel y la combinación de acciones es: $1{,}35 * PP + 1{,}05 * Frenada\ PG\ (+Y) + 1{,}5 * N(EI)$, por lo tanto nos quedan los siguientes esfuerzos:

$$Ned = 1{,}35 * 8{,}807 + 1{,}05 * 6{,}188 + 1{,}5 * 21{,}276 = 50{,}30\ kN$$
$$Med, y = 1{,}35 * 29{,}87 + 1{,}05 * 5{,}878 + 1{,}5 * 72{,}42 = 155{,}13\ kN * m$$

La flexión en el eje z es prácticamente cero, por lo tanto la vamos a despreciar, a continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Npl, rd = A * fyd = 7606 * \frac{275}{1{,}05} = 1992{,}05\ kN$$
$$Mpl, rd, y = Wpl, y * fyd = 1143{,}10\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 299{,}38\ kN * m$$

La comprobación del dintel en el punto más desfavorable es:

$$\frac{50{,}30}{1992{,}05} + \frac{155{,}13}{299{,}38} = 0{,}03 + 0{,}52 = 0{,}55 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil cumple con la condición de resistencia del apartado 6.2.8 del DB-SE-A.

COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS COMPRIMIDOS Y FLECTADOS

A continuación se va a calcular la resistencia del perfil según el apartado 6.3.4.2 del DB-SE-A para cualquier pieza y en piezas susceptibles a pandeo por torsión:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Debido a que nuestro perfil no es de clase 4 entonces según nos indica la tabla 6.8, $en, y = en, z = 0$:

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

Clase	A^*	W_y	W_z	α_y	α_z	$e_{N,y}$	$e_{N,z}$
1	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
2	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
3	A	$W_{el,y}$	$W_{el,z}$	0,8	1	0	0
4	A_{eff}	$W_{eff,y}$	$W_{eff,z}$	0,8	1	Según pieza y tensiones	Según pieza y tensiones

Los coeficientes $Cm, y = Cm, z = 1$ que se obtienen de la tabla 6.10

En cuanto a los esfuerzos mayorados, estos son los mismos que los calculados en el anterior apartado, estos se producen en el nudo N49 y la combinación de esfuerzos es $1{,}35 * PP + 1{,}05 * Frenada\ PG\ (+Y) + 1{,}5 * N(EI)$.

$$Ned = 1{,}35 * 8{,}807 + 1{,}05 * 6{,}188 + 1{,}5 * 21{,}276 = 50{,}30\ kN$$
$$Med, y = 1{,}35 * 29{,}87 + 1{,}05 * 5{,}878 + 1{,}5 * 72{,}42 = 155{,}13\ kN * m$$

La flexión en el eje z es prácticamente cero, por lo tanto la vamos a despreciar, a continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Npl, rd = A * fyd = 7606 * \frac{275}{1{,}05} = 1992{,}05\ kN$$
$$Mpl, rd, y = Wpl, y * fyd = 1143{,}10\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 299{,}38\ kN * m$$

A continuación vamos a calcular los coeficientes de pandeo del pilar en los dos ejes según el apartado 6.3.2.1 del DB-SE-A.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$
$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

Si simplificamos estas fórmulas obtenemos:

$$\boxed{\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E}}$$ secciones de clase 1, 2 y 3

$$\lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93{,}9 \cdot \varepsilon \qquad \text{siendo:} \qquad \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0{,}9244\ ;\ \lambda E = 93{,}9 * 0{,}9244 = 86{,}8$$

- Plano X-Z (Eje Y):

$$Lk, y = 5000\ mm\ ;\ iy = 186\ mm$$

$$\lambda y = \frac{Lk, y}{iy} = \frac{5000}{186} = 26{,}88$$

$$\overline{\lambda_y} = \frac{\lambda y}{\lambda E} = \frac{26{,}88}{86{,}8} = 0{,}31$$

$$\chi y\ (curva\ a) = 0{,}973$$

- Plano X-Y (Eje Z):

$$Lk, z = 2500\ mm\ ;\ iz = 28{,}8\ mm$$

$$\lambda z = \frac{Lk, z}{iz} = \frac{2500}{28{,}8} = 86{,}81$$

$$\overline{\lambda_z} = \frac{\lambda z}{\lambda E} = \frac{86{,}81}{86{,}8} = 1$$

$$\chi z\ (curva\ b) = 0{,}597$$

A continuación vamos a calcular el coeficiente de pandeo lateral (χLT) según los apartados 6.3.3.2 y 6.3.3.3 del DB-SE-A:

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

donde:

M_{LTv}: Componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra, el cual se calcula con la siguiente formula:

$$M_{LTv} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z}$$

Siendo:

C1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la ley de momentos flectores que soliciten y la viga. En este caso es 1 según la tabla 6.7 del DB-SE-A

E: Módulo elástico, en este caso es 210000 N/mm^2

G: Módulo de elasticidad transversal que es 81000 N/mm^2
Lc: Longitud de pandeo lateral, que en este caso son 2500 mm.

$$Mlt,v = 1 * \frac{\pi}{2500} * \sqrt{81000 * 0{,}23\ E6 * 210000 * 6{,}29\ E6} = 197{,}39\ kN * m$$

M_{LTw}: Componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra, el cual se calcula con la siguiente formula:

$$M_{LTw} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2$$

Siendo:

if,z: Radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida.

$$Mlt,w = 1007{,}4\ E3 * \frac{\pi^2 * 210000}{2500^2} * 1 * 32{,}90^2 = 361{,}6\ kN * m$$

Por lo tanto nos queda que el momento crítico Mcr es igual a:

$$Mcr = \sqrt{197{,}39 + 361{,}6^2} = 411{,}97\ kN * m$$

$$\overline{\lambda_{LT}} = \sqrt{\frac{1143{,}10\ E3 * 275}{411{,}97\ E6}} = 0{,}87$$

$$\chi_{LT}\ (curva\ b) = 0{,}674$$

Por último nos quedan calcular los coeficientes $ky\ y\ ky, lt$ que se indican en la tabla 6.9 del DB-SE-A:

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

Clase	Tipo de sección	k_y	k_z	k_{yLT}
1 y 2	I, H, abiertas	$1+(\bar{\lambda}_y-0{,}2)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1+(2\cdot\bar{\lambda}_z-0{,}6)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	el menor de $1-\frac{0{,}1\cdot\bar{\lambda}_z}{(c_{mLT}-0{,}25)}\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$
	Hueca delgada		$1+(\bar{\lambda}_z-0{,}2)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$0{,}6+\bar{\lambda}_z$
3 y 4	Todas	$1+0{,}6\cdot\bar{\lambda}_y\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1+0{,}6\cdot\bar{\lambda}_z\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$1-\frac{0{,}05\cdot\bar{\lambda}_z}{(c_{mLT}-0{,}25)}\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$

En nuestro caso tenemos una clase 1 y un tipo de sección I, por lo tanto:

$$ky = 1 + (\overline{\lambda_y} - 0{,}2) * \frac{Ned}{\chi y * Nc,rd} = 1 + (0{,}31 - 0{,}2) * \frac{50{,}30}{0{,}973 * 1992{,}05} = 1$$

$$ky,LT = 1 - \frac{0{,}1 * \overline{\lambda_z}}{(Cm,LT - 0{,}25)} * \frac{Ned}{\chi z * Nc,rd} = 1 - \frac{0{,}1 * 1}{(1 - 0{,}25)} * \frac{50{,}30}{0{,}597 * 1992{,}05} = 0{,}99$$

Ahora ya podemos realizar la comprobación:

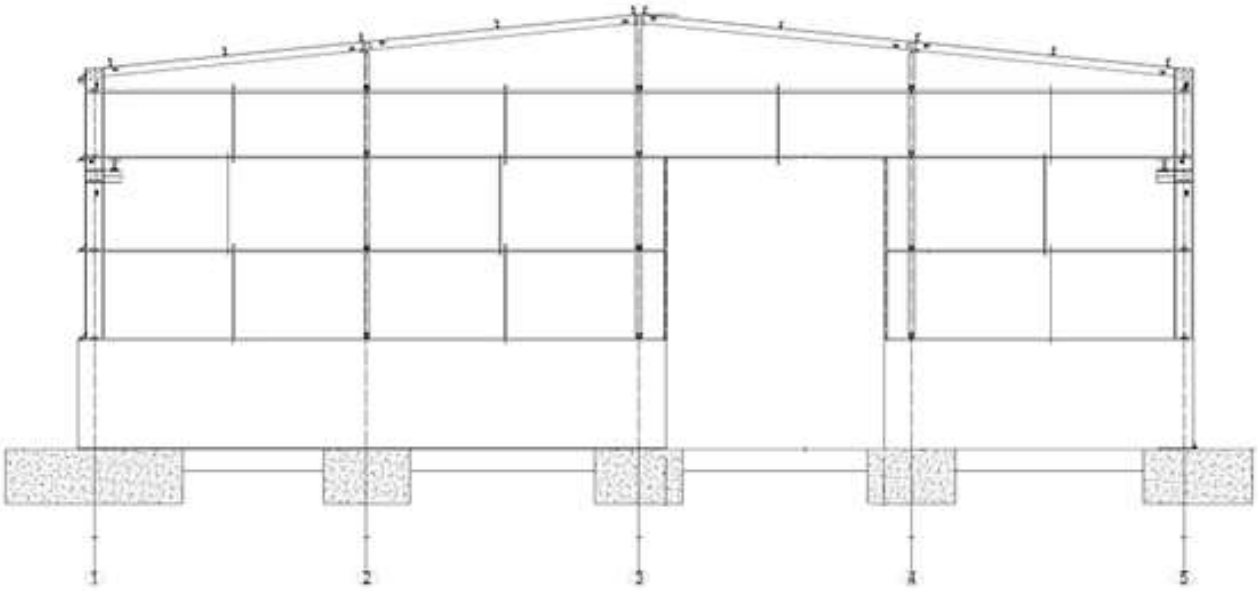
$$\frac{50{,}30}{0{,}973 * 1992{,}05} + 1 * \frac{1 * 155{,}13}{0{,}674 * 299{,}38} = 0{,}03 + 0{,}77 = 0{,}80 \leq 1$$

$$\frac{50{,}30}{0{,}597 * 1992{,}05} + 0{,}99 * \frac{155{,}13}{0{,}674 * 299{,}38} = 0{,}04 + 0{,}77 = 0{,}81 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil IPE-270 para el dintel derecho resiste todas las comprobaciones.

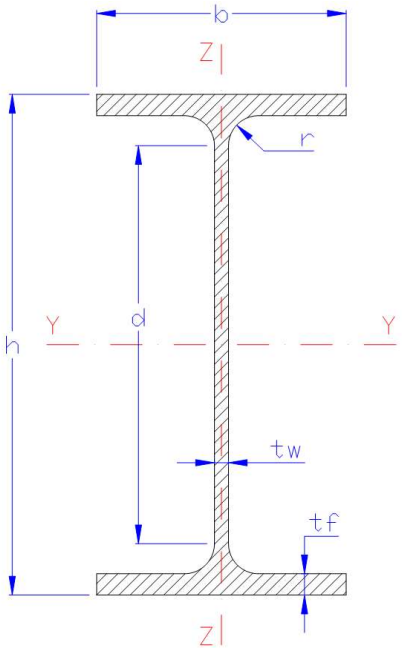
5.5.2 PÓRTICO DE FACHADA

A continuación se van a dimensionar los pilares (izquierdo, derecho y de fachada) y el dintel de los pórticos de fachada, estos pilares tendrán una sección constante y contarán con una ménsula a una altura de 5 metros donde se apoyará la viga carril. En este caso el dintel será un perfil simple sin cartela.



5.5.2.1 PILAR IZQUIERDO y DERECHO

Para estos dos pilares, vamos a calcular el perfil para el pilar más desfavorable, en este caso es el pilar izquierdo ya que debe resistir unos esfuerzos mayorados más grandes que el pilar derecho. Por lo tanto hemos elegido un perfil IPE-330, que es el mismo perfil que los pilares de los pórticos intermedios, el cual tendrá una ménsula a una altura de 5 metros donde irá apoyada la viga carril, las características de este pilar son las siguientes:



$$h = 330\ mm\ ;\ b = 160\ mm$$
$$tw = 7{,}5\ mm\ ;\ tf = 11{,}5\ mmr = 18\ mm\ ;\ d = 271\ mm$$

$$A = 6260\ mm^2$$

$$Wel,y = 713\ E3\ mm^3\ ;\ Iy = 117{,}70\ E6\ mm^4$$
$$Sy = 402\ E3\ mm^3\ ;\ Wpl,y = 804\ E3\ mm^3$$

$$Wel,z = 98{,}50\ E3\ mm^3\ ; Iz = 7{,}88\ E6\ mm^4$$
$$Sz = 77\ E3\ mm^3\ ;\ Wpl,y = 154\ E3\ mm^3$$

$$iy = 137\ mm\ ;\ iz = 35{,}5\ mm\ ;\ if,z = 42\ mm$$

$$It = 0{,}265\ E6\ mm^4$$

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

A continuación se comprueba la resistencia de nuestro perfil ante la iteración de esfuerzos, para ello utilizamos la fórmula del apartado 6.2.8 del DB-SE-A:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{zEd}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Los máximos esfuerzos mayorados se producen en el nudo N51, parte inferior del pilar, y la combinación de acciones es: $1{,}35 * PP + 1{,}05 * PG(+Y) + 1{,}5 * V(0º)\ H2 + 0{,}75 * N(R)2$, por lo tanto nos quedan los siguientes esfuerzos:

$$Ned = 1{,}35 * 9{,}06 + 1{,}05 * 43{,}20 + 1{,}5 * 25{,}84 + 0{,}75 * 3{,}03 = 98{,}61\ kN$$
$$Med,y = 1{,}35 * 0 + 1{,}05 * 19{,}10 + 1{,}5 * 39{,}17 + 0{,}75 * 3{,}70 = 81{,}59\ kN * m$$
$$Med,z = 1{,}35 * 0 + 1{,}05 * 0{,}97 + 1{,}5 * 6{,}25 + 0{,}75 * 0 = 10{,}39\ kN * m$$

A continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Npl,rd = A * fyd = 6260 * \frac{275}{1{,}05} = 1639{,}52\ kN$$

$$Mpl,rd,y = Wpl,y * fyd = 804\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 210{,}57\ kN * m$$

$$Mpl,rd,y = Wpl,y * fyd = 154\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 40{,}33\ kN * m$$

La comprobación del perfil en el punto más desfavorable es:

$$\frac{98{,}61}{1639{,}52} + \frac{81{,}59}{210{,}57} + \frac{10{,}39}{40{,}33} = 0{,}06 + 0{,}39 + 0{,}26 = 0{,}71 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil cumple con la condición de resistencia del apartado 6.2.8 del DB-SE-A.

COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS COMPRIMIDOS Y FLECTADOS

A continuación se va a calcular la resistencia del perfil según el apartado 6.3.4.2 del DB-SE-A para cualquier pieza y en piezas susceptibles a pandeo por torsión:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Debido a que nuestro perfil no es de clase 4 entonces según nos indica la tabla 6.8, $en,y = en,z = 0$:

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

Clase	A^*	W_y	W_z	α_y	α_z	$e_{N,y}$	$e_{N,z}$
1	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
2	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
3	A	$W_{el,y}$	$W_{el,z}$	0,8	1	0	0
4	A_{eff}	$W_{eff,y}$	$W_{eff,z}$	0,8	1	Según pieza y tensiones	Según pieza y tensiones

Los coeficientes $Cm,y = Cm,z = 1$ que se obtienen de la tabla 6.10

En cuanto a los esfuerzos mayorados, estos son los mismos que los calculados en el anterior apartado, estos se producen en el nudo N51 y la combinación de esfuerzos es $1{,}35 * PP + 1{,}05 * PG(+Y) + 1{,}5 * V(0º)\ H2 + 0{,}75 * N(R)2$.

$$Ned = 1{,}35 * 9{,}06 + 1{,}05 * 43{,}20 + 1{,}5 * 25{,}84 + 0{,}75 * 3{,}03 = 98{,}61\ kN$$
$$Med, y = 1{,}35 * 0 + 1{,}05 * 19{,}10 + 1{,}5 * 39{,}17 + 0{,}75 * 3{,}70 = 81{,}59\ kN * m$$
$$Med, z = 1{,}35 * 0 + 1{,}05 * 0{,}97 + 1{,}5 * 6{,}25 + 0{,}75 * 0 = 10{,}39\ kN * m$$

A continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Npl, rd = A * fyd = 6260 * \frac{275}{1{,}05} = 1639{,}52\ kN$$
$$Mpl, rd, y = Wpl, y * fyd = 804\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 210{,}57\ kN * m$$
$$Mpl, rd, y = Wpl, y * fyd = 154\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 40{,}33\ kN * m$$

A continuación vamos a calcular los coeficientes de pandeo del pilar en los dos ejes según el apartado 6.3.2.1 del DB-SE-A.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$
$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

Si simplificamos estas fórmulas obtenemos:

$$\boxed{\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E}} \qquad \text{secciones de clase 1, 2 y 3}$$

$$\lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93{,}9 \cdot \varepsilon \qquad \text{siendo:} \qquad \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0{,}9244\ ;\ \lambda E = 93{,}9 * 0{,}9244 = 86{,}8$$

- Plano X-Z (Eje Y):

$$Lk, y = 1666{,}67\ mm\ ;\ iy = 137\ mm$$

$$\lambda y = \frac{Lk, y}{iy} = \frac{1666{,}67}{137} = 12{,}17$$
$$\overline{\lambda y} = \frac{\lambda y}{\lambda E} = \frac{12{,}17}{86{,}8} = 0{,}14$$

$$\chi y\ (curva\ a) = 1$$

- Plano X-Y (Eje Z):

$$Lk,z = 1666{,}67\ mm\ ;\ iz = 35{,}5\ mm$$

$$\lambda z = \frac{Lk,z}{iz} = \frac{1666{,}67}{35{,}5} = 46{,}95$$

$$\overline{\lambda z} = \frac{\lambda z}{\lambda E} = \frac{46{,}95}{86{,}8} = 0{,}54$$

$$\chi z\ (curva\ b) = 0{,}866$$

A continuación vamos a calcular el coeficiente de pandeo lateral (χLT) según los apartados 6.3.3.2 y 6.3.3.3 del DB-SE-A:

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

donde:

M_{LTv}: Componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra, el cual se calcula con la siguiente formula:

$$M_{LTv} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{GI_T EI_z}$$

Siendo:

C1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la ley de momentos flectores que soliciten y la viga. En este caso es 1 según la tabla 6.7 del DB-SE-A

E: Módulo elástico, en este caso es 210000 N/mm^2

G: Módulo de elasticidad transversal que es 81000 N/mm^2

Lc: Longitud de pandeo lateral, que en este caso son 2500 mm.

$$Mlt,v = 1 * \frac{\pi}{2500} * \sqrt{81000 * 0{,}265\ E6 * 210000 * 7{,}88\ E6} = 236{,}84\ kN * m$$

M_{LTw}: Componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra, el cual se calcula con la siguiente formula:

$$M_{LTw} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2$$

Siendo:

if,z: Radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida.

$$Mlt,w = 713\,E3 * \frac{\pi^2 * 210000}{2500^2} * 1 * 42^2 = 417{,}09\,kN * m$$

Por lo tanto nos queda que el momento crítico Mcr es igual a:

$$Mcr = \sqrt{236{,}84^2 + 417{,}09^2} = 479{,}64\,kN * m$$

$$\overline{\lambda_{LT}} = \sqrt{\frac{713\,E3 * 275}{479{,}64\,E6}} = 0{,}64$$

$$\chi_{LT}\,(curva\ b) = 0{,}816$$

Por último nos quedan calcular los coeficientes $ky\ y\ ky, lt$ que se indican en la tabla 6.9 del DB-SE-A:

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

Cla-se	Tipo de sec-ción	k_y	k_z	k_{yLT}
1 y 2	I, H, abier-tas	$1+(\overline{\lambda}_y-0{,}2)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1+(2\cdot\overline{\lambda}_z-0{,}6)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	el menor de $1-\frac{0{,}1\cdot\overline{\lambda}_z}{(c_{mLT}-0{,}25)}\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$
	Hueca delga-da		$1+(\overline{\lambda}_z-0{,}2)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$0{,}6+\overline{\lambda}_z$
3 y 4	Todas	$1+0{,}6\cdot\overline{\lambda}_y\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1+0{,}6\cdot\overline{\lambda}_z\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$1-\frac{0{,}05\cdot\overline{\lambda}_z}{(c_{mLT}-0{,}25)}\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$

En nuestro caso tenemos una clase 1 y un tipo de sección I, por lo tanto:

$$ky = 1 + (\overline{\lambda_y} - 0{,}2) * \frac{Ned}{\chi y * Nc,rd} = 1 + (0{,}14 - 0{,}2) * \frac{98{,}61}{1 * 1639{,}52} = 1$$

$$kz = 1 + (2 * \overline{\lambda_z} - 0{,}6) * \frac{Ned}{\chi z * Nc,rd} = 1 + (2 * 0{,}54 - 0{,}6) * \frac{98{,}61}{0{,}866 * 1639{,}52} = 1{,}03$$

$$ky, LT = 1 - \frac{0{,}1 * \overline{\lambda_z}}{(Cm, LT - 0{,}25)} * \frac{Ned}{\chi z * Nc, rd} = 1 - \frac{0{,}1 * 0{,}54}{(1 - 0{,}25)} * \frac{98{,}61}{0{,}866 * 1639{,}52} = 0{,}99$$

Por último los valores de α_y y α_z están definidos en la tabla 6.8 del DB-SE-A:

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

Clase	A*	W_y	W_z	α_y	α_z	$e_{N,y}$	$e_{N,z}$
1	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
2	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
3	A	$W_{el,y}$	$W_{el,z}$	0,8	1	0	0
4	A_{eff}	$W_{eff,y}$	$W_{eff,z}$	0,8	1	Según pieza y tensiones	Según pieza y tensiones

Por lo tanto $\alpha_y = \alpha_z = 0{,}6$.

Ahora ya podemos realizar la comprobación:

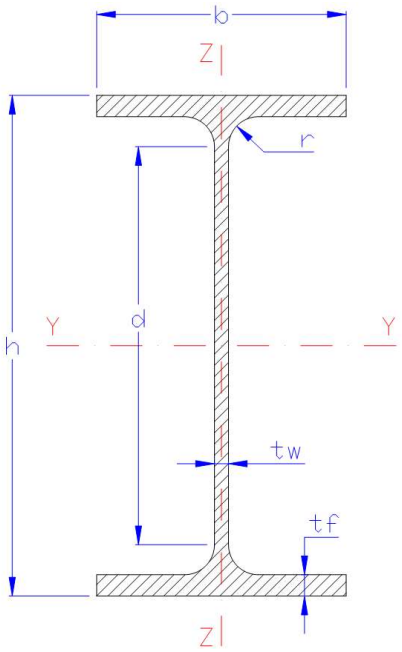
$$\frac{98{,}61}{1 * 1638{,}52} + 1 * \frac{1 * 81{,}59}{0{,}816 * 210{,}57} + 0{,}6 * 1{,}03 * \frac{1 * 10{,}39}{40{,}33} = 0{,}06 + 0{,}47 + 0{,}16 = 0{,}69 \leq 1$$

$$\frac{98{,}61}{0{,}866 * 1638{,}52} + 0{,}99 * \frac{81{,}59}{0{,}816 * 210{,}57} + 1{,}03 * \frac{1 * 10{,}39}{40{,}33} = 0{,}07 + 0{,}47 + 0{,}27 = 0{,}81 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil IPE-330 para el pilar izquierdo y en consecuencia el pilar derecho resiste todas las comprobaciones.

5.5.2.2 PILARES DE FACHADA

Para estos tres pilares, vamos a calcular el perfil para el pilar más desfavorable, en este caso es el pilar central ya que debe resistir unos esfuerzos mayorados más grandes que los otros dos. Por lo tanto hemos elegido un perfil IPE-200 cuyas características son las siguientes:



$$h = 200\ mm\ ;\ b = 100\ mm$$
$$tw = 5{,}6\ mm\ ;\ tf = 8{,}5\ mm;\ r = 12\ mm\ ;\ d = 159\ mm$$

$$A = 2850\ mm^2$$

$$Wel,y = 194\ E3\ mm^3\ ;\ Iy = 19{,}40\ E6\ mm^4$$
$$Sy = 110\ E3\ mm^3\ ;\ Wpl,y = 220\ E3\ mm^3$$

$$Wel,z = 28{,}50\ E3\ mm^3\ ;Iz = 1{,}42\ E6\ mm^4$$
$$Sz = 22{,}30\ E3\ mm^3\ ;\ Wpl,y = 44{,}60\ E3\ mm^3$$

$$iy = 82{,}60\ mm\ ;\ iz = 22{,}40\ mm$$

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

A continuación se comprueba la resistencia de nuestro perfil ante la iteración de esfuerzos, para ello utilizamos la fórmula del apartado 6.2.8 del DB-SE-A:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{zEd}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Los máximos esfuerzos mayorados se producen en el nudo N61, parte inferior del pilar, y la combinación de acciones es: $0{,}80 * PP + 1{,}05 * PG(+Y) + 1{,}5 * V(0º)\ H1$, por lo tanto nos quedan los siguientes esfuerzos:

$$Ned = 0{,}8 * (-9{,}27) + 1{,}05 * 0{,}53 + 1{,}5 * 0{,}51 = 6{,}09\ kN$$
$$Med,y = 0{,}8 * 1{,}08 + 1{,}05 * (-0{,}52) + 1{,}5 * (-27{,}77) = 41{,}34\ kN * m$$
$$Med,z = 0{,}8 * 0 + 1{,}05 * 0{,}20 + 1{,}5 * 0{,}17 = 0{,}47\ kN * m$$

A continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Npl,rd = A * fyd = 2850 * \frac{275}{1{,}05} = 746{,}43\ kN$$

$$Mpl,rd,y = Wpl,y * fyd = 220\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 57{,}62\ kN * m$$
$$Mpl,rd,y = Wpl,y * fyd = 44{,}60\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 11{,}68\ kN * m$$

La comprobación del perfil en el punto más desfavorable es:

$$\frac{6{,}09}{746{,}43} + \frac{41{,}34}{57{,}62} + \frac{0{,}47}{11{,}68} = 0{,}01 + 0{,}72 + 0{,}04 = 0{,}77 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil cumple con la condición de resistencia del apartado 6.2.8 del DB-SE-A.

COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS COMPRIMIDOS Y FLECTADOS

A continuación se va a calcular la resistencia del perfil según el apartado 6.3.4.2 del DB-SE-A para cualquier pieza y en piezas susceptibles a pandeo por torsión:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Debido a que nuestro perfil no es de clase 4 entonces según nos indica la tabla 6.8, $en,y = en,z = 0$:

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

Clase	A^*	W_y	W_z	α_y	α_z	$e_{N,y}$	$e_{N,z}$
1	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
2	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
3	A	$W_{el,y}$	$W_{el,z}$	0,8	1	0	0
4	A_{eff}	$W_{eff,y}$	$W_{eff,z}$	0,8	1	Según pieza y tensiones	Según pieza y tensiones

Los coeficientes $Cm,y = Cm,z = 1$ que se obtienen de la tabla 6.10

En cuanto a los esfuerzos mayorados, estos son los mismos que los calculados en el anterior apartado, estos se producen en el nudo N61 y la combinación de esfuerzos es $0{,}80 * PP + 1{,}05 * PG(+Y) + 1{,}5 * V(0º)\ H1$.

$$Ned = 0{,}8 * (-9{,}27) + 1{,}05 * 0{,}53 + 1{,}5 * 0{,}51 = 6{,}09\ kN$$
$$Med,y = 0{,}8 * 1{,}08 + 1{,}05 * (-0{,}52) + 1{,}5 * (-27{,}77) = 41{,}34\ kN * m$$

$$Med,z = 0{,}8 * 0 + 1{,}05 * 0{,}20 + 1{,}5 * 0{,}17 = 0{,}47\ kN * m$$

A continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Npl,rd = A * fyd = 2850 * \frac{275}{1{,}05} = 746{,}43\ kN$$
$$Mpl,rd,y = Wpl,y * fyd = 220\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 57{,}62\ kN * m$$
$$Mpl,rd,y = Wpl,y * fyd = 44{,}60\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 11{,}68\ kN * m$$

A continuación vamos a calcular los coeficientes de pandeo del pilar en los dos ejes según el apartado 6.3.2.1 del DB-SE-A.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$
$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

Si simplificamos estas fórmulas obtenemos:

$$\boxed{\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E}} \qquad \text{secciones de clase 1, 2 y 3}$$

$$\lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93{,}9 \cdot \varepsilon \qquad \text{siendo:} \qquad \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0{,}9244\ ;\ \lambda E = 93{,}9 * 0{,}9244 = 86{,}8$$

- Plano X-Z (Eje Y):

$$Lk,y = 8000 * 0{,}7 = 5600\ mm\ ;\ iy = 82{,}60\ mm$$

$$\lambda y = \frac{Lk,y}{iy} = \frac{5600}{82{,}60} = 67{,}80$$
$$\overline{\lambda y} = \frac{\lambda y}{\lambda E} = \frac{67{,}80}{86{,}8} = 0{,}78$$

$$\chi y\ (curva\ a) = 0{,}807$$

- Plano X-Y (Eje Z):

$$Lk,z = 1666{,}67\ mm\ ;\ iz = 22{,}40\ mm$$

$$\lambda z = \frac{Lk,z}{iz} = \frac{1666{,}67}{22{,}40} = 74{,}40$$
$$\overline{\lambda z} = \frac{\lambda z}{\lambda E} = \frac{74{,}40}{86{,}8} = 0{,}86$$

$$\chi z\ (curva\ b) = 0{,}687$$

En cuanto al coeficiente por pandeo lateral, vamos a igualarlo a 1, ya que vamos a suponer que los pilares de fachada no son susceptibles a pandeo por torsión.

$$\chi_{LT} = 1$$

Por último nos quedan calcular los coeficientes $ky\ y\ ky, lt$ que se indican en la tabla 6.9 del DB-SE-A:

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

Clase	Tipo de sección	k_y	k_z	$k_{y,LT}$
1 y 2	I, H, abiertas	$1+(\overline{\lambda}_y-0{,}2)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1+(2\cdot\overline{\lambda}_z-0{,}6)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	el menor de $1-\frac{0{,}1\cdot\overline{\lambda}_z}{(c_{mLT}-0{,}25)}\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$
	Hueca delgada		$1+(\overline{\lambda}_z-0{,}2)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$0{,}6+\overline{\lambda}_z$
3 y 4	Todas	$1+0{,}6\cdot\overline{\lambda}_y\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1+0{,}6\cdot\overline{\lambda}_z\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$1-\frac{0{,}05\cdot\overline{\lambda}_z}{(c_{mLT}-0{,}25)}\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$

En nuestro caso tenemos una clase 1 y un tipo de sección I, por lo tanto:

$$ky = 1 + (\overline{\lambda_y} - 0{,}2) * \frac{Ned}{\chi y * Nc,rd} = 1 + (0{,}78 - 0{,}2) * \frac{6{,}09}{0{,}807 * 746{,}43} = 1{,}01$$
$$kz = 1 + (2 * \overline{\lambda_z} - 0{,}6) * \frac{Ned}{\chi z * Nc,rd} = 1 + (2 * 0{,}86 - 0{,}6) * \frac{6{,}09}{0{,}687 * 746{,}43} = 1{,}01$$

Por último los valores de α_y y α_z están definidos en la tabla 6.8 del DB-SE-A:

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

Clase	A*	W_y	W_z	α_y	α_z	$e_{N,y}$	$e_{N,z}$
1	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
2	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
3	A	$W_{el,y}$	$W_{el,z}$	0,8	1	0	0
4	A_{eff}	$W_{eff,y}$	$W_{eff,z}$	0,8	1	Según pieza y tensiones	Según pieza y tensiones

Por lo tanto $\alpha_y = \alpha_z = 0{,}6$.

Ahora ya podemos realizar la comprobación:

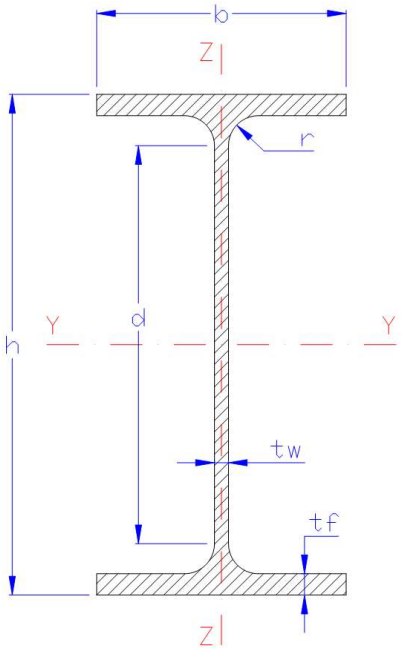
$$\frac{6{,}09}{0{,}807 * 746{,}43} + 1{,}01 * \frac{1 * 41{,}34}{1 * 57{,}62} + 0{,}6 * 1{,}01 * \frac{1 * 0{,}47}{11{,}68} = 0{,}01 + 0{,}72 + 0{,}02 = 0{,}69 \leq 1$$

$$\frac{6{,}09}{0{,}687 * 746{,}43} + 0{,}6 * 1{,}01 * \frac{1 * 41{,}34}{57{,}62} + 1{,}01 * \frac{1 * 0{,}47}{11{,}68} = 0{,}01 + 0{,}43 + 0{,}04 = 0{,}49 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil IPE-200 para los pilares de fachada resiste todas las comprobaciones.

5.5.2.3 DINTEL IZQUIERDO Y DERECHO

Para el dintel de los pórticos de fachada, vamos a calcular el perfil para el dintel más desfavorable, en este caso es el dintel izquierdo ya que debe resistir unos esfuerzos mayorados más grandes. Por lo tanto hemos elegido un perfil IPE-160 simple cuyas características son las siguientes:



$$h = 160\ mm\ ;\ b = 82\ mm$$
$$tw = 5{,}0\ mm\ ;\ tf = 7{,}4\ mm;\ r = 9\ mm\ ;\ d = 127\ mm$$

$$A = 2010\ mm^2$$

$$Wel, y = 109\ E3\ mm^3\ ;\ Iy = 8{,}69\ E6\ mm^4$$
$$Sy = 61{,}9\ E3\ mm^3\ ;\ Wpl, y = 123{,}80\ E3\ mm^3$$

$$Wel, z = 16{,}70\ E3\ mm^3\ ; Iz = 0{,}683\ E6\ mm^4$$
$$Sz = 13\ E3\ mm^3\ ;\ Wpl, y = 26\ E3\ mm^3$$

$$iy = 65{,}80\ mm\ ;\ iz = 18{,}40\ mm\ ;\ if, z = 21{,}60\ mm$$

$$It = 0{,}0364\ E6\ mm^4$$

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

A continuación se comprueba la resistencia de nuestro perfil ante la iteración de esfuerzos, para ello utilizamos la fórmula del apartado 6.2.8 del DB-SE-A:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{zEd}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Los máximos esfuerzos mayorados se producen a una distancia 2,512 m del nudo N52 y la combinación de acciones es: $0{,}80 * PP + 1{,}05 * PG(+Y) + 1{,}5 * V(270º)\ H1$, por lo tanto nos quedan los siguientes esfuerzos:

$$Ned = 0{,}80 * (-0{,}14) + 1{,}05 * (-2{,}13) + 1{,}5 * (-4{,}85) = 9{,}62\ kN$$
$$Med, y = 0{,}80 * 1{,}49 + 1{,}05 * 0 + 1{,}5 * (-6{,}80) = 9{,}01\ kN * m$$
$$Med, z = 0{,}80 * 0{,}01 + 1{,}05 * 0 + 1{,}5 * (-0{,}27) = 0{,}40\ kN * m$$

A continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Npl, rd = A * fyd = 2010 * \frac{275}{1{,}05} = 526{,}43\ kN$$
$$Mpl, rd, y = Wpl, y * fyd = 123\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 32{,}42\ kN * m$$
$$Mpl, rd, y = Wpl, y * fyd = 26\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 6{,}81\ kN * m$$

La comprobación del perfil en el punto más desfavorable es:

$$\frac{9{,}62}{526{,}43} + \frac{9{,}01}{32{,}42} + \frac{0{,}40}{6{,}81} = 0{,}02 + 0{,}28 + 0{,}06 = 0{,}35 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil cumple con la condición de resistencia del apartado 6.2.8 del DB-SE-A.

COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS COMPRIMIDOS Y FLECTADOS

A continuación se va a calcular la resistencia del perfil según el apartado 6.3.4.2 del DB-SE-A para cualquier pieza y en piezas susceptibles a pandeo por torsión:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Debido a que nuestro perfil no es de clase 4 entonces según nos indica la tabla 6.8, $en, y = en, z = 0$:

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

Clase	A*	W_y	W_z	α_y	α_z	$e_{N,y}$	$e_{N,z}$
1	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
2	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
3	A	$W_{el,y}$	$W_{el,z}$	0,8	1	0	0
4	A_{eff}	$W_{eff,y}$	$W_{eff,z}$	0,8	1	Según pieza y tensiones	Según pieza y tensiones

Los coeficientes $Cm, y = Cm, z = 1$ que se obtienen de la tabla 6.10

En cuanto a los esfuerzos mayorados, estos son los mismos que los calculados en el anterior apartado, estos se producen en el nudo N51 y la combinación de esfuerzos es $0{,}80 * PP + 1{,}05 * PG(+Y) + 1{,}5 * V(270º)\ H1$.

$$Ned = 0{,}80 * (-0{,}14) + 1{,}05 * (-2{,}13) + 1{,}5 * (-4{,}85) = 9{,}62\ kN$$
$$Med, y = 0{,}80 * 1{,}49 + 1{,}05 * 0 + 1{,}5 * (-6{,}80) = 9{,}01\ kN * m$$
$$Med, z = 0{,}80 * 0{,}01 + 1{,}05 * 0 + 1{,}5 * (-0{,}27) = 0{,}40\ kN * m$$

La flexión en el eje z es prácticamente cero, por lo tanto la vamos a despreciar, a continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Npl, rd = A * fyd = 2010 * \frac{275}{1{,}05} = 526{,}43\ kN$$
$$Mpl, rd, y = Wpl, y * fyd = 123\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 32{,}42\ kN * m$$
$$Mpl, rd, y = Wpl, y * fyd = 26\ E3 * \frac{275}{1{,}05} = 6{,}81\ kN * m$$

A continuación vamos a calcular los coeficientes de pandeo del pilar en los dos ejes según el apartado 6.3.2.1 del DB-SE-A.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$
$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

Si simplificamos estas fórmulas obtenemos:

$$\boxed{\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E}} \qquad \text{secciones de clase 1, 2 y 3}$$

$$\lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93{,}9 \cdot \varepsilon \qquad \text{siendo:} \qquad \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0{,}9244\ ;\ \lambda E = 93{,}9 * 0{,}9244 = 86{,}8$$

- Plano X-Z (Eje Y):

$$Lk, y = 5000\ mm\ ;\ iy = 65{,}80\ mm$$

$$\lambda y = \frac{Lk, y}{iy} = \frac{5000}{65{,}80} = 75{,}99$$
$$\overline{\lambda y} = \frac{\lambda y}{\lambda E} = \frac{75{,}99}{86{,}8} = 0{,}88$$

$$\chi y\ (curva\ a) = 0{,}747$$

- Plano X-Y (Eje Z):

$$Lk, z = 2500\ mm\ ;\ iz = 18{,}40\ mm$$

$$\lambda z = \frac{Lk, z}{iz} = \frac{2500}{18{,}40} = 135{,}87$$
$$\overline{\lambda z} = \frac{\lambda z}{\lambda E} = \frac{135{,}97}{86{,}8} = 1{,}57$$

$$\chi z\ (curva\ b) = 0{,}314$$

A continuación vamos a calcular el coeficiente de pandeo lateral (χLT) según los apartados 6.3.3.2 y 6.3.3.3 del DB-SE-A:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

donde:

M_{LTv}: Componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra, el cual se calcula con la siguiente formula:

$$M_{LTv} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{GI_T EI_z}$$

Siendo:

C1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la ley de momentos flectores que soliciten y la viga. En este caso es 1 según la tabla 6.7 del DB-SE-A

E: Módulo elástico, en este caso es 210000 N/mm^2

G: Módulo de elasticidad transversal que es 81000 N/mm^2

Lc: Longitud de pandeo lateral, que en este caso son 5000 mm.

$$Mlt,v = 1 * \frac{\pi}{5000} * \sqrt{81000 * 0{,}0364\ E6 * 210000 * 0{,}68\ E6} = 12{,}92\ kN * m$$

M_{LTw}: Componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra, el cual se calcula con la siguiente formula:

$$M_{LTw} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2$$

Siendo:

if,z: Radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida.

$$Mlt,w = 109\ E3 * \frac{\pi^2 * 210000}{5000^2} * 1 * 21{,}60^2 = 4{,}22\ kN * m$$

Por lo tanto nos queda que el momento crítico Mcr es igual a:

$$Mcr = \sqrt{12{,}92^2 + 4{,}22^2} = 13{,}59\ kN * m$$

$$\overline{\lambda_{LT}} = \sqrt{\frac{109\ E3 * 275}{13{,}59\ E6}} = 1{,}49$$

$$\chi_{LT}\ (curva\ b) = 0{,}342$$

Ahora vamos a calcular los coeficientes $ky, kz\ y\ ky, lt$ que se indican en la tabla 6.9 del DB-SE-A:

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

Cla-se	Tipo de sec-ción	k_y	k_z	k_{yLT}
1 y 2	I, H, abier-tas	$1+(\bar{\lambda}_y-0{,}2)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1+(2\cdot\bar{\lambda}_z-0{,}6)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	el menor de $1-\frac{0{,}1\cdot\bar{\lambda}_z}{(c_{mLT}-0{,}25)}\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$
	Hueca delga-da		$1+(\bar{\lambda}_z-0{,}2)\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$0{,}6+\bar{\lambda}_z$
3 y 4	Todas	$1+0{,}6\cdot\bar{\lambda}_y\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1+0{,}6\cdot\bar{\lambda}_z\cdot\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$1-\frac{0{,}05\cdot\bar{\lambda}_z}{(c_{mLT}-0{,}25)}\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$

En nuestro caso tenemos una clase 1 y un tipo de sección I, por lo tanto:

$$ky = 1 + (\overline{\lambda_y} - 0{,}2) * \frac{Ned}{\chi y * Nc,rd} = 1 + (0{,}88 - 0{,}2) * \frac{9{,}62}{0{,}747 * 526{,}43} = 1{,}02$$

$$kz = 1 + (2 * \overline{\lambda_z} - 0{,}6) * \frac{Ned}{\chi z * Nc,rd} = 1 + (2 * 1{,}57 - 0{,}6) * \frac{9{,}62}{0{,}314 * 526{,}43} = 1{,}15$$

$$ky,LT = 1 - \frac{0{,}1 * \overline{\lambda_z}}{(Cm,LT - 0{,}25)} * \frac{Ned}{\chi z * Nc,rd} = 1 - \frac{0{,}1 * 1{,}57}{(1 - 0{,}25)} * \frac{9{,}62}{0{,}747 * 526{,}43} = 0{,}99$$

Por último los valores de α_y y α_z están definidos en la tabla 6.8 del DB-SE-A:

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

Clase	A*	W_y	W_z	α_y	α_z	$e_{N,y}$	$e_{N,z}$
1	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
2	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
3	A	$W_{el,y}$	$W_{el,z}$	0,8	1	0	0
4	A_{eff}	$W_{eff,y}$	$W_{eff,z}$	0,8	1	Según pieza y tensiones	Según pieza y tensiones

Por lo tanto $\alpha_y = \alpha_z = 0{,}6$.

Ahora ya podemos realizar la comprobación:

$$\frac{9{,}62}{0{,}747 * 526{,}43} + 1{,}02 * \frac{1 * 9{,}01}{0{,}342 * 32{,}42} + 0{,}6 * 1{,}15 * \frac{1 * 0{,}40}{6{,}81} = 0{,}02 + 0{,}83 + 0{,}04 = 0{,}89 \leq 1$$

$$\frac{98{,}61}{0{,}314 * 526{,}43} + 0{,}99 * \frac{9{,}01}{0{,}342 * 32{,}42} + 1{,}15 * \frac{1 * 0{,}40}{6{,}81} = 0{,}06 + 0{,}80 + 0{,}07 = 0{,}93 \leq 1$$

Por lo tanto el perfil IPE-160 para los dinteles de fachada resiste todas las comprobaciones.

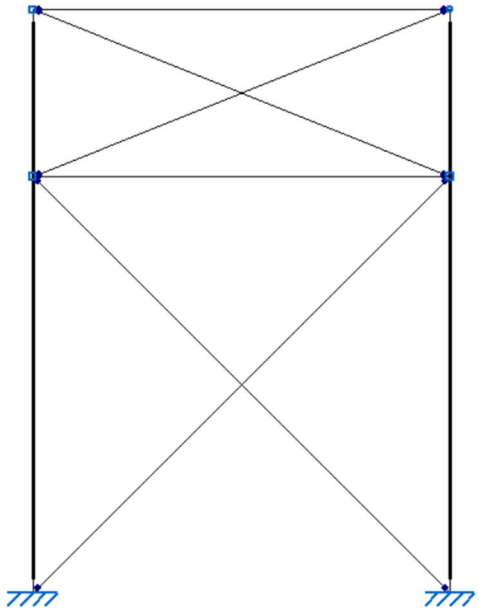
5.6 ARRIOSTRAMIENTOS

Para darle mayor rigidez a la nave industrial, se va a instalar un sistema de arriostramiento tanto en los laterales como en la cubierta de la nave. Este sistema va a estar ubicado entre los dos primeros y dos últimos pórticos de la nave industrial.

Los arriostramientos van a estar formados por unos montantes con un perfil #80.4 que resistirán los esfuerzos axiles y momentos flectores y por unos tirantes de perfil Ø20 que trabajaran solo a tracción.

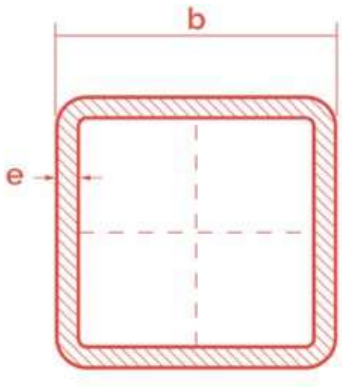
5.6.1 ARRIOSTRAMIENTO LATERAL

El arriostramiento lateral, se encarga principalmente de resistir los esfuerzos que provoca la frenada del puente grúa, este arriostramiento va a estar formado por dos montantes ubicados a una altura de 5 y 7 metros y por 4 tirantes como se puede ver en la imagen:



5.6.1.1 MONTANTES

El perfil utilizado para los montantes es un #80.4 y su características son:



$$b = 80\ mm; e = 4\ mm$$

$$A = 1160\ mm^2;\ W = 27{,}20\ E3\ mm^3$$
$$i = 30{,}60\ mm;\ S = 16{,}30\ E3\ mm^3$$

Los esfuerzos que debe soportar el montante más desfavorable son:

$$Nc, ed = 40{,}32\ kN$$
$$Med, y = 0{,}38\ kN * m$$

A continuación vamos a calcular la resistencia que ofrece el perfil elegido:

$$Nrd = A * fyd = 1160 * \frac{275}{1{,}05} = 303{,}81\ kN$$
$$Mpl, rd, y = Wpl, y * fyd = 2 * 16{,}30 * \frac{275}{1{,}05} = 8{,}54\ kN * m$$

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Nuestro perfil trabaja a compresión, por lo tanto vamos a comprobar su resistencia según se indica en el apartado 6.3.2 del DB-SE-A:

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

A continuación vamos a calcular el coeficiente de reducción por pandeo según el apartado 6.3.2.1 del DB-SE-A.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$
$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

Si simplificamos estas fórmulas obtenemos:

$$\boxed{\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E}}$$ secciones de clase 1, 2 y 3

$$\lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93{,}9 \cdot \varepsilon \qquad \text{siendo:} \qquad \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0{,}9244\ ;\ \lambda E = 93{,}9 * 0{,}9244 = 86{,}8$$

Donde tenemos:

$$L = 5000\ mm\ ;\ iy = 30{,}60\ mm$$

$$\lambda = \frac{Lk}{i} = \frac{5000}{30{,}60} = 163{,}4$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda E} = \frac{163{,}4}{86{,}8} = 1{,}88$$

$$\chi y\ (curva\ c) = 0{,}218$$

Una vez hemos obtenido el coeficiente de reducción por pandeo, podemos calcular la resistencia del perfil a compresión:

$$Nb, rd = 0{,}218 * 1160 * \frac{275}{1{,}05} = 66{,}23\ kN$$

$$\frac{Nc, ed}{Nb, rd} = \frac{40{,}32}{66{,}23} = 0{,}609 \leq 1$$

Por lo tanto cumple con esta comprobación.

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA A FLEXIÓN Y AXIL COMBINADOS.

A continuación se comprueba la resistencia de nuestro perfil ante la iteración de esfuerzos, para ello utilizamos la fórmula del apartado 6.2.8 del DB-SE-A:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{zEd}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

En nuestro caso no tenemos momento flector en el eje z, por lo que la formula nos queda:

$$\frac{40{,}32}{303{,}81} + \frac{0{,}38}{8{,}54} = 0{,}13 + 0{,}05 = 0{,}18 \leq 1$$

A continuación se va a calcular la resistencia del perfil según el apartado 6.3.4.2 del DB-SE-A para cualquier pieza y en piezas no susceptibles a pandeo por torsión:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Debido a que nuestro perfil no es de clase 4 entonces según nos indica la tabla 6.8, $en, y = en, z = 0$:

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

Clase	A^*	W_y	W_z	α_y	α_z	$e_{N,y}$	$e_{N,z}$
1	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
2	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
3	A	$W_{el,y}$	$W_{el,z}$	0,8	1	0	0
4	A_{eff}	$W_{eff,y}$	$W_{eff,z}$	0,8	1	Según pieza y tensiones	Según pieza y tensiones

Los coeficientes $Cm, y = Cm, z = 1$ que se obtienen de la tabla 6.10.

El coeficiente $\chi_{LT} = 1$ en piezas no susceptibles por torsión.

Ahora vamos a calcular los coeficientes $ky\ y\ kz$ que se indican en la tabla 6.9 del DB-SE-A:

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

Clase	Tipo de sección	k_y	k_z	k_{yLT}
1 y 2	I, H, abiertas	$1 + (\bar{\lambda}_y - 0{,}2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0{,}6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	el menor de $1 - \frac{0{,}1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0{,}25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$
	Hueca delgada		$1 + (\bar{\lambda}_z - 0{,}2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$0{,}6 + \bar{\lambda}_z$
3 y 4	Todas	$1 + 0{,}6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$	$1 + 0{,}6 \cdot \bar{\lambda}_z \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$	$1 - \frac{0{,}05 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0{,}25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$

En nuestro caso tenemos una clase 1 y un tipo de sección hueca delgada, por lo tanto como $\overline{\lambda_y} = \overline{\lambda_z} = 1{,}88$ entonces los coeficientes $ky\ y\ kz$ son iguales:

$$ky = kz = 1 + (\overline{\lambda_y} - 0{,}2) * \frac{Ned}{\chi y * Nc, rd} = 1 + (1{,}88 - 0{,}2) * \frac{40{,}32}{0{,}218 * 303{,}81} = 2{,}03$$

Por último los valores de α_y y α_z están definidos en la tabla 6.8 del DB-SE-A:

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

Clase	A*	W_y	W_z	α_y	α_z	$e_{N,y}$	$e_{N,z}$
1	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
2	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
3	A	$W_{el,y}$	$W_{el,z}$	0,8	1	0	0
4	A_{eff}	$W_{eff,y}$	$W_{eff,z}$	0,8	1	Según pieza y tensiones	Según pieza y tensiones

Como tenemos un perfil de clase 1 por lo tanto $\alpha_y = \alpha_z = 0{,}6$.

Una vez obtenidos todos los coeficientes, vamos a realizar la comprobación:

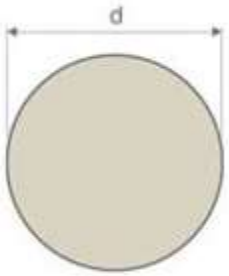
$$\frac{40{,}32}{0{,}218 * 303{,}81} + 2{,}03 * \frac{1 * 0{,}38}{1 * 8{,}54} = 0{,}61 + 0{,}09 = 0{,}70 \leq 1$$

$$\frac{40{,}32}{0{,}218 * 303{,}81} + 0{,}6 * 2{,}03 * \frac{1 * 0{,}38}{8{,}54} = 0{,}61 + 0{,}05 = 0{,}66 \leq 1$$

El perfil #80.4 elegido para los montantes se cumplen con todas las comprobaciones.

5.6.1.2 TIRANTES

El perfil utilizado para los tirantes es un redondo Ø20 y su características son:



$$d = 20\ mm$$

$$A = 314\ mm^2$$

Los esfuerzos que debe soportar el tirante más desfavorable son esfuerzos a tracción:

$$Nt, ed = 64{,}43\ kN$$

COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA A TRACCIÓN

Nuestro perfil trabaja a tracción, por lo tanto vamos a comprobar su resistencia según se indica en el apartado 6.2.3 del DB-SE-A:

$$N_{t,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$Nt, rd = 314 * \frac{275}{1{,}05} = 79{,}29\ kN > Nt, ed = 64{,}43$$

Se cumple con la comprobación de resistencia, por lo tanto vamos a utilizar un redondo del 20 para los tirantes.

5.7 UNIONES

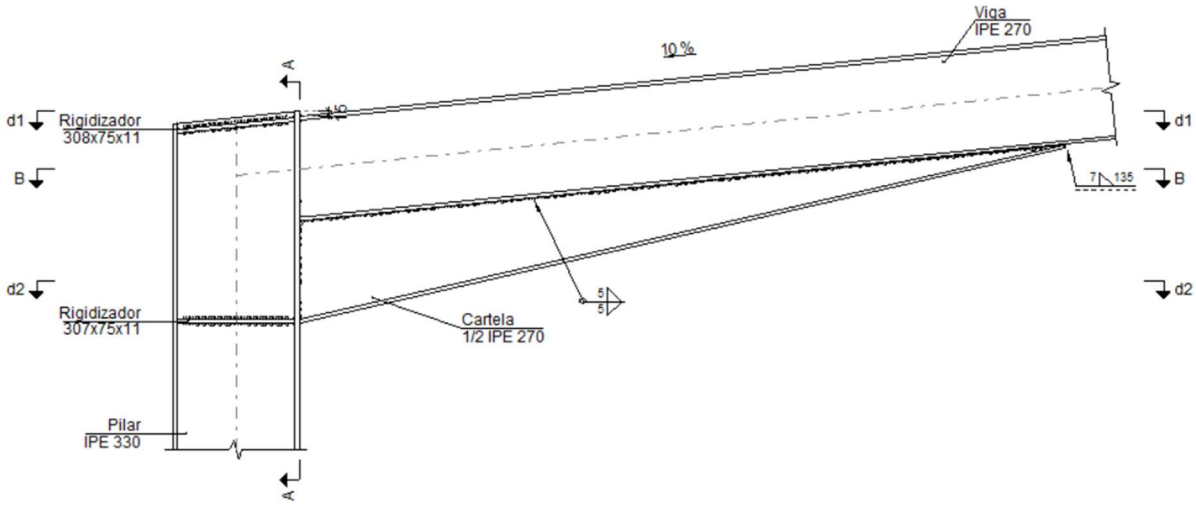
En este apartado se van a comprobar varias uniones de la nave industrial.

Cabe que mencionar, que de las uniones que se van a calcular, la unión U1 es soldada en taller y el resto son uniones atornilladas con tornillos sin pretensar.

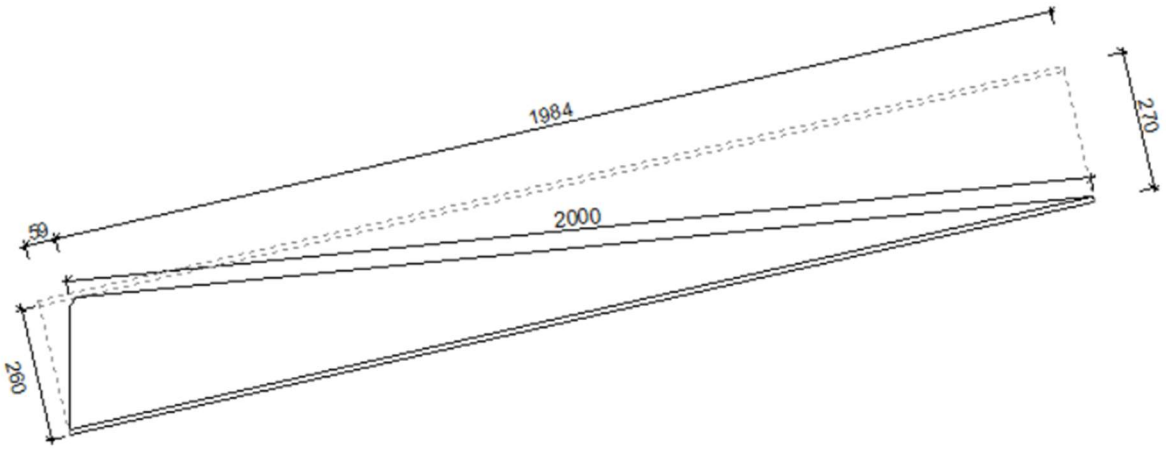
La unión U3 se realizará a una distancia de 2,5 metros del inicio del dintel y así uniremos el inicio del dintel que es un perfil IPE 270 con cartela inferior de 2 metros con el resto del perfil, esta unión se hace ya que no podemos transportar por carretera longitudes superiores a 14 metros.

5.7.1 UNIÓN 1 (PILAR-DINTEL)

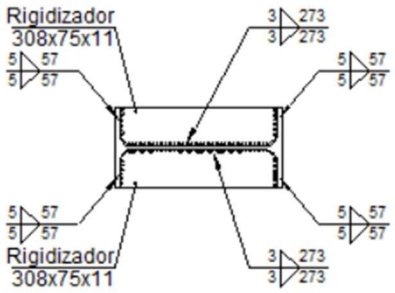
El despiece de esta unión es el siguiente:



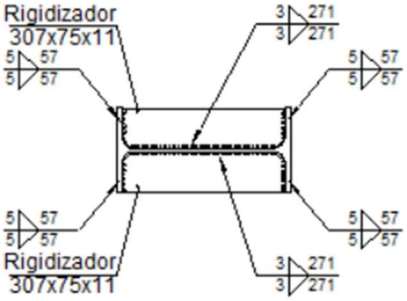
Alzado



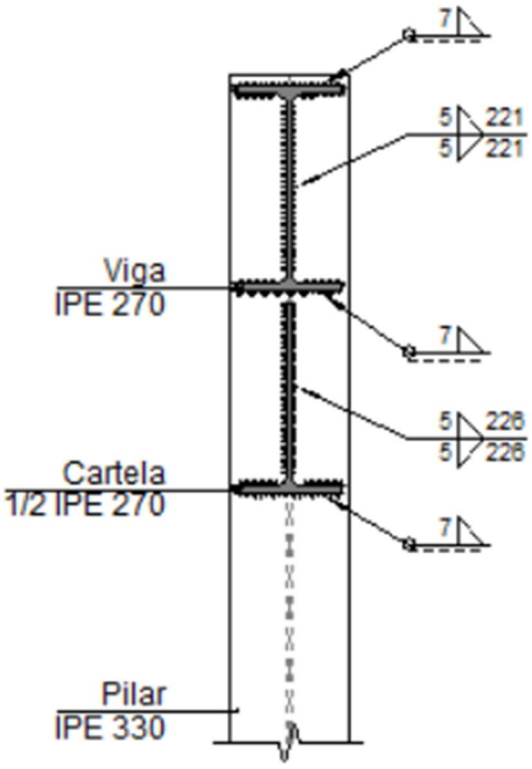
Detalle de la cartela (1/2 IPE 270)



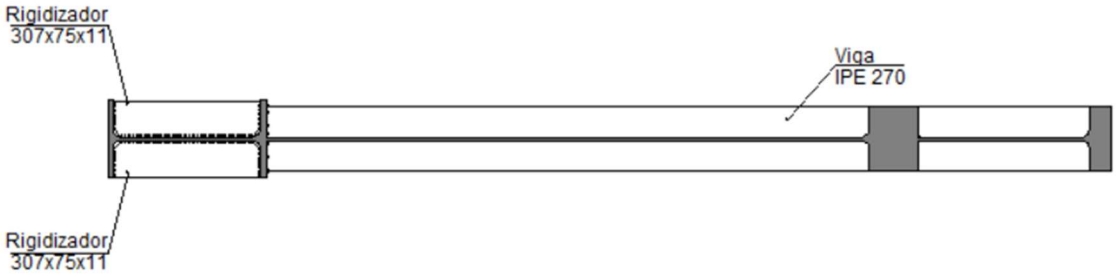
d1.Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 330



d2.Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 330

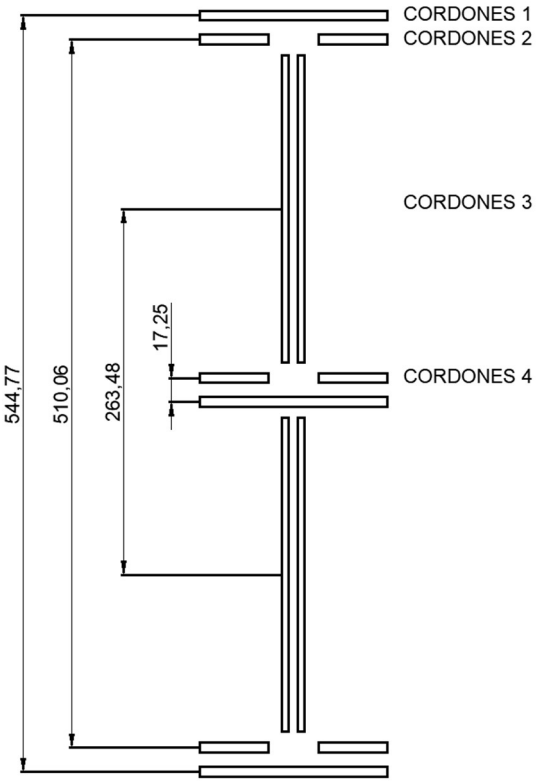


Sección A - A



Sección B - B

Por lo tanto la geometría de la soldadura que vamos a comprobar es de la siguiente forma:



CORDONES 1:

$$a1 = 7\ mm; l1 = 135\ mm; h1 = 544{,}77\ mm$$

CORDONES 2:

$$a2 = 7\ mm; l2 = 49{,}2\ mm; h2 = 510{,}06\ mm$$

CORDONES 3:

$$a3 = 5\ mm; l3 = 221\ mm; h3 = 263{,}48\ mm$$

CORDONES 4:

$$a4 = 7\ mm; l4 = 49{,}2\ mm; h4 = 17{,}25\ mm$$

Por lo tanto el área y la inercia de la soldadura es:

$$A = 9348\ mm^2$$
$$I = 326{,}7 * 10^6\ mm^4$$

Ahora ya podemos realizar las comprobaciones de los 4 cordones de soldadura que tenemos en la unión en función de los esfuerzos que deben resistir:

$$Ned = 42690\ N$$
$$Med, y = 147{,}89 * 10^6\ N * mm$$
$$Ved, z = 35170\ N$$

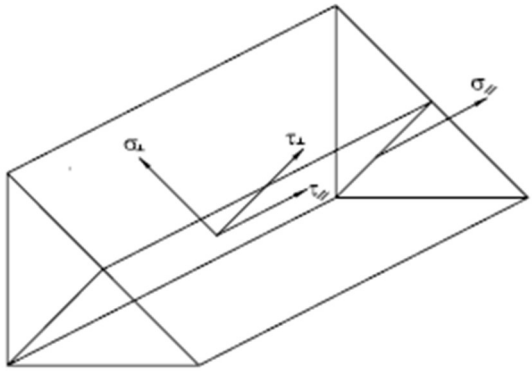
CORDONES 1

Según el apartado 8.6.2 del DB-SE-A, la soldadura de ángulo será suficiente si se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\left(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2\right)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

donde:

βw: Coeficiente de correlación.
fu: Resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
σ_{perp}: Tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
$\sigma_{//}$: Tensión normal paralela al eje del cordón.
τ_{perp}: Tensión tangencial perpendicular al eje del cordón.
$\tau_{//}$: Tensión tangencial paralela al eje del cordón.



Los valores de $fu\ y\ \beta_w$ se obtienen de la tabla 8.1 del DB-SE-A:

Tabla 8.1 Coeficiente de correlación β_w

Acero	f_u (N/mm^2)	β_w
S 235	360	0,80
S 275	430	0,85
S 355	510	0,90

Conocidos los esfuerzos y los datos geométricos vamos a calcular las tensiones de la soldadura:

$$n_{perp} = \frac{Ned}{A} + \frac{Med,y}{I} * \left(\frac{h1}{2}\right) = \frac{42690}{9348} + \frac{147,89 * 10^6}{326,7 * 10^6} * \left(\frac{544,77}{2}\right) = 127,85\ N/mm^2$$

$$t_{perp} = t_{//} = 0\ N/mm^2$$

$$\sigma_{perp} = \frac{n_{perp} + t_{perp}}{\sqrt{2}} = \frac{127,85}{\sqrt{2}} = 90,41\ N/mm^2$$

$$\tau_{perp} = \frac{-n_{perp} + t_{perp}}{\sqrt{2}} = \frac{-127,85}{\sqrt{2}} = -90,41\ N/mm^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0\ N/mm^2$$

$$\sqrt{(90,41^2) + 3 * ((-90,41)^2 + 0^2)} = 180,81 \frac{N}{mm^2} \leq \frac{fu}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{430}{0,85 * 1,25} = 404\ N/mm^2$$

Los cordones 1 resisten los esfuerzos de la unión.

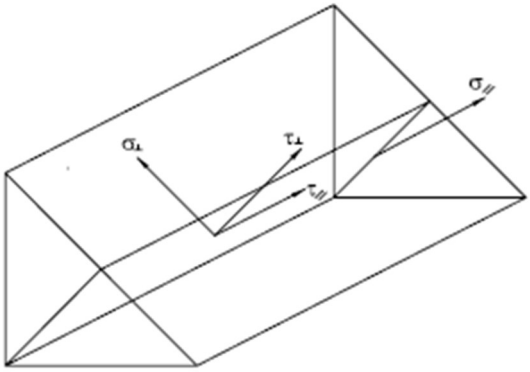
CORDONES 2

Según el apartado 8.6.2 del DB-SE-A, la soldadura de ángulo será suficiente si se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\left(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2\right)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

donde:

βw: Coeficiente de correlación.
fu: Resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
σ_{perp}: Tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
$\sigma_{//}$: Tensión normal paralela al eje del cordón.
τ_{perp}: Tensión tangencial perpendicular al eje del cordón.
$\tau_{//}$: Tensión tangencial paralela al eje del cordón.



Los valores de $fu\ y\ \beta_w$ se obtienen de la tabla 8.1 del DB-SE-A:

Tabla 8.1 Coeficiente de correlación β_w

Acero	f_u (N/mm^2)	β_w
S 235	360	0,80
S 275	430	0,85
S 355	510	0,90

Conocidos los esfuerzos y los datos geométricos vamos a calcular las tensiones de la soldadura:

$$n_{perp} = \frac{Ned}{A} + \frac{Med, y}{I} * \left(\frac{h1}{2}\right) = \frac{42690}{9348} + \frac{147{,}89 * 10^6}{326{,}7 * 10^6} * \left(\frac{510{,}06}{2}\right) = 120\ N/mm^2$$

$$t_{perp} = t_{//} = 0\ N/mm^2$$

$$\sigma_{perp} = \frac{n_{perp} + t_{perp}}{\sqrt{2}} = \frac{120}{\sqrt{2}} = 84{,}85\ N/mm^2$$

$$\tau_{perp} = \frac{-n_{perp} + t_{perp}}{\sqrt{2}} = \frac{-120}{\sqrt{2}} = -84{,}85\ N/mm^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0\ N/mm^2$$

$$\sqrt{(84{,}85^2) + 3 * ((-84{,}85)^2 + 0^2)} = 169{,}7 \frac{N}{mm^2} \leq \frac{fu}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{430}{0{,}85 * 1{,}25} = 404\ N/mm^2$$

Los cordones 2 resisten los esfuerzos de la unión.

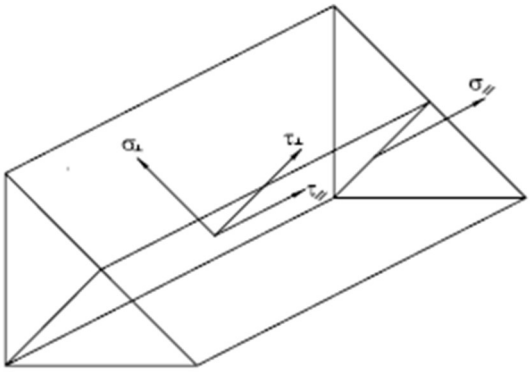
CORDONES 3

Según el apartado 8.6.2 del DB-SE-A, la soldadura de ángulo será suficiente si se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\left(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2\right)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

donde:

βw: Coeficiente de correlación.
fu: Resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
σ_{perp}: Tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
$\sigma_{//}$: Tensión normal paralela al eje del cordón.
τ_{perp}: Tensión tangencial perpendicular al eje del cordón.
$\tau_{//}$: Tensión tangencial paralela al eje del cordón.



Los valores de $fu\ y\ \beta_w$ se obtienen de la tabla 8.1 del DB-SE-A:

Tabla 8.1 Coeficiente de correlación β_w

Acero	f_u (N/mm^2)	β_w
S 235	360	0,80
S 275	430	0,85
S 355	510	0,90

Conocidos los esfuerzos y los datos geométricos vamos a calcular las tensiones de la soldadura:

$$n_{perp} = \frac{Ned}{A} + \frac{Med, y}{I} * \left(\frac{h1}{2}\right) = \frac{42690}{9348} + \frac{147{,}89 * 10^6}{326{,}7 * 10^6} * \left(\frac{263{,}48}{2}\right) = 64{,}19\ N/mm^2$$

$$t_{perp} = 0\ N/mm^2$$

$$t_{//} = \frac{Vz}{4 * a3 * l3} = \frac{35170}{4 * 5 * 221} = 7{,}957\ N/mm^2$$

$$\sigma_{perp} = \frac{n_{perp} + t_{perp}}{\sqrt{2}} = \frac{64{,}19}{\sqrt{2}} = 45{,}39\ N/mm^2$$
$$\tau_{perp} = \frac{-n_{perp} + t_{perp}}{\sqrt{2}} = \frac{-64{,}19}{\sqrt{2}} = -45{,}39\ N/mm^2$$
$$\tau_{//} = t_{//} = 7{,}957\ N/mm^2$$

$$\sqrt{(45{,}39^2) + 3 * ((-45{,}39)^2 + 7{,}957^2)} = 91{,}81 \frac{N}{mm^2} \leq \frac{fu}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{430}{0{,}85 * 1{,}25}$$
$$= 404\ N/mm^2$$

El cordones 3 resisten los esfuerzos de la unión.

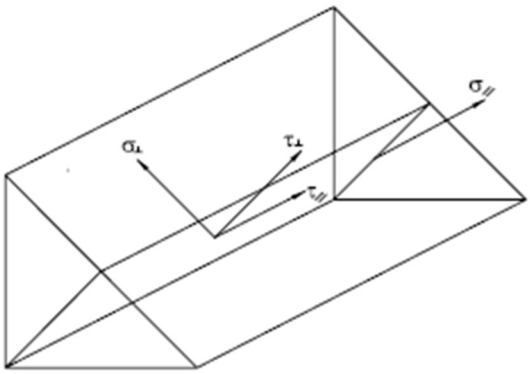
CORDONES 4

Según el apartado 8.6.2 del DB-SE-A, la soldadura de ángulo será suficiente si se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\left(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2\right)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

donde:

βw: Coeficiente de correlación.
fu: Resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
σ_{perp}: Tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
$\sigma_{//}$: Tensión normal paralela al eje del cordón.
τ_{perp}: Tensión tangencial perpendicular al eje del cordón.
$\tau_{//}$: Tensión tangencial paralela al eje del cordón.



Los valores de $fu\ y\ \beta_w$ se obtienen de la tabla 8.1 del DB-SE-A:

Tabla 8.1 Coeficiente de correlación β_w

Acero	f_u (N/mm^2)	β_w
S 235	360	0,80
S 275	430	0,85
S 355	510	0,90

Conocidos los esfuerzos y los datos geométricos vamos a calcular las tensiones de la soldadura:

$$n_{perp} = \frac{Ned}{A} + \frac{Med,y}{I} * \left(\frac{h1}{2}\right) = \frac{42690}{9348} + \frac{147{,}89 * 10^6}{326{,}7 * 10^6} * \left(\frac{17{,}25}{2}\right) = 8{,}45\ N/mm^2$$

$$t_{perp} = t_{//} = 0\ N/mm^2$$

$$\sigma_{perp} = \frac{n_{perp} + t_{perp}}{\sqrt{2}} = \frac{8{,}45}{\sqrt{2}} = 5{,}98\ N/mm^2$$

$$\tau_{perp} = \frac{-n_{perp} + t_{perp}}{\sqrt{2}} = \frac{-8{,}45}{\sqrt{2}} = -5{,}98\ N/mm^2$$

$$\tau_{//} = t_{//} = 0\ N/mm^2$$

$$\sqrt{(5{,}98^2) + 3 * ((-5{,}98)^2 + 0^2)} = 11{,}96 \frac{N}{mm^2} \leq \frac{fu}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{430}{0{,}85 * 1{,}25} = 404\ N/mm^2$$

Los cordones 4 resisten los esfuerzos de la unión.

RIGIDIZADORES

Una vez comprobados los cordones de la soldadura, tenemos que comprobar que los rigidizadores cumplen con los requisitos del apartado 8.8.6 del DB-SE-A, Punto 11:

- El espesor de los rigidizadores no debe ser menor que el de las alas de la viga y la longitud de los mismos l_s debe cubrir totalmente la longitud del alma del pilar correspondiente a las longitudes eficaces de las zonas traccionada y comprimida de la unión;

- La clase de acero de los rigidizadores no debe ser inferior a la de la viga;

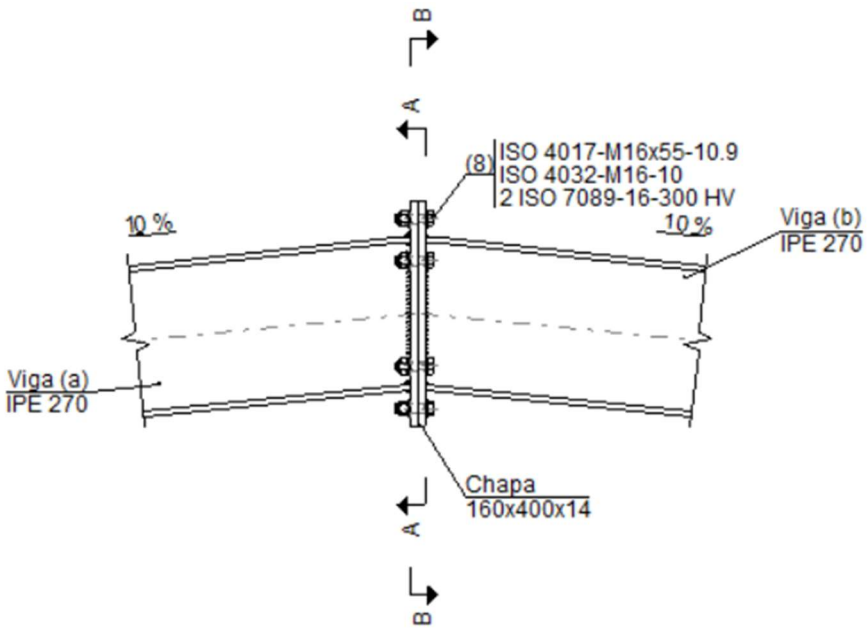
- Las soldaduras de unión con las alas deben resistir los esfuerzos transversales que éstas transmiten;

- La soldadura de unión con el alma debe resistir los esfuerzos que se transmitan desde el ala de la viga hasta el alma del pilar.

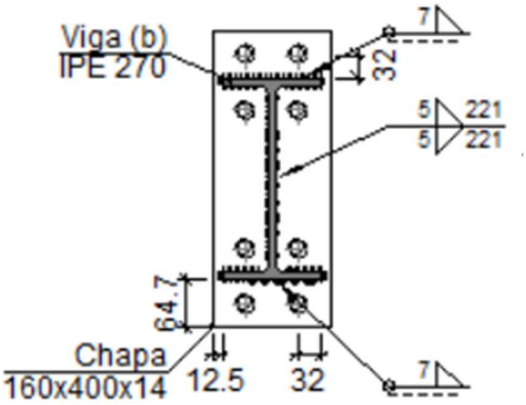
En nuestro caso, los rigidizadores cumplen con estos requisitos.

5.7.2 UNIÓN 2 (CUMBRERA)

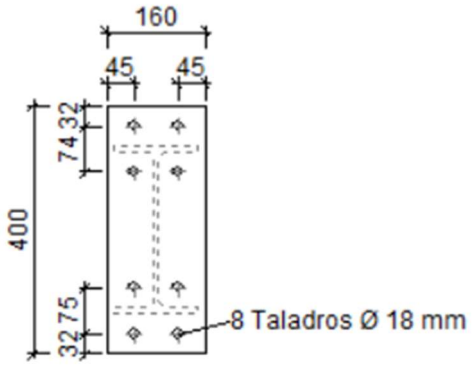
Esta unión es atornillada y se realizará en la obra, el despiece de la unión es el siguiente:



Alzado

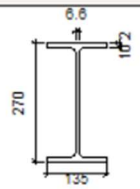


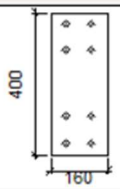
Sección A - A

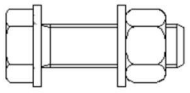


Chapas frontales (e = 14 mm)

Y estos son los componentes que forman la unión:

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		160	400	14	8	18	S275	275.0	410.0

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
ISO4017-M16x55-10.9 ISO4032-M16-10 2 ISO 7089-16-300 HV		M16	55	10.9	900.0	1000.0

Ahora vamos a realizar las distintas comprobaciones tal y como se indica en el apartado 8.5.2 uniones atornilladas sin pretensar del DB-SE-A:

RESISTENCIA A CORTANTE EN LA SECCIÓN TRANSVERSAL

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0{,}5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

donde:

n: Número de planos de corte.

f_{ub}: Resistencia última del acero del tornillo.

A: Área de la caña del tornillo A_d o el área resistente del tornillo A_s.

En nuestro caso tenemos que:

$$n = 1; f_{ub} = 1000 \frac{N}{mm^2};\ A_s = 157\ mm^2$$

$$F_{v,Rd} = 1 * \frac{0{,}5 * 1000 * 157}{1{,}25} = 62{,}8\ kN$$

RESISTENCIA A APLASTAMIENTO DE LA CHAPA

$$F_{t,Rd} = \frac{2{,}5\,\alpha\, f_u\, d\, t}{\gamma_{M2}}$$

donde:

d: Diámetro del vástago del tornillo.

t: Menor espesor de las chapas que se unen.

f_u: Resistencia última del acero de las chapas que se unen.

α: Es el menor de:

$$\frac{e_1}{3d_o};\quad \frac{p_1}{3d_o} - \frac{1}{4};\quad \frac{f_{ub}}{f_u};\quad 1{,}0$$

siendo:

e1: Distancia del eje del agujero al borde de la chapa en la dirección de la fuerza que se transmite.

p1: Separación entre ejes de agujeros en la dirección de la fuerza que se transmite.

do: Diámetro del agujero.

Por lo tanto tenemos que el valor de α es:

$$e1 = 32\ mm; p1 = 75\ mm; do = 18\ mm$$

$$\frac{e1}{3 * do} = \frac{32}{3 * 18} = 0{,}59$$

$$\frac{p1}{3 * do} - \frac{1}{4} = \frac{75}{3 * 18} - \frac{1}{4} = 1{,}14$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{1000}{410} = 2{,}44$$

$$1{,}0$$

$$\alpha = \min(0{,}59; 1{,}14; 2{,}44; 1{,}0) = 0{,}59$$

Una vez tenemos el valor de α podemos calcular la fuerza:

$$F_{t,Rd} = \frac{2{,}5 * 0{,}59 * 410 * 16 * 14}{1{,}25} = 108{,}85\ kN$$

RESISTENCIA A TRACCIÓN DEL TORNILLO

$$F_{t.Rd} = \frac{0{,}9\, f_{ub}\, A_s}{\gamma_{M2}}$$

donde:

f_{ub}: Resistencia última del acero del tornillo.

A_s: Área resistente del tornillo.

Por lo tanto tenemos que la resistencia a tracción de un tornillo es:

$$f_{ub} = 1000\frac{N}{mm^2};\ A_s = 157\ mm^2$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0{,}9 * 1000 * 157}{1{,}25} = 113{,}04\ kN$$

RESISTENCIA DE CÁLCULO A PUNZONAMIENTO

$$F_{p.Rd} = \frac{0{,}6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}}$$

donde:

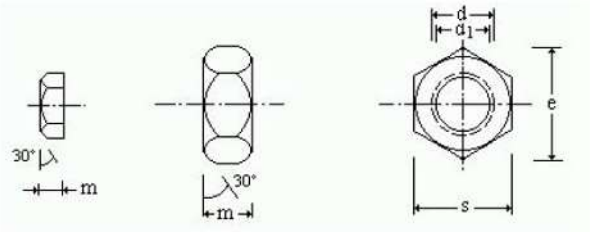
tp: Espesor de la placa que se encuentra bajo el tornillo.

d_m: Menor valor de la distancia media entre vértices y caras de la cabeza del tornillo.

Por lo tanto tenemos que la resistencia de cálculo a punzonamiento es:

$$t_p = 14\ mm;\ d_m = \frac{27{,}7 + 24}{2} = 25{,}85\ mm$$

De esta tabla sacamos los valores para calcular d_m.



	Dimensiones					
Tuerca tipo	Diámetro nominal d mm	Diámetro interior d_1 mm	Espesor m mm	Medida entre aristas e mm	Medida entre caras s mm	Peso de 1.000 piezas kg
M 10	10	8.376	8	19.6	17	10.9
M 12	12	10.106	10	21.9	19	15.9
M 16	16	13.835	13	27.7	24	30.8
M 20	20	17.294	16	34.6	30	60.3

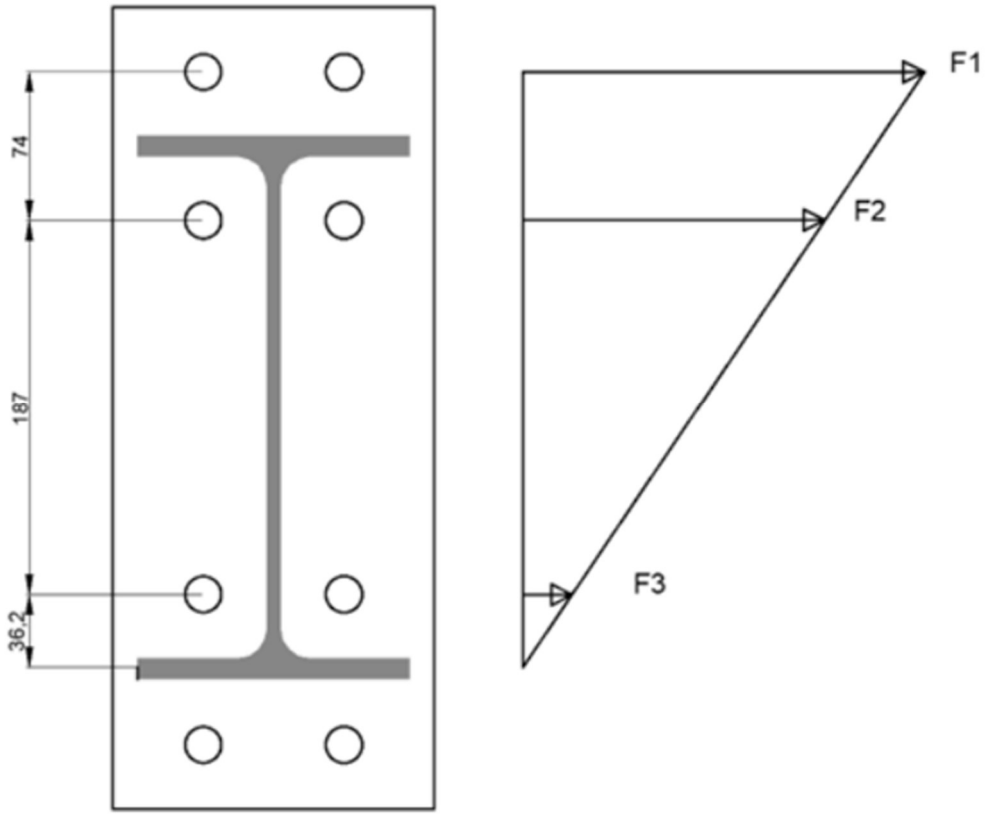
$$F_{v,Rd} = \frac{0{,}6 * \pi * 25{,}85 * 14 * 410}{1{,}25} = 223{,}75\ kN$$

Una vez hemos calculado todas las resistencias, tanto a cortante como a tracción, vamos a compararlas con los esfuerzos que deben soportar la unión y así podremos ver si cumple todas las comprobaciones.

A continuación vamos a calcular los esfuerzos que tiene cada tornillo, donde tenemos que:

$$N_{ed} = 42{,}292\ kN$$
$$V_{ed} = 13{,}645\ kN$$
$$M_{ed,y} = 61{,}75\ kN * m$$

Para calcular el esfuerzo que ejerce el momento flector en cada fila de tornillo, vamos a calcularlo de la siguientes forma:



$$\frac{F_1}{d_1} = \frac{F_2}{d_2} = \frac{F_3}{d_3}; \quad M_{ed,y} = F_1 * d_1 + F_2 * d_2 + F_3 * d_3$$

Por lo tanto tenemos que $F_{1,(M)} = 131{,}60\ kN$; $F_{2,(M)} = 98{,}83\ kN$; $F_{3,(M)} = 16{,}03\ kN$ son los esfuerzos de cada fila de tornillos provocados por el momento flector, a esto le tenemos que sumar el esfuerzo axil que hay en la unión, el cual es $F_{(N)} = \frac{42{,}292}{4} = 10{,}573\ kN$.

Ahora ya podemos saber el esfuerzo a tracción, del tornillo más desfavorable de la unión, también podemos calcular el cortante de este tornillo que vamos a suponer que todos los tornillos reciben el mismo esfuerzo de cortante.

$$F_{t,tornillo,1} = \frac{F_{1,(M)}}{2} + \frac{F_{(N)}}{2} = 71{,}09\ kN\ (En\ cada\ fila\ hay\ dos\ tornillos)$$

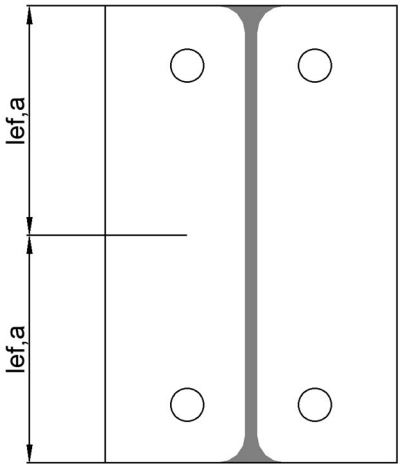
$$F_{v,tornillo} = \frac{V_{ed}}{8} = 1{,}71\ kN$$

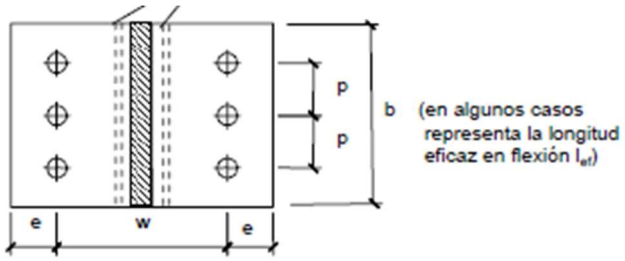
Por lo tanto en la siguiente tabla podemos ver el aprovechamiento de los tornillos a cada tipo de esfuerzo:

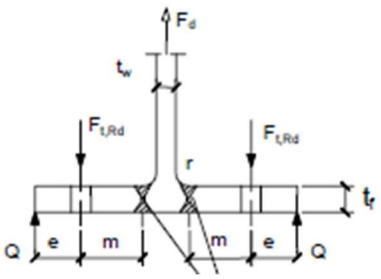
	Tracción				Cortante			
Tornillos	Comprob.	Ft,Ed (kN)	Ft,Rd (kN)	Aprov(%)	Comprob.	Ft,Ed (kN)	Ft,Rd (kN)	Aprov(%)
Tornillos 1 y 2	Vástago	71,09	113,04	62,88 %	Transversal	1,71	62,8	2,72 %
	Punzonamiento	71,09	223,75	31,77 %	Aplastamiento	1,71	108,85	1,57 %
Tornillos 3 y 4	Vástago	54,70	113,04	48,39 %	Vástago	1,71	62,8	2,72 %
	Punzonamiento	54,70	223,75	24,45 %	Punzonamiento	1,71	108,85	1,57 %
Tornillos 5 y 6	Vástago	13,30	113,04	11,77 %	Vástago	1,71	62,8	2,72 %
	Punzonamiento	13,30	223,75	5,94 %	Punzonamiento	1,71	108,85	1,57 %

CASQUILLO EN T

Por último se va a realizar el cálculo del casquillo en T que hay en la unión según el apartado 8.8.3 del DB-SE-A, donde existen 3 modos de fallo en la unión:







a. Por rotura a tracción de los tornillos.

$$F_{d,max} = \sum F_{t,Rd}$$

Entonces $F_{M1} = 2 * F_{t,Rd} = 2 * 113{,}04\ kN$, ya que vamos a comprobar solo la fila superior de tornillos que son los que más esfuerzos recibe de las cargas.

b. Por rotura a tracción de los tornillos y formación simultanea de rótulas (charnelas o líneas de rotura) en la zona de entronque ala-alma, lo que supone un mecanismo menos rígido de rotura.

$$F_{d,max} = \frac{2\,b\,M_p + s\sum F_{t,Rd}}{m+s}$$

Siendo:

$$M_p = \frac{t_f^2 * f_y}{4 * \gamma_{M0}} = \frac{14 * 275}{4 * 1{,}05} = 12{,}83\ kN$$

m: Distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela

En extremos soldados:

$$m = \frac{w - t_w}{2} - 0{,}8\,a\sqrt{2}$$

En extremos laminados:

$$m = \frac{w - t_w}{2} - 0{,}8\,r$$

$$m = \frac{w - t_w}{2} - 2 * 15 = 19{,}7\ mm$$

s: Toma el siguiente valor: $s \leq 1{,}25 * m \leq e = 24{,}625\ mm \leq 45\ mm$

b: Longitud de la chapa frontal. Este valor, lo calculamos con las ecuaciones del apartado 8.8.6 del DB-SE-A

$$b = \sum l_{ef}$$

Donde l_{ef} es el menor valor de los que se indican a continuación:

$l_{ef} \leq 2\pi m$

$l_{ef} \leq 4m + 1{,}25e$

Asimismo se verificará que:

- Para tornillos interiores:

  $l_{ef} \leq p$

- Para tornillos externos, la condición será:

  $l_{ef} \leq 0{,}5p + 2m + 0{,}625e$

Por lo tanto:

$$l_{ef,a} = \min(2\pi m;\ 4m + 1{,}25e;\ 0{,}5p + 2m + 0{,}625e) = \min(123{,}78;\ 135{,}05;\ 161{,}03) = 123{,}78\ mm$$

$$F_{M2} = \frac{2 * 123{,}78 * 12{,}83 + 24{,}625 * 226{,}08}{19{,}7 + 24{,}625} = 197{,}27\ kN$$

c. Por formación de dos rótulas plásticas en cada ala de la T, una de ellas en el entronque ala-alma y otra en la línea de tornillos, que es el mecanismo más flexible de rotura.

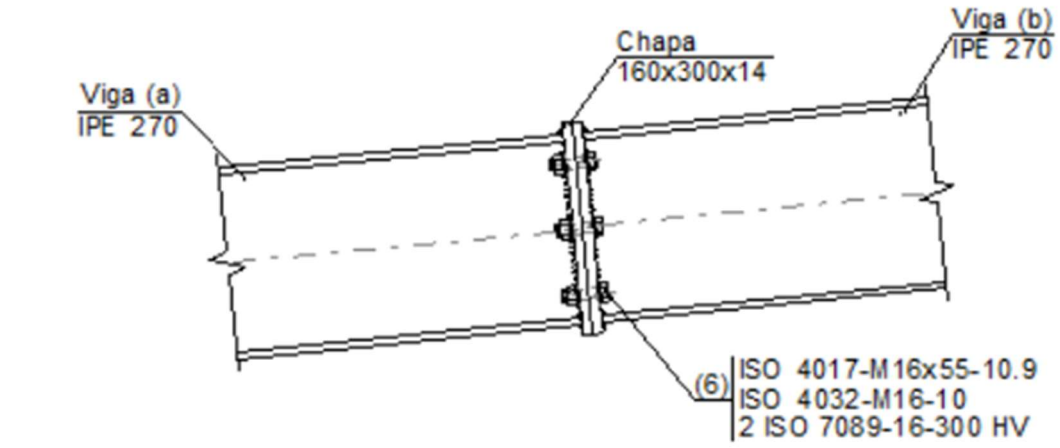
$$F_{d,max} = \frac{4\,b\,M_p}{m}$$

$$F_{M3} = \frac{4 * 123{,}78 * 12{,}83}{19{,}7} = 322{,}53\ kN$$

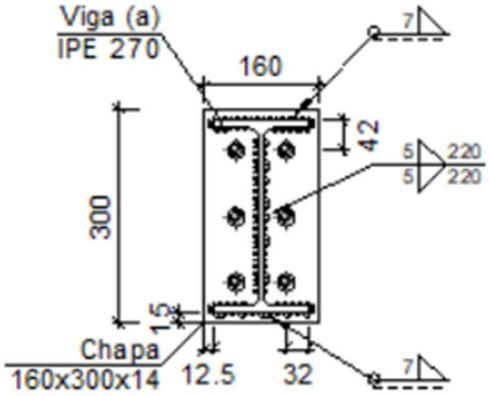
Por lo tanto el fallo más desfavorable es $F = \min(F_{M1}; F_{M2}; F_{M3}) = 197{,}27\ kN$ y como este es mayor que el esfuerzo calculado anteriormente $F_{2,(M)} = 98{,}83\ kN$ se cumple esta comprobación.

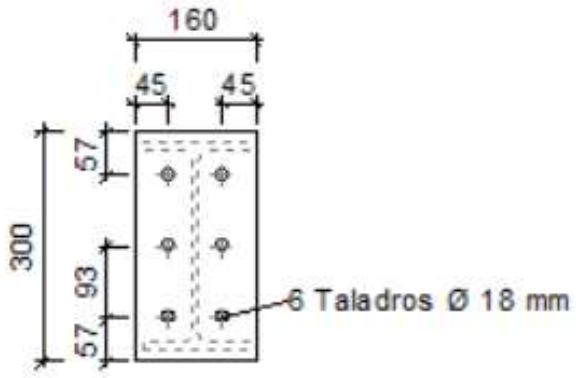
5.7.3 UNIÓN 3 (DINTEL)

Esta unión es atornillada y se realizará en la obra, el despiece de la unión es el siguiente:



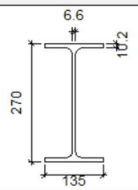
Alzado

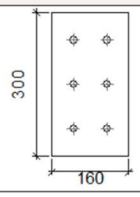


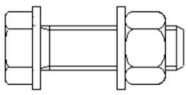


Detalle de soldaduras: Viga (a) IPE 270 a chapa de transición Chapas frontales (e = 14 mm)

Y estos son los componentes que forman la unión:

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	275.0	410.0

Elementoscomplementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		160	300	14	6	18	S275	275.0	410.0

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
ISO4017-M16x55-10.9 ISO4032-M16-10 2 ISO 7089-16-300 HV		M16	55	10.9	900.0	1000.0

Ahora vamos a realizar las distintas comprobaciones tal y como se indica en el apartado 8.5.2 uniones atornilladas sin pretensar del DB-SE-A:

RESISTENCIA A CORTANTE EN LA SECCIÓN TRANSVERSAL

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0{,}5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

donde:

n: Número de planos de corte.

f_{ub}: Resistencia última del acero del tornillo.

A: Área de la caña del tornillo A_d o el área resistente del tornillo A_s.

En nuestro caso tenemos que:

$$n = 1; f_{ub} = 1000 \frac{N}{mm^2};\ A_s = 157\ mm^2$$

$$F_{v,Rd} = 1 * \frac{0{,}5 * 1000 * 157}{1{,}25} = 62{,}8\ kN$$

RESISTENCIA A APLASTAMIENTO DE LA CHAPA

$$F_{t,Rd} = \frac{2{,}5\,\alpha\, f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

donde:

d: Diámetro del vástago del tornillo.

t: Menor espesor de las chapas que se unen.

f_u: Resistencia última del acero de las chapas que se unen.

α: Es el menor de:

$$\frac{e_1}{3d_o};\ \frac{p_1}{3d_o}-\frac{1}{4};\ \frac{f_{ub}}{f_u};\ 1{,}0$$

siendo:

e1: Distancia del eje del agujero al borde de la chapa en la dirección de la fuerza que se transmite.

p1: Separación entre ejes de agujeros en la dirección de la fuerza que se transmite.

do: Diámetro del agujero.

Por lo tanto tenemos que el valor de α es:

$$e1 = 57\ mm; p1 = 93\ mm; do = 18\ mm$$

$$\frac{e1}{3 * do} = \frac{57}{3 * 18} = 1{,}06$$

$$\frac{p1}{3 * do} - \frac{1}{4} = \frac{93}{3 * 18} - \frac{1}{4} = 1{,}47$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{800}{410} = 1{,}95$$

$$1{,}0$$

$$\alpha = \min(1{,}06; 1{,}47; 2{,}44; 1{,}0) = 1$$

Una vez tenemos el valor de α podemos calcular la fuerza:

$$F_{t,Rd} = \frac{2{,}5 * 1 * 410 * 16 * 14}{1{,}25} = 183{,}68\ kN$$

RESISTENCIA A TRACCIÓN DEL TORNILLO

$$F_{t,Rd} = \frac{0{,}9\, f_{ub}\, A_s}{\gamma_{M2}}$$

donde:

f_{ub}: Resistencia última del acero del tornillo.

A_s: Área resistente del tornillo.

Por lo tanto tenemos que la resistencia a tracción de un tornillo es:

$$f_{ub} = 1000\frac{N}{mm^2};\ A_s = 157\ mm^2$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0{,}9 * 1000 * 157}{1{,}25} = 113{,}04\ kN$$

RESISTENCIA DE CÁLCULO A PUNZONAMIENTO

$$F_{p,Rd} = \frac{0{,}6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}}$$

donde:

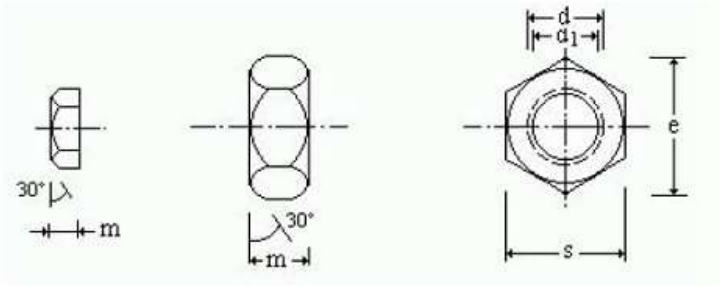
tp: Espesor de la placa que se encuentra bajo el tornillo.

d_m: Menor valor de la distancia media entre vértices y caras de la cabeza del tornillo.

Por lo tanto tenemos que la resistencia de cálculo a punzonamiento es:

$$t_p = 14\ mm;\ d_m = \frac{27{,}7 + 24}{2} = 25{,}85\ mm$$

De esta tabla sacamos los valores para calcular d_m.



	Dimensiones					
Tuerca tipo	Diámetro nominal d mm	Diámetro interior d_1 mm	Espesor m mm	Medida entre aristas e mm	Medida entre caras s mm	Peso de 1.000 piezas kg
M 10	10	8.376	8	19.6	17	10.9
M 12	12	10.106	10	21.9	19	15.9
M 16	16	13.835	13	27.7	24	30.8
M 20	20	17.294	16	34.6	30	60.3

$$F_{v,Rd} = \frac{0{,}6 * \pi * 25{,}85 * 14 * 410}{1{,}25} = 223{,}75\ kN$$

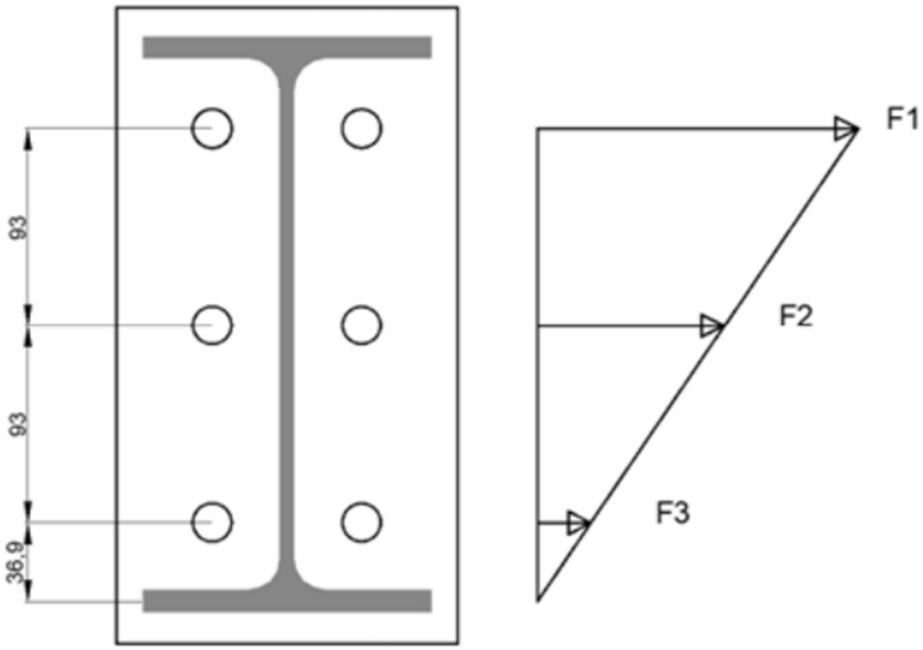
Una vez hemos calculado todas las resistencias, tanto a cortante como a tracción, vamos a compararlas con los esfuerzos que deben soportar la unión y así podremos ver si cumple todas las comprobaciones.

A continuación vamos a calcular los esfuerzos que tiene cada tornillo, donde tenemos que:

$$N_{ed} = 46{,}028\ kN$$
$$V_{ed} = 33{,}815\ kN$$

$$M_{ed,y} = 55{,}1\ kN * m$$

Para calcular el esfuerzo que ejerce el momento flector en cada fila de tornillo, vamos a calcularlo de la siguientes forma:



$$\frac{F_1}{d_1} = \frac{F_2}{d_2} = \frac{F_3}{d_3}; \quad M_{ed,y} = F_1 * d_1 + F_2 * d_2 + F_3 * d_3$$

Por lo tanto tenemos que $F_{1,(M)} = 180{,}83\ kN$; $F_{2,(M)} = 105{,}38\ kN$; $F_{3,(M)} = 29{,}94\ kN$ son los esfuerzos de cada fila de tornillos provocados por el momento flector, a esto le tenemos que sumar el esfuerzo axil que hay en la unión, el cual es $F_{(N)} = \frac{46{,}028}{3} = 15{,}34\ kN$.

Ahora ya podemos saber el esfuerzo a tracción del tornillo más desfavorable de la unión, también podemos calcular el cortante de este tornillo que vamos a suponer que todos los tornillos reciben el mismo esfuerzo de cortante.

$$F_{t,tornillo,1} = \frac{F_{1,(M)}}{2} + \frac{F_{(N)}}{2} = 98{,}08\ kN\ (En\ cada\ fila\ hay\ dos\ tornillos)$$

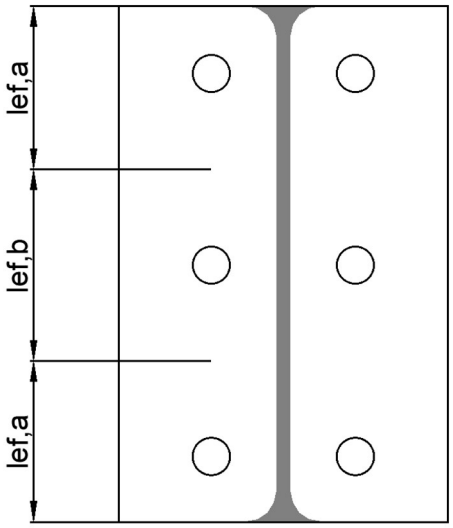
$$F_{v,tornillo} = \frac{V_{ed}}{6} = 5{,}64\ kN$$

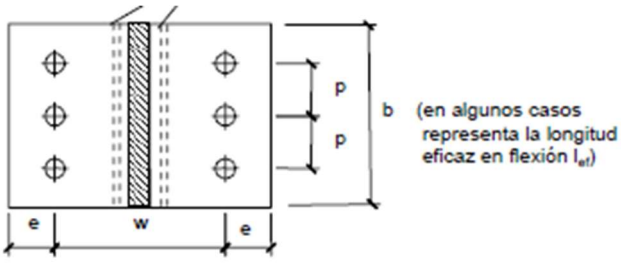
Por lo tanto en la siguiente tabla podemos ver el aprovechamiento de los tornillos a cada tipo de esfuerzo:

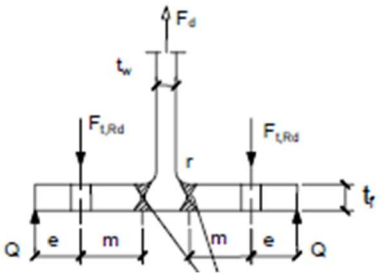
	Tracción				Cortante			
Tornillos	Comprob.	Ft,Ed (kN)	Ft,Rd (kN)	Aprov(%)	Comprob.	Ft,Ed (kN)	Ft,Rd (kN)	Aprov(%)
Tornillos 1 y 2	Vástago	98,08	113,04	86,77 %	Transversal	5,64	62,8	8,97 %
	Punzonamiento	98,08	223,75	43,84 %	Aplastamiento	5,64	183,68	3,07 %
Tornillos 3 y 4	Vástago	60,36	113,04	53,40 %	Vástago	5,64	62,8	8,97 %
	Punzonamiento	60,36	223,75	26,98 %	Punzonamiento	5,64	183,68	3,07 %
Tornillos 5 y 6	Vástago	22,64	113,04	20,03 %	Vástago	5,64	62,8	8,97 %
	Punzonamiento	22,64	223,75	10,12 %	Punzonamiento	5,64	183,68	3,07 %

CASQUILLO EN T

Por último se va a realizar el cálculo del casquillo en T que hay en la unión según el apartado 8.8.3 del DB-SE-A, donde existen 3 modos de fallo en la unión:







1. Por rotura a tracción de los tornillos.

$$F_{d,max} = \sum F_{t,Rd}$$

Entonces $F_{M1} = 2 * F_{t,Rd} = 2 * 113{,}04\, kN$, ya que vamos a comprobar solo la fila superior de tornillos, ya que son los que más esfuerzos reciben.

2. Por rotura a tracción de los tornillos y formación simultanea de rótulas (charnelas o líneas de rotura) en la zona de entronque ala-alma, lo que supone un mecanismo menos rígido de rotura.

$$F_{d,max} = \frac{2\,b\,M_p + s\sum F_{t,Rd}}{m+s}$$

Siendo:

$$M_p = \frac{t_f^2 * f_y}{4 * \gamma_{M0}} = \frac{14 * 275}{4 * 1{,}05} = 12{,}83\ kN$$

m: Distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela

En extremos soldados:

$$m = \frac{w - t_w}{2} - 0{,}8\,a\sqrt{2}$$

En extremos laminados:

$$m = \frac{w - t_w}{2} - 0{,}8\,r$$

$$m = \frac{w - t_w}{2} - 2 * 15 = 19{,}7\ mm$$

s: Toma el siguiente valor: $s \leq 1{,}25 * m \leq e = 24{,}625\ mm \leq 45\ mm$

b: Longitud de la chapa frontal. Este valor, lo calculamos con las ecuaciones del apartado 8.8.6 del DB-SE-A

$$b = \sum l_{ef}$$

Donde l_{ef} es el menor valor de los que se indican a continuación:

$l_{ef} \leq 2\pi m$

$l_{ef} \leq 4m + 1{,}25e$

Asimismo se verificará que:

- Para tornillos interiores:

  $l_{ef} \leq p$

- Para tornillos externos, la condición será:

  $l_{ef} \leq 0{,}5p + 2m + 0{,}625e$

Por lo tanto:

$$l_{ef,a} = \min(2\pi m;\ 4m + 1{,}25e;\ 0{,}5p + 2m + 0{,}625e) = \min(123{,}78;\ 135{,}05;\ 114{,}03)$$
$$= 114{,}703\ mm$$

$$F_{M2} = \frac{2 * 114{,}703 * 12{,}83 + 24{,}625 * 226{,}08}{19{,}7 + 24{,}625} = 191{,}62\ kN$$

3. Por formación de dos rótulas plásticas en cada ala de la T, una de ellas en el entronque ala-alma y otra en la línea de tornillos, que es el mecanismo más flexible de rotura.

$$F_{d,max} = \frac{4\,b\,M_p}{m}$$

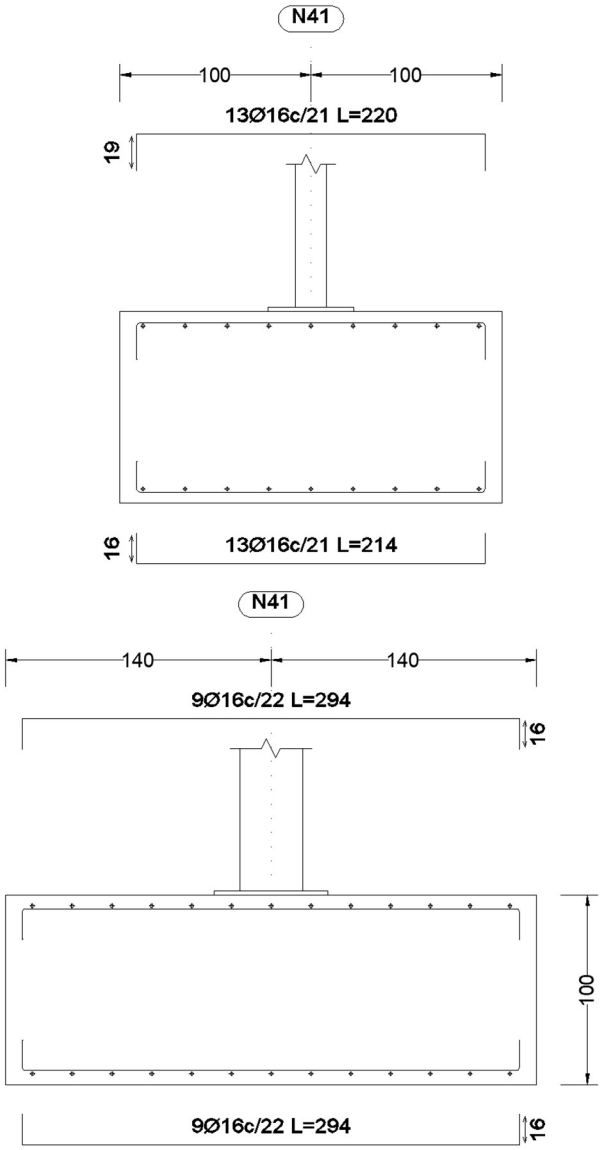
$$F_{M3} = \frac{4 * 114{,}703 * 12{,}83}{19{,}7} = 297{,}6\ kN$$

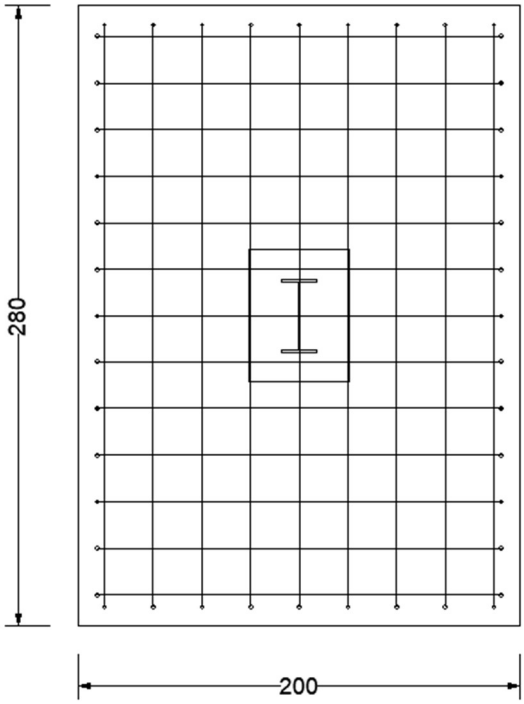
Por lo tanto el fallo más desfavorable es $F = \min(F_{M1}; F_{M2}; F_{M3}) = 191{,}62\ kN$ y como este es mayor que el esfuerzo calculado anteriormente $F_{1,(M)} = 180{,}83\ kN$ se cumple esta comprobación.

5.8 CÁLCULO DE ZAPATA

En este apartado se va a realizar el cálculo de una zapata dimensionada por el programa de cálculo CYPE 3D donde hemos restringido que el canto de la zapata sea de 1000 mm, así todas las zapatas que ha dimensionado el programa tienen el mismo canto.

La zapata que se va a calcular tiene las siguientes dimensiones y el siguiente armado:





Como podemos ver, tenemos una zapata de 2000 (a) x 2800 (b) x 1000 (h) mm, con 13 redondos del 16 en una dirección y 9 redondos del 16 en la otra dirección.

Primero vamos a comprobar que las dimensiones de la zapata cumpla con las diferentes comprobaciones:

5.8.1 VUELCO

Para cumplir con la comprobación a vuelco, se debe cumplir la siguiente ecuación:

$$(N+P)\cdot\frac{L}{2}\cdot\gamma_E \geq (M+H\cdot h)\cdot\gamma_E$$

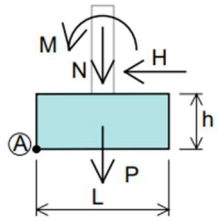


Figura 5.1.- Vuelco en una zapata

donde:

$$N_{Ed} = 174\ kN;\ M_{Ed,y} = 150{,}26\ kN*m; H = V_{Ed,z} = 52{,}925\ kN$$

$$P = a*b*h*25\frac{kN}{m} = 2{,}8*2*1*25 = 140\ kN$$

γ_E: Es un coeficiente de seguridad, que para acciones estabilizadoras es igual a $0{,}9$ y para acciones desestabilizadoras es igual a $1{,}8$.

Como $M_{Ed,z} = V_{Ed,y} = 0$ entonces solo calculamos el vuelco en una dirección, en este caso es en la dirección Y, entonces $L = a = 2800\ mm$. Por lo tanto nos queda:

$$(174 + 140) * \frac{2{,}8}{2} * 0{,}9 = 395{,}71 \geq (150{,}26 + 52{,}925 * 1) * 1{,}8 = 365{,}7$$

Por lo tanto cumple con la comprobación de vuelco.

5.8.2 DESLIZAMIENTO

En cuanto a la comprobación a deslizamiento, se debe cumplir la siguiente ecuación:

para suelos sin cohesión (arenas) $$(N+P)\cdot tg\varphi_d \cdot \frac{1}{\gamma_R} \geq H$$

donde:

φ_d: Angulo de rozamiento interno del terreno (suponemos que es de 30º, es el más común).

γ_R: Es un coeficiente de seguridad, cuyo valor es 1,5.

$$(174 + 140) * tg(30º) * \frac{1}{1{,}5} = 120{,}88\ kN \geq 52{,}925\ kN$$

Cumple con la comprobación de deslizamiento.

5.8.3 TENSIÓN SOBRE EL TERRENO

En cuanto a la comprobaciones de la dimensión de la zapata, vamos a calcular la presión que ejerce y compararla con la tensión admisible del terreno.

La presión que ejerce la zapata se puede calcular como:

$$q_b = \frac{V}{B^* \cdot L^*} \leq q_{adm}$$

donde:

V: Es la suma del peso del propio peso y el axil que recibe por parte de la estructura que soporta $(N + P)$.

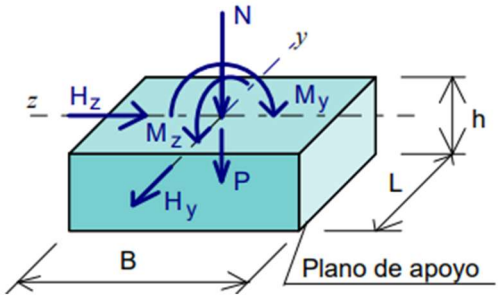
Los valores de B^* y L^*, se calculan a continuación:

$$B^* = B - 2 \cdot e_B$$
$$L^* = L - 2 \cdot e_L$$

siendo:

$$e_L = e_y = \frac{M_z + H_y \cdot h}{N + P}$$

$$e_B = e_z = \frac{M_y + H_z \cdot h}{N + P}$$



Como $M_{Ed,z} = V_{Ed,y} = 0$ entonces $e_L = e_y = 0\,m$, mientras que:

$$e_B = e_z = \frac{150{,}26 + 52{,}925 * 1}{174 + 140} = 0{,}65\,m$$

Por lo tanto:

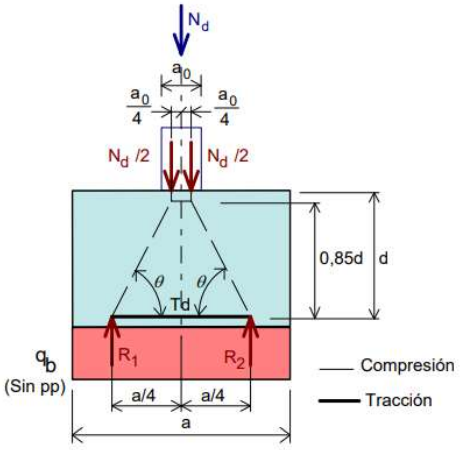
$$B^* = 2{,}8 - 2 * 0{,}65 = 1{,}5\,m$$
$$L^* = 2 - 2 * 0 = 2\,m$$

$$q_b = \frac{174 + 140}{1{,}5 * 2} = 104{,}6\frac{kN}{m^2} = 0{,}104\,MPa \leq q_{adm} = 0{,}3\,MPa$$

Por lo tanto el terreno supera la tensión que ejerce la zapata.

5.8.4 CÁLCULO DE LA ARMADURA

El cálculo de la armadura de la zapata se realizará mediante el método de bielas y tirantes como se representa en la siguiente imagen:



Por lo tanto, haciendo sumatorio de fuerzas y momentos obtenemos que:

$$\sum F = 0 \;\rightarrow\; R_1 = \frac{N_d}{2} = \frac{174}{2} = 87\ kN$$

$$\sum M = 0 \;\rightarrow\; T_d * (0{,}85 * d) - R_1 * \left(\frac{a}{4} - \frac{a_0}{4}\right) = \frac{N_d}{3{,}4 * d} * (a - a_0) = 100{,}5\ kN$$

Donde:

a: Es la longitud de la zapata en la dirección estudiada, en este caso $2000\ mm$.
a0: Es la longitud del pilar en la dirección estudiada, en este caso $135\ mm$.
d: Es el canto útil $= h - 0{,}05 = 1 - 0{,}05 = 0{,}95\ m$

El esfuerzo Td lo debe soportar la armadura de la zapata, por lo tanto:

$$T_d \leq A_s \cdot f_{yd} \qquad \text{siendo } f_{yd} \not> 400\ \text{N/mm}^2$$

Como las barras de la armadura que vamos a utilizar son un B-500 S entonces:

$$f_{yd} = \frac{500}{1{,}15} = 434\ MPa > 400\ MPa \;\rightarrow\; f_{yd} = 400\ MPa$$

$$A_s = \frac{T_d}{f_{yd}} = \frac{100{,}5 * 10^3}{400} = 251{,}25\ mm^2$$

Por lo tanto como tenemos 13 barras de $\emptyset 16$ que es igual a $A_s = 13 * \left(\frac{\pi * 16^2}{4}\right) = 2613{,}8\ mm^2$

La armadura cumple ampliamente con la que necesitamos para resistir el esfuerzo Td.

6 OFICINAS

6.1 INTRODUCCIÓN

A continuación tal y como se ha hecho en la nave industrial, se van a calcular las cargas que actúan y se van a dimensionar y armar los pórticos que componen la estructura de las oficinas.

Estas oficinas como se comenta en la memoria constructiva son de hormigón armado HA-25 donde las barras de acero son B 500 S.

6.2 CÁLUCLO DE CARGAS.

6.2.1 CÁLCULO DE CARGAS DE VIENTO.

CTE DB SE-AE Código Técnico de la Edificación.
Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación

Zona eólica: B

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

$$qe = qb \cdot ce \cdot cp$$

Donde:

q_b Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

c_e Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

c_p Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

	Viento X			Viento Y		
q_b (kN/m²)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)
0.450	0.55	0.72	-0.40	0.82	0.80	-0.43

Presión estática			
Planta	Ce (Coef. exposición)	Viento X (kN/m²)	Viento Y (kN/m²)
Forjado 2	1.65	0.834	0.916
Forjado 1	1.34	0.673	0.740

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	10.00	15.00

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden.

Coeficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
Forjado 2	15.635	25.755
Forjado 1	27.781	45.765

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de ±5% de la dimensión máxima del edificio.

6.2.2 CÁLCULO DE CARGAS DE NIEVE.

Según el apartado 3.5.1 del DB SE-AE se puede calcular la carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n, como:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

donde:

μ: Coeficiente de forma de la cubierta según el apartado 3.5.3
s_k: Valor característico de la carga de nieve en un terreno horizontal según el apartado 3.5.2

En nuestro caso según el apartado 3.5.3 el coeficiente de forma es igual a 1 debido a que nuestra cubierta tiene una inclinación menor a 30º.

Por otro lado, para calcular el valor característico de la carga de nieve nos vamos al Anejo E.

Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

Donde nuestra oficina está situada cerca de Zaragoza, entonces nuestra zona de clima invernal es la Zona 2 según la Figura E.2.

El valor de la sobrecarga de nieve se obtiene de la tabla E.2, en nuestro caso estamos en la Zona 2 y nuestra oficina se sitúa a una altitud de 185 metros.

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m^2)

Altitud (m)	**Zona de clima invernal**, (según figura E.2)						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Por lo tanto $s_k = 0{,}4925$ haciendo la interpolación de la tabla E.2

De esta manera, el valor de la carga de nieve es: $q_n = 1 * 0{,}4925 = 0{,}4925\ kN/m2$

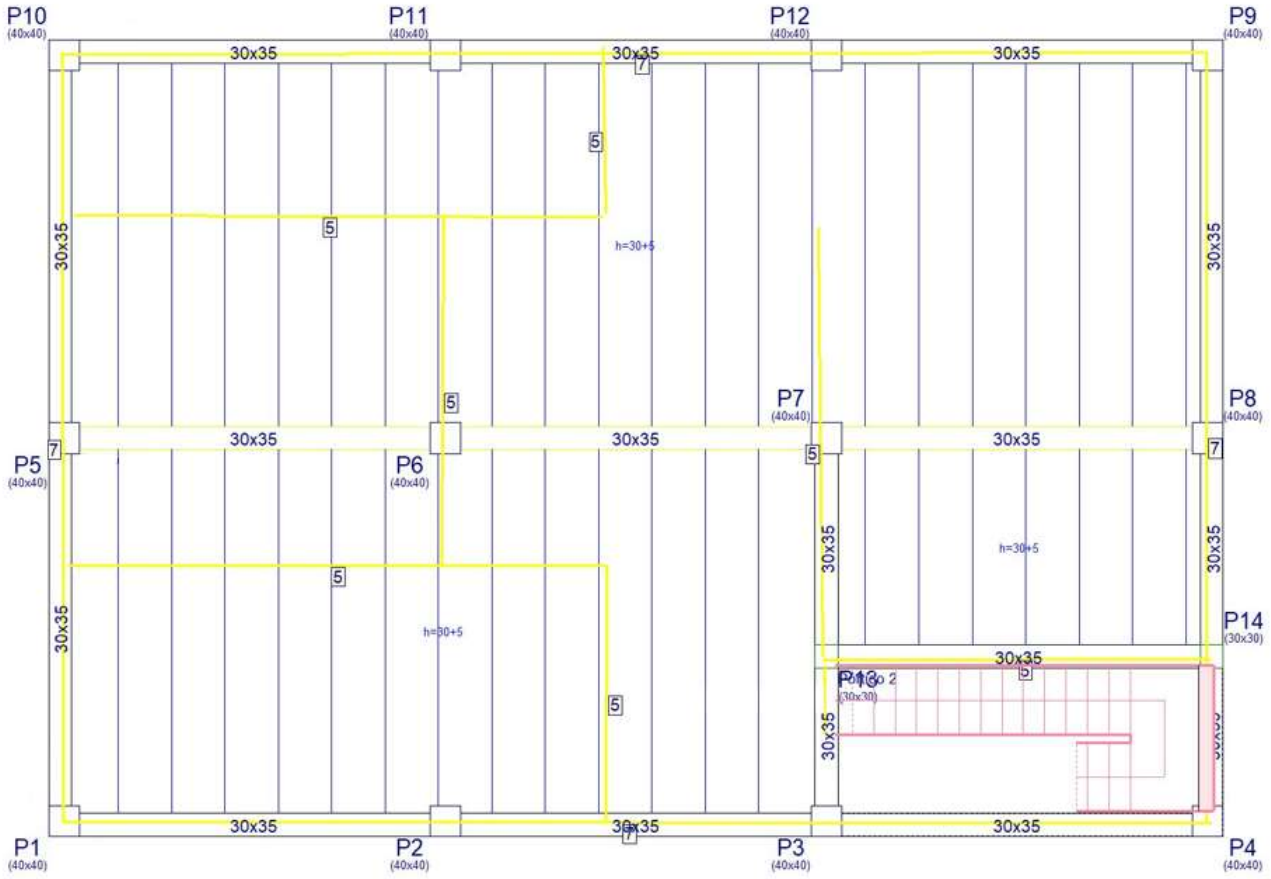
6.2.3 ACCIONES GRAVITATORIAS.

La planta baja de nuestras oficinas son de acceso al público, la primera planta (Forjado 1) son de uso administrativo y la Cubierta (Forjado 2) es de uso de mantenimiento.

Por lo tanto si consultamos la Tabla 3.1 del DB SE – AE obtenemos las siguientes cargas:

Planta	Sobrecarga de uso		Cargas muertas (kN/m²)
	Categoría	Valor (kN/m²)	
Forjado 2	G1	1.0	1.0
Forjado 1	B	2.0	1.0
Cimentación	---	0.0	0.0

Además se han supuesto unas cargas lineales en el forjado 1 debido al peso de los cerramientos, tanto interiores como exteriores. Siendo los exteriores 7 kN/m y los interiores de 5 kN/m. Estas cargas se distribuyen sobre el forjado 1 de la siguiente forma:



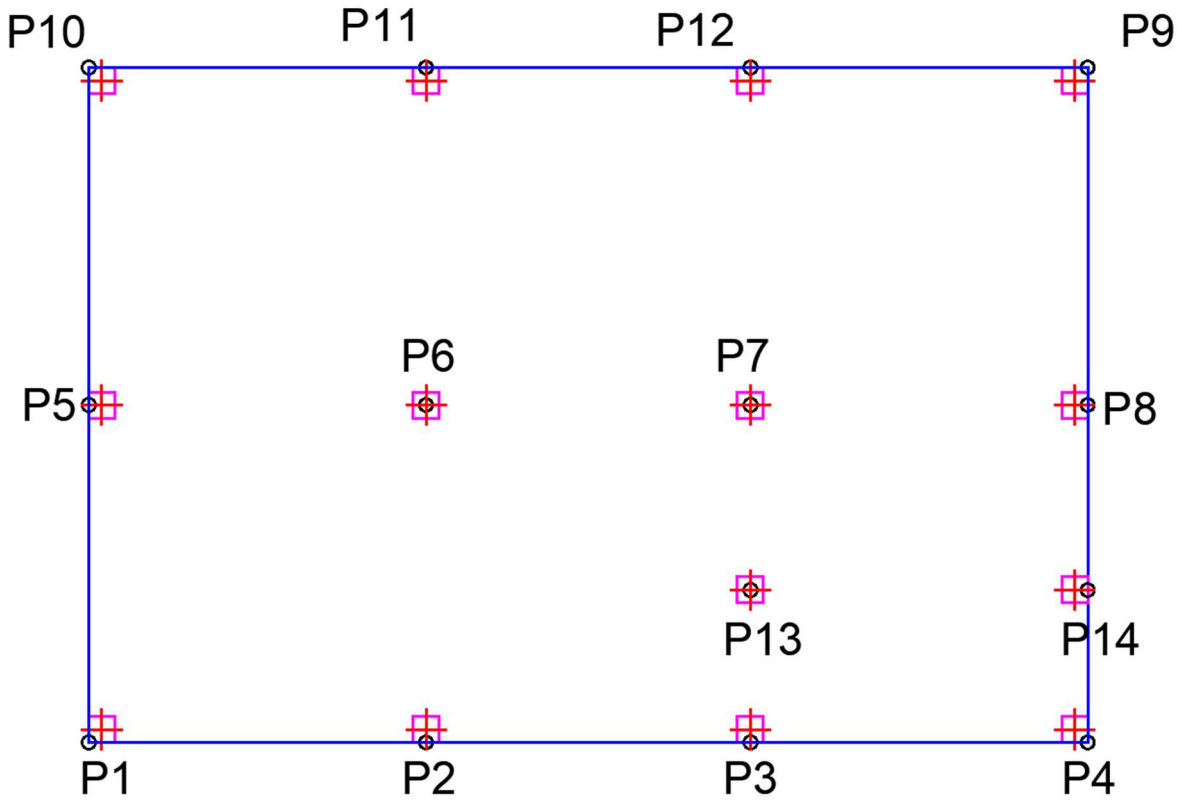
6.3 CALCULO DE LA ESTRUCTURA.

A continuación se van a dimensionar y calcular los distintos elementos que componen las oficinas.

6.3.1 PILARES

6.3.1.1 UBICACIÓN

Nuestra nave tiene unas dimensiones de 10 x 15 metros, con una separación entre pórticos de 5 metros. La ubicación de los pilares se puede observar en la siguiente imagen:



Donde los pilares principales son P1, P2 … P12 son 0,4 x 0,4 metros y tienen una altura de 8,25 metros ya que comienzan en la cimentación y llegan hasta el forjado 2.

Los pilares P13 y P14 tienen una geometría de 0,3 x 0,3 metros y una altura de 4,5 m ya que comienzan en la cimentación y llegan hasta el forjado1.

6.3.1.2 ARMADO

En cuanto armado de los pilares, se realiza el cálculo con la ayuda del programa CYPE CAD, obteniendo los siguientes resultados:

Armado de pilares											
Hormigón: HA-25, Yc=1.5											
Pilar	Geometría			Armaduras						Aprov. (%)	Estado
				Barras				Estribos			
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Esquina	Cara X	Cara Y	Cuantía (%)	Descripción[1]	Separación (cm)		
P1	Forjado 2	40x40	4.50/7.90	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	38.6	Cumple
	Forjado 1	40x40	0.00/4.15	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	38.6	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	21.8	Cumple
P2	Forjado 2	40x40	4.50/7.90	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	6.7	Cumple
	Forjado 1	40x40	0.00/4.15	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	17.2	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	17.2	Cumple
P3	Forjado 2	40x40	4.50/7.90	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	9.8	Cumple
	Forjado 1	40x40	0.00/4.15	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	17.3	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	17.3	Cumple
P4	Forjado 2	40x40	4.50/7.90	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	22.8	Cumple
	Forjado 1	40x40	0.00/4.15	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	19.1	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	19.1	Cumple
P5	Forjado 2	40x40	4.50/7.90	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	77.8	Cumple
	Forjado 1	40x40	0.00/4.15	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	77.8	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	26.2	Cumple
P6	Forjado 2	40x40	4.50/7.90	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	12.1	Cumple
	Forjado 1	40x40	0.00/4.15	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	27.0	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	27.0	Cumple
P7	Forjado 2	40x40	4.50/7.90	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	12.1	Cumple
	Forjado 1	40x40	0.00/4.15	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	25.6	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	25.6	Cumple
P8	Forjado 2	40x40	4.50/7.90	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	59.0	Cumple
	Forjado 1	40x40	0.00/4.15	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	59.0	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	24.0	Cumple
P9	Forjado 2	40x40	4.50/7.90	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	37.7	Cumple
	Forjado 1	40x40	0.00/4.15	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	37.7	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	20.9	Cumple
P10	Forjado 2	40x40	4.50/7.90	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	40.5	Cumple
	Forjado 1	40x40	0.00/4.15	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	40.5	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	21.7	Cumple
P11	Forjado 2	40x40	4.50/7.90	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	7.3	Cumple
	Forjado 1	40x40	0.00/4.15	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	17.8	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	17.8	Cumple
P12	Forjado 2	40x40	4.50/7.90	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	6.4	Cumple
	Forjado 1	40x40	0.00/4.15	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	15	16.6	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	16.6	Cumple
P13	Forjado 1	30x30	0.00/4.15	4Ø12	-	-	0.50	1eØ6	15	18.1	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	-	-	0.50	1eØ6	-	17.6	Cumple
P14	Forjado 1	30x30	0.00/4.15	4Ø12	-	-	0.50	1eØ6	15	21.3	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	-	-	0.50	1eØ6	-	20.3	Cumple

Notas:
[1] e = estribo, r = rama

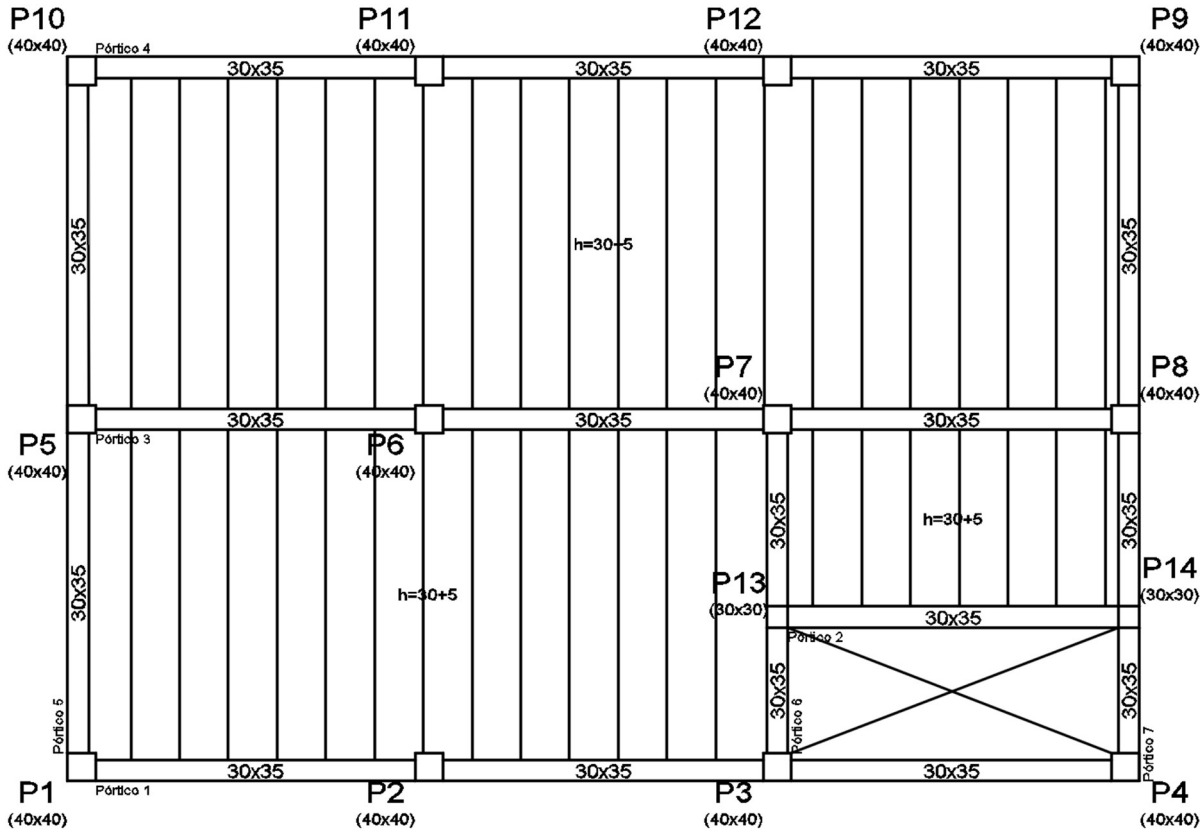
6.3.2 VIGAS

A continuación se va a realizar el armado y la comprobación de las vigas que hay en la estructura, estas se encuentran distribuidas en dos plantas (Forjado 1 y Forjado 2).

6.3.2.1 FORJADO 1

6.3.2.1.1 UBICACIÓN

La ubicación y designación de las vigas se puede ver en la siguiente imagen:



Se puede ver en la imagen que tenemos 7 pórticos y los pilares que corresponden con cada pórtico.

6.3.2.1.2 COMPROBACIONES E.L.U

A continuación, se van a mostrar una serie de listados de CYPECAD de las comprobaciones de resistencia, fisuración y flecha de las vigas del Forjado 1. En estos listados se indica si se cumplen estas comprobaciones:

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	T,Geom.	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	
P1 - P2	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 94.9	'1.910 m' η = 92.7	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 94.9**
P2 - P3	Cumple	Cumple	'4.292 m' η = 94.2	'2.160 m' η = 94.1	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 94.2**
P3 - P4	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 49.6	'P3' η = 65.6	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 65.6**
P13 - P14	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 54.2	'2.460 m' η = 90.7	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 90.7**
P5 - P6	Cumple	Cumple	'4.292 m' η = 93.6	'P5' η = 92.8	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 93.6**
P6 - P7	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 90.8	'2.510 m' η = 92.8	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 92.8**
P7 - P8	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 93.6	'2.410 m' η = 95.0	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 95.0**
P10 - P11	Cumple	Cumple	'4.292 m' η = 93.8	'1.910 m' η = 91.1	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 93.8**
P11 - P12	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 95.4	'2.160 m' η = 95.5	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 95.5**
P12 - P9	Cumple	Cumple	'4.292 m' η = 94.1	'2.410 m' η = 91.4	'4.510 m' η = 5.8	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	'4.600 m' η = 8.4	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 94.1**
P1 - P5	Cumple	Cumple	'4.292 m' η = 60.3	'P1' η = 93.6	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 93.6**
P5 - P10	Cumple	Cumple	'4.292 m' η = 59.7	'4.600 m' η = 93.0	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 93.0**
P3 - P13	Cumple	Cumple	'1.492 m' η = 48.4	'P3' η = 58.7	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 58.7**
P13 - P7	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 29.6	'2.500 m' η = 42.8	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 42.8**
P4 - P14	Cumple	Cumple	'1.492 m' η = 35.2	'P4' η = 58.7	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 58.7**
P14 - P8	Cumple	Cumple	'2.192 m' η = 31.6	'2.192 m' η = 36.7	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 36.7**
P8 - P9	Cumple	Cumple	'4.292 m' η = 56.4	'4.600 m' η = 87.8	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 87.8**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.
TV_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_xS_t: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.
TV_yS_t: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
T,Geom.: Estado límite de agotamiento por torsión. Relación entre las dimensiones de la sección.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.
(2) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)							Estado
	σ_c	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	
P1 - P2	x: 4.6 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	x: 2.26 m Cumple	N.P.(1)	x: 1.56 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P2 - P3	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	x: 2.16 m Cumple	N.P.(1)	x: 1.81 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P3 - P4	x: 0 m Cumple	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	Cumple	**CUMPLE**
P13 - P14	x: 2.46 m Cumple	N.P.(2)	N.P.(2)	x: 2.46 m Cumple	N.P.(2)	x: 1.76 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P5 - P6	x: 4.6 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	x: 1.91 m Cumple	N.P.(1)	x: 3.31 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P6 - P7	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	x: 2.16 m Cumple	N.P.(1)	x: 1.46 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P7 - P8	x: 0 m Cumple	x: 4.6 m Cumple	N.P.(1)	x: 2.41 m Cumple	N.P.(1)	x: 1.71 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P10 - P11	x: 4.6 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	x: 2.26 m Cumple	N.P.(1)	x: 1.56 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P11 - P12	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	x: 2.16 m Cumple	N.P.(1)	x: 1.81 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P12 - P9	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	x: 2.41 m Cumple	N.P.(1)	x: 2.06 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P1 - P5	x: 4.6 m Cumple	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	Cumple	**CUMPLE**
P5 - P10	x: 0 m Cumple	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	Cumple	**CUMPLE**
P3 - P13	x: 1.8 m Cumple	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	Cumple	**CUMPLE**
P13 - P7	x: 0 m Cumple	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	Cumple	**CUMPLE**
P4 - P14	x: 1.8 m Cumple	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	Cumple	**CUMPLE**
P14 - P8	x: 2.5 m Cumple	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	Cumple	**CUMPLE**
P8 - P9	x: 4.6 m Cumple	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	Cumple	**CUMPLE**

Notación:
- *σ_c: Fisuración por compresión*
- *$W_{k,C,sup.}$: Fisuración por tracción: Cara superior*
- *$W_{k,C,Lat.Der.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral derecha*
- *$W_{k,C,inf.}$: Fisuración por tracción: Cara inferior*
- *$W_{k,C,Lat.Izq.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda*
- *σ_{sr}: Área mínima de armadura*
- *V_{fis}: Fisuración por cortante*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- *η: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
- *N.P.: No procede*

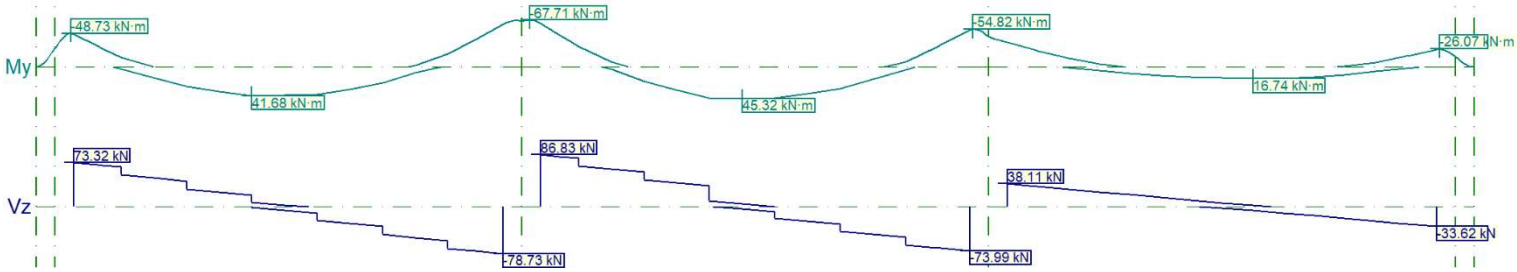
Comprobaciones que no proceden (N.P.):
- *(1) La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.*
- *(2) La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.*

Comprobaciones de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**A plazo infinito (Cuasipermanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= Mín.(L/300, L/500+10.00)	**Activa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= L/400	Estado
P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.74 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 3.46 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 3.12 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P2 - P3	$f_{i,Q}$: 1.01 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 4.48 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 4.14 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P3 - P4	$f_{i,Q}$: 0.04 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.13 mm	$f_{T,max}$: 0.78 mm $f_{T,lim}$: 13.95 mm	$f_{A,max}$: 0.81 mm $f_{A,lim}$: 10.33 mm	**CUMPLE**
P13 - P14	$f_{i,Q}$: 1.47 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.57 mm	$f_{T,max}$: 6.19 mm $f_{T,lim}$: 15.83 mm	$f_{A,max}$: 5.41 mm $f_{A,lim}$: 11.88 mm	**CUMPLE**
P5 - P6	$f_{i,Q}$: 2.05 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 10.12 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 8.92 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P6 - P7	$f_{i,Q}$: 1.69 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 8.64 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 7.56 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P7 - P8	$f_{i,Q}$: 2.14 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 7.31 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 6.47 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P10 - P11	$f_{i,Q}$: 0.95 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 4.03 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 3.71 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P11 - P12	$f_{i,Q}$: 0.75 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 3.65 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 3.32 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P12 - P9	$f_{i,Q}$: 0.78 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 3.35 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 3.01 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P1 - P5	$f_{i,Q}$: 0.11 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 1.24 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 1.18 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P5 - P10	$f_{i,Q}$: 0.11 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 1.24 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 1.19 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P3 - P13	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.14 mm	$f_{T,max}$: 0.04 mm $f_{T,lim}$: 6.00 mm	$f_{A,max}$: 0.15 mm $f_{A,lim}$: 4.50 mm	**CUMPLE**
P13 - P7	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.14 mm	$f_{T,max}$: 0.05 mm $f_{T,lim}$: 6.90 mm	$f_{A,max}$: 0.20 mm $f_{A,lim}$: 6.25 mm	**CUMPLE**
P4 - P14	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 5.14 mm	$f_{T,max}$: 0.02 mm $f_{T,lim}$: 6.00 mm	$f_{A,max}$: 0.15 mm $f_{A,lim}$: 4.50 mm	**CUMPLE**
P14 - P8	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.14 mm	$f_{T,max}$: 0.05 mm $f_{T,lim}$: 6.58 mm	$f_{A,max}$: 0.20 mm $f_{A,lim}$: 6.25 mm	**CUMPLE**
P8 - P9	$f_{i,Q}$: 0.09 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 1.22 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 1.14 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**

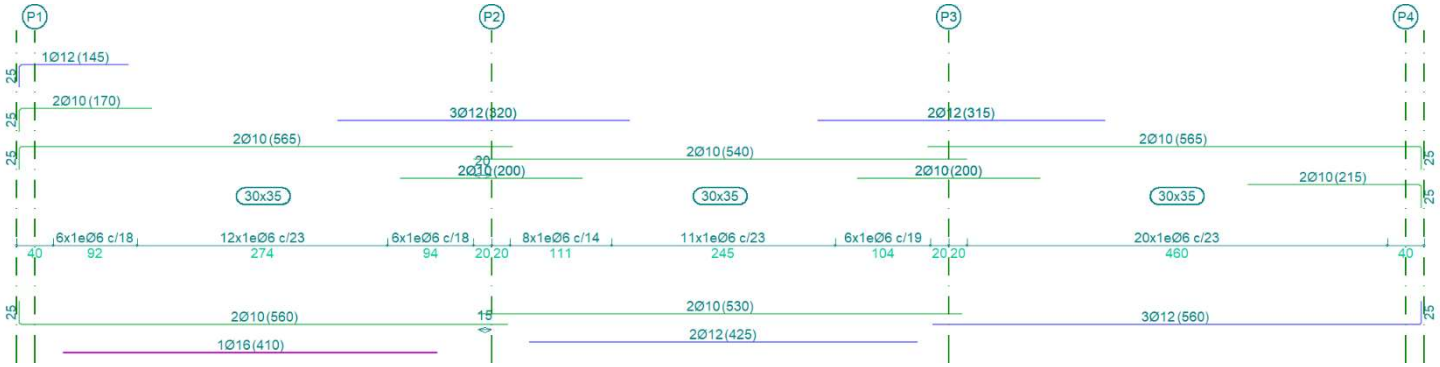
6.3.2.1.3 ARMADO

En cuanto al armado de estos pórticos, se realiza el cálculo con la ayuda del programa CYPECAD, la distribución del armado se puede observar en los PLANOS, aunque en este apartado vamos a profundizar en el armado del pórtico 1:

Los esfuerzos de cortante y momentos quedan de la siguiente forma:

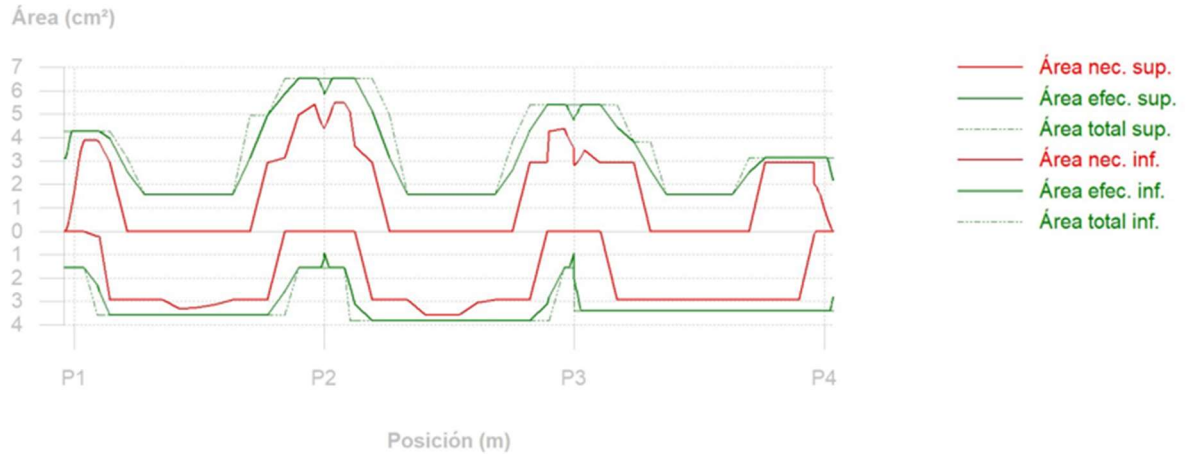


Y la armadura dispuesta es la siguiente:



Entre los pilares P1 y P2, tenemos una armadura inferior longitudinal formada por un montante de 2 Ø10 y un refuerzo de 1 Ø16, la armadura superior está formada por el mismo montante que la inferior 2 Ø10 y un refuerzo en el pilar P1 de 1 Ø12 + 2 Ø10 y otro en el pilar P2 de 3 Ø12 + 2 Ø10.

En la siguiente gráfica, podemos observar la armadura longitudinal necesaria debido a los esfuerzos y a las cuantías mínimas (Rojo) y por otro lado la armadura que dispone la viga (Verde):

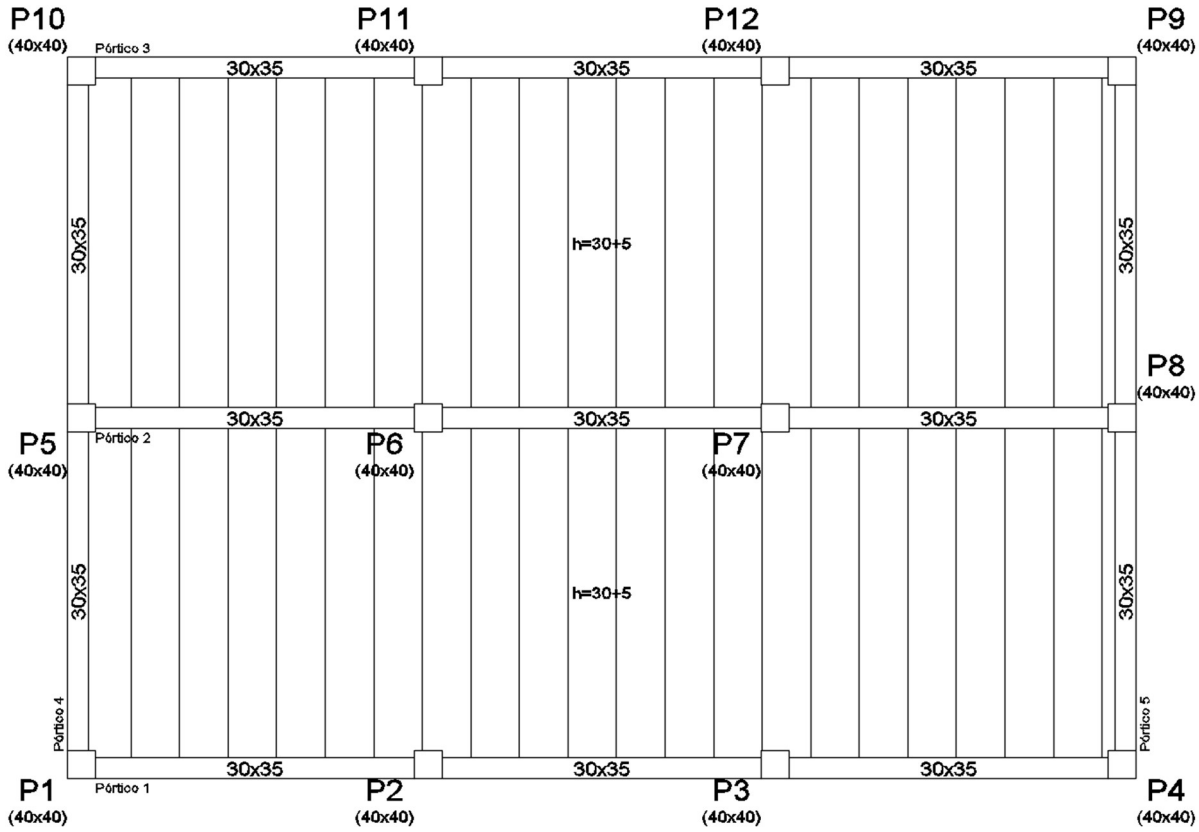


Y en esta otra imagen, se puede ver lo mismo pero con la armadura transversal:

6.3.2.2 FORJADO 2

6.3.2.2.1 UBICACIÓN

La ubicación y designación de las vigas se puede ver en la siguiente imagen:



Se puede ver en la imagen que tenemos 5 pórticos y los pilares que corresponden con cada pórtico.

6.3.2.2.2 COMPROBACIONES E.L.U

A continuación, se van a mostrar una serie de listados de CYPECAD de las comprobaciones de resistencia, fisuración y flecha de las vigas del Forjado 2. En estos listados se indica si se cumplen estas comprobaciones:

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{XSt}	TV_{YSt}	T,Geom.	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	
P1 - P2	Cumple	Cumple	'4.292 m' η = 73.1	'1.910 m' η = 79.3	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 79.3**
P2 - P3	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 68.1	'P3' η = 72.6	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 72.6**
P3 - P4	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 80.4	'2.410 m' η = 81.3	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 81.3**
P5 - P6	Cumple	Cumple	'4.010 m' η = 92.5	'1.910 m' η = 91.7	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 92.5**
P6 - P7	Cumple	Cumple	'3.910 m' η = 94.7	'2.510 m' η = 94.4	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 94.7**
P7 - P8	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 93.8	'4.510 m' η = 93.1	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 93.8**
P10 - P11	Cumple	Cumple	'4.292 m' η = 73.2	'1.910 m' η = 78.9	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 78.9**
P11 - P12	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 68.5	'P12' η = 71.9	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 71.9**
P12 - P9	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 80.2	'2.410 m' η = 79.6	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 80.2**
P1 - P5	Cumple	Cumple	'4.292 m' η = 20.7	'P5' η = 29.4	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 29.4**
P5 - P10	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 20.8	'P5' η = 29.6	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 29.6**
P4 - P8	Cumple	Cumple	'4.292 m' η = 18.3	'P8' η = 25.5	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 25.5**
P8 - P9	Cumple	Cumple	'0.308 m' η = 18.4	'P8' η = 27.2	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 27.2**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.
TV_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_{XSt}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.
TV_{YSt}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
T,Geom.: Estado límite de agotamiento por torsión. Relación entre las dimensiones de la sección.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.
(2) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)							Estado
	σ_c	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	
P1 - P2	x: 1.91 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	Cumple	**CUMPLE**
P2 - P3	x: 4.6 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	Cumple	**CUMPLE**
P3 - P4	x: 2.41 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	x: 0 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P5 - P6	x: 4.6 m Cumple	x: 4.6 m Cumple	N.P.(2)	x: 1.91 m Cumple	N.P.(2)	x: 0 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P6 - P7	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(2)	x: 2.51 m Cumple	N.P.(2)	x: 1.46 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P7 - P8	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(2)	x: 2.41 m Cumple	N.P.(2)	x: 4.6 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P10 - P11	x: 4.6 m Cumple	x: 4.6 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	x: 4.6 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P11 - P12	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	Cumple	**CUMPLE**
P12 - P9	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(2)	N.P.(2)	N.P.(2)	x: 0 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
P1 - P5	x: 4.6 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	Cumple	**CUMPLE**
P5 - P10	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	Cumple	**CUMPLE**
P4 - P8	x: 4.6 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	Cumple	**CUMPLE**
P8 - P9	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	Cumple	**CUMPLE**

Notación:
- σ_c*: Fisuración por compresión*
- $W_{k,C,sup.}$*: Fisuración por tracción: Cara superior*
- $W_{k,C,Lat.Der.}$*: Fisuración por tracción: Cara lateral derecha*
- $W_{k,C,inf.}$*: Fisuración por tracción: Cara inferior*
- $W_{k,C,Lat.Izq.}$*: Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda*
- σ_{sr}*: Área mínima de armadura*
- V_{fis}*: Fisuración por cortante*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- η*: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
- *N.P.: No procede*

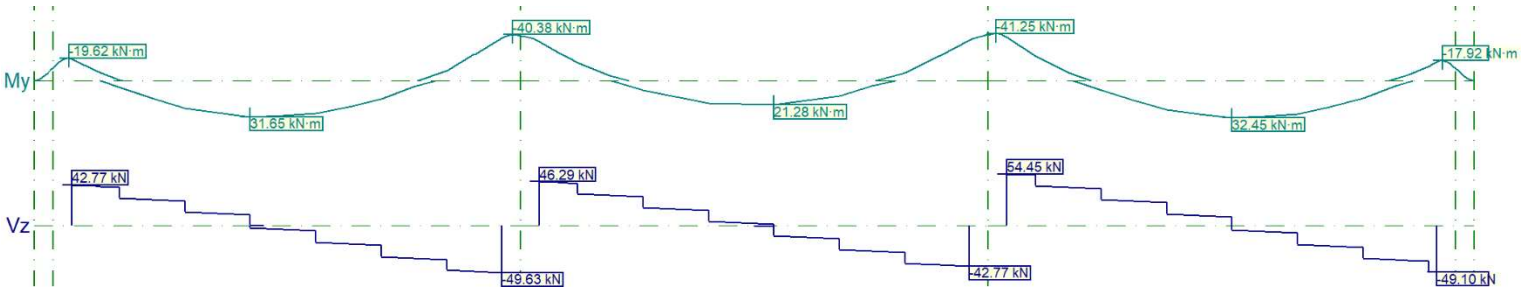
Comprobaciones que no proceden (N.P.):
- (1) *La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.*
- (2) *La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.*

Comprobaciones de flecha				
Vigas	**Sobrecarga (Característica)** $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$= L/350	**A plazo infinito (Cuasipermanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$= Mín.(L/300, L/500+10.00)	**Activa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= L/400	Estado
P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 2.14 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 1.42 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P2 - P3	$f_{i,Q}$: 0.15 mm $f_{i,Q,lim}$: 11.24 mm	$f_{T,max}$: 0.94 mm $f_{T,lim}$: 13.19 mm	$f_{A,max}$: 0.67 mm $f_{A,lim}$: 9.88 mm	**CUMPLE**
P3 - P4	$f_{i,Q}$: 0.27 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 2.27 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 1.51 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P5 - P6	$f_{i,Q}$: 2.24 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 11.36 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 9.19 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P6 - P7	$f_{i,Q}$: 1.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 4.50 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 3.59 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P7 - P8	$f_{i,Q}$: 2.27 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 12.05 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 9.59 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P10 - P11	$f_{i,Q}$: 0.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 2.11 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 1.41 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P11 - P12	$f_{i,Q}$: 0.17 mm $f_{i,Q,lim}$: 12.46 mm	$f_{T,max}$: 1.02 mm $f_{T,lim}$: 14.57 mm	$f_{A,max}$: 0.71 mm $f_{A,lim}$: 10.83 mm	**CUMPLE**
P12 - P9	$f_{i,Q}$: 0.26 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 2.15 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 1.44 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P1 - P5	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 0.45 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 0.27 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P5 - P10	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 0.46 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 0.27 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P4 - P8	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 0.47 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 0.31 mm $f_{A,lim}$: 11.50 mm	**CUMPLE**
P8 - P9	$f_{i,Q}$: 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$: 13.14 mm	$f_{T,max}$: 0.36 mm $f_{T,lim}$: 15.33 mm	$f_{A,max}$: 0.22 mm $f_{A,lim}$: 10.68 mm	**CUMPLE**

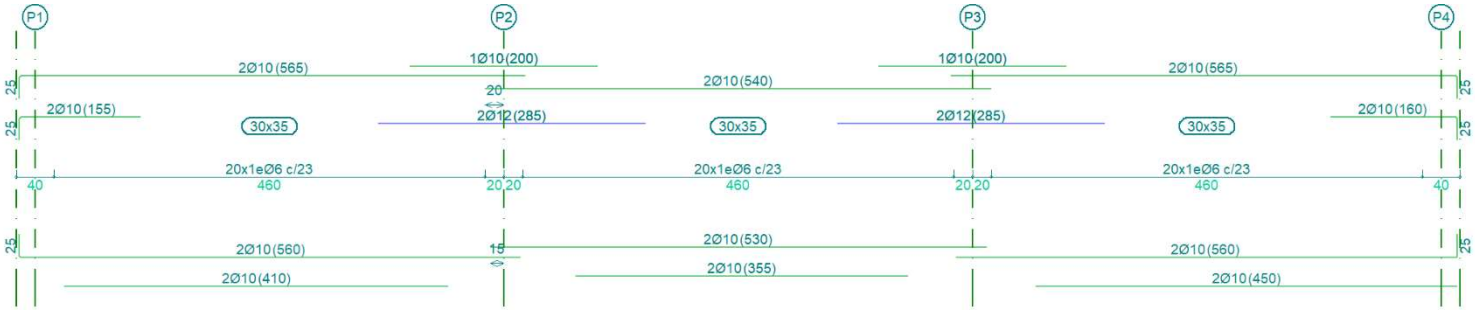
6.3.2.2.3 ARMADO

En cuanto al armado de estos pórticos, se realiza el cálculo con la ayuda del programa CYPECAD, la distribución del armado se puede observar en los PLANOS, aunque en este apartado vamos a profundizar en el armado del pórtico 1:

Los esfuerzos de cortante y momentos quedan de la siguiente forma:

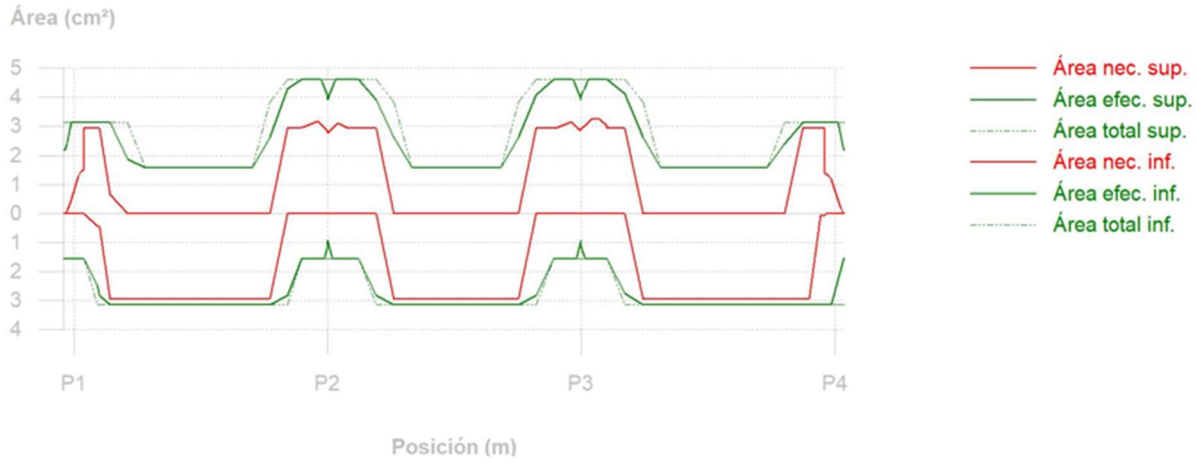


Y la armadura dispuesta es la siguiente:



Entre los pilares P1 y P2, tenemos una armadura inferior longitudinal formada por un montante de 2 Ø10 y un refuerzo de 2 Ø10, la armadura superior está formada por el mismo montante que la inferior 2 Ø10 y un refuerzo en el pilar P1 de 2 Ø10 y otro en el pilar P2 de 2 Ø12 + 1 Ø10.

En la siguiente gráfica, podemos observar la armadura longitudinal necesaria debido a los esfuerzos y a las cuantías mínimas (Rojo) y por otro lado la armadura que dispone la viga (Verde):



Y en esta otra imagen, se puede ver lo mismo pero con la armadura transversal:

7 CÁLCULO MEDIANTE EL PROGRAMA CYPE

En este apartado se van a mostrar los listados de las distintas uniones metálicas y elementos de cimentación, estos listados se realizarán con el programa de cálculo CYPE.

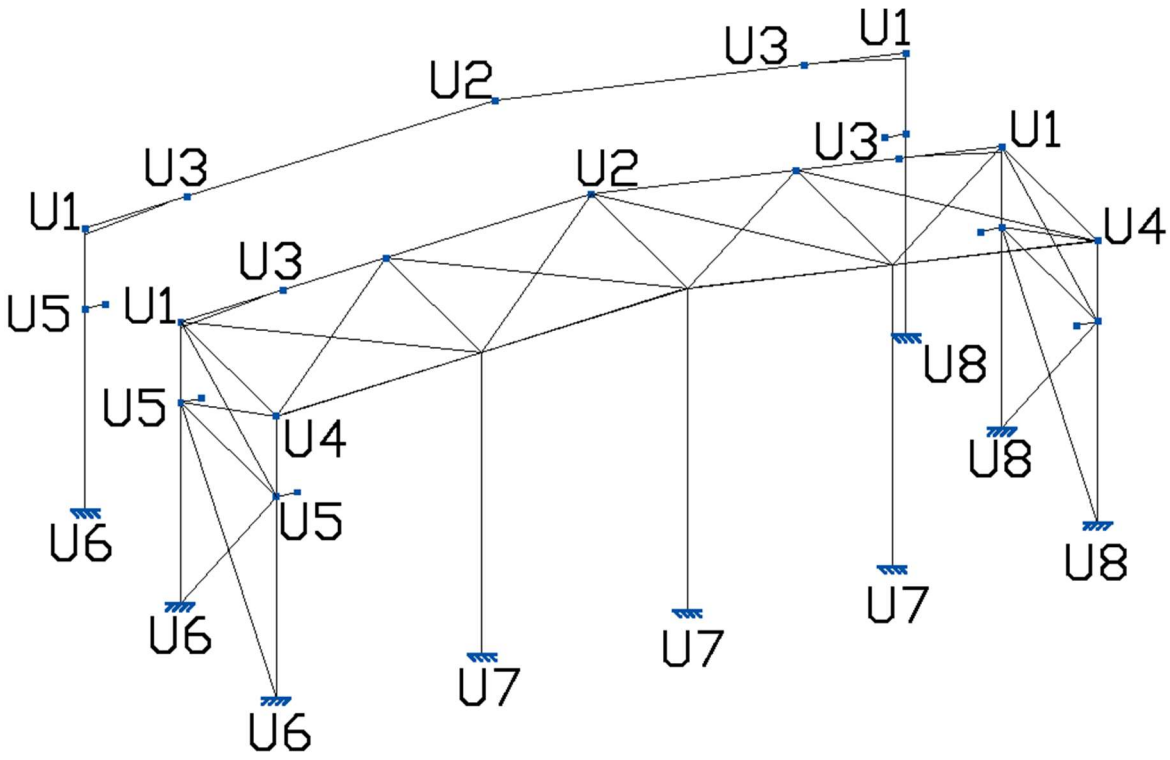
7.1 UNIONES METÁLICAS

7.1.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado, se van a mostrar el listado que realiza el programa de cálculo CYPE 3D de las diferentes uniones que existen en la nave industrial.

7.1.2 UBICACIÓN DE LAS UNIONES

A continuación se van a mostrar la ubicación de las distintas uniones. En esta primera imagen podemos ver donde se ubican las uniones U1 – U7:



La unión U1 es soldada entre el pilar (IPE-330) y el dintel (IPE-270), esta unión se ubica en los pórticos intermedios de la nave ya que en estos pórticos el dintel cuenta con una cartela en su parte inferior de 2 metros.

La unión U2 es atornillada que une las dos vigas (IPE-270) en la cumbrera. La unión U3 también es atornillada pero esta vez une la viga (IPE270), esta unión se encuentra a 2,5 metros de la cara interna del pilar y se realiza esta unión ya que no podemos transportar por carretera perfiles metálicos que tengan una longitud superior a 14 metros. Estas dos uniones se realizan en los pórticos intermedios como la unión U1.

La unión U4 es atornillada y une la cabeza del pilar principal (IPE-330) de los pórticos hastiales con el dintel (IPE-160).

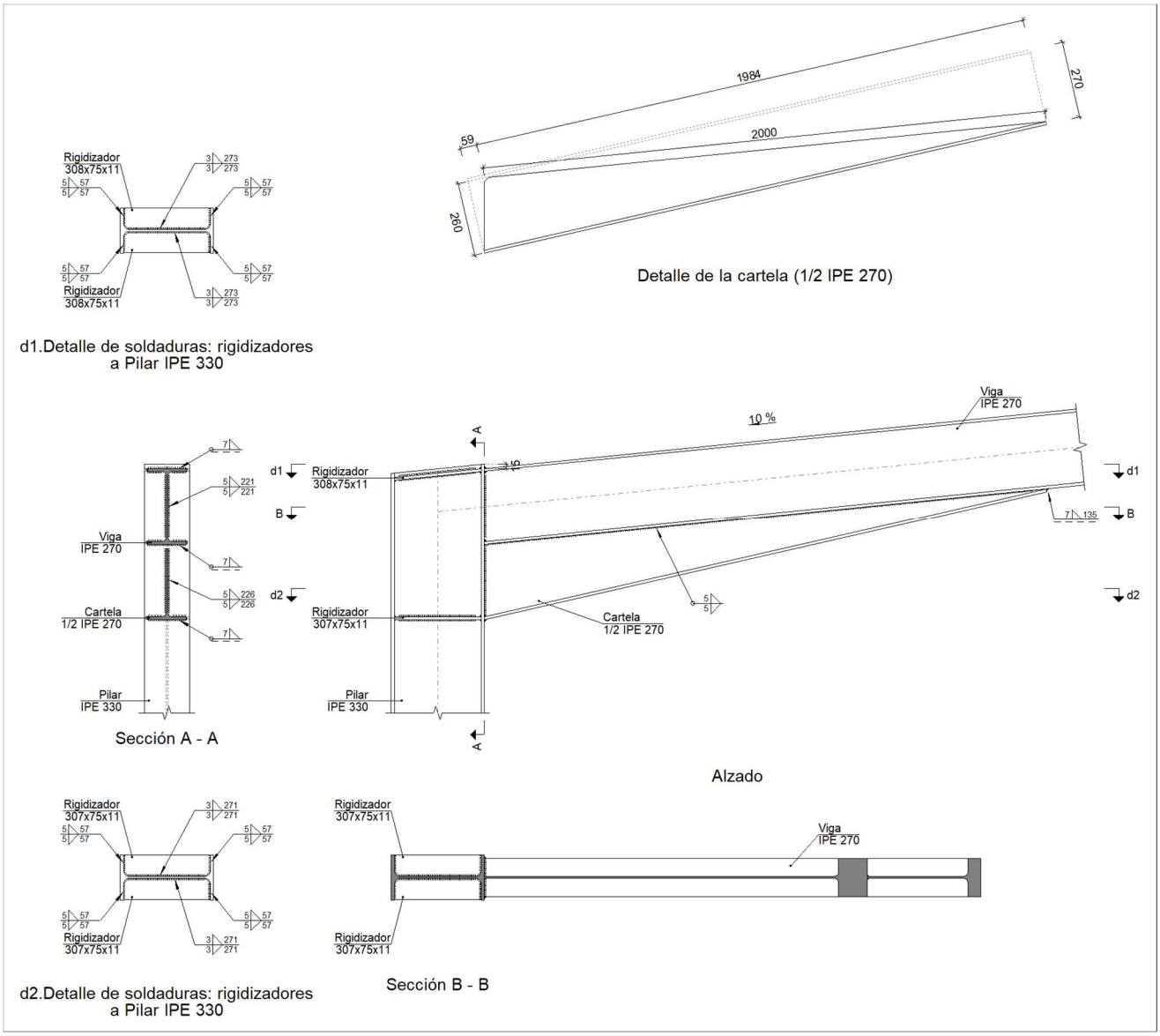
La unión U5 es soldada y une los pilares principales de todos los pórticos con la ménsula (IPE-220) que está situada a 5 metros.

Por último las uniones U6, U7 y U8 son las placas base de los pilares, la U6 corresponde a la placa base de los pilares principales excepto la de los pilares que comparten cimentación con los pilares de la estructura de oficinas, esas placas son las uniones U8 y por último la unión U7 es de los pilares hastiales.

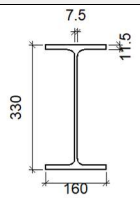
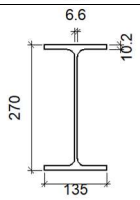
7.1.3 UNIONES

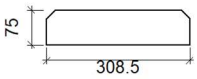
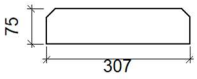
7.1.3.1 UNIÓN U1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		308.5	75	11	S275	275.0	410.0
Rigidizador		307	75	11	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	63.26
	Cortante	kN	442.34	532.79	83.02
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	166.61	261.90	63.61
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	192.45	261.90	73.48
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	166.61	261.90	63.61
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	192.45	261.90	73.48
Ala	Desgarro	N/mm²	179.12	261.90	68.39
	Cortante	N/mm²	227.64	261.90	86.92

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	57	11.0	84.29
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	273	7.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	57	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	271	7.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	57	11.0	84.29
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	273	7.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	57	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	271	7.5	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	123.0	135.9	0.0	265.6	68.82	123.0	37.49	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	64.2	111.2	28.82	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	149.7	149.7	0.0	299.4	77.58	149.7	45.64	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	74.2	128.5	33.31	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	123.0	135.9	0.0	265.6	68.82	123.0	37.49	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	64.2	111.2	28.82	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	149.7	149.7	0.0	299.4	77.58	149.7	45.64	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	74.2	128.5	33.31	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 270

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	27.14	206.15	13.17

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	135	10.2	84.29
Soldadura del alma	En ángulo	5	221	6.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	135	10.2	84.29
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	241	6.6	90.00

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	7	135	10.2	77.12
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	5	2000	6.6	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	135	10.2	82.83

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	93.2	84.3	0.4	173.2	44.89	93.2	28.40	410.0	0.85
Soldadura del alma	79.0	79.0	11.2	159.3	41.27	79.0	24.10	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	4.1	7.1	1.83	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	86.4	86.4	11.2	174.0	45.08	86.4	26.35	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	85.0	106.6	0.1	203.3	52.68	100.1	30.51	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	9.4	16.4	4.24	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

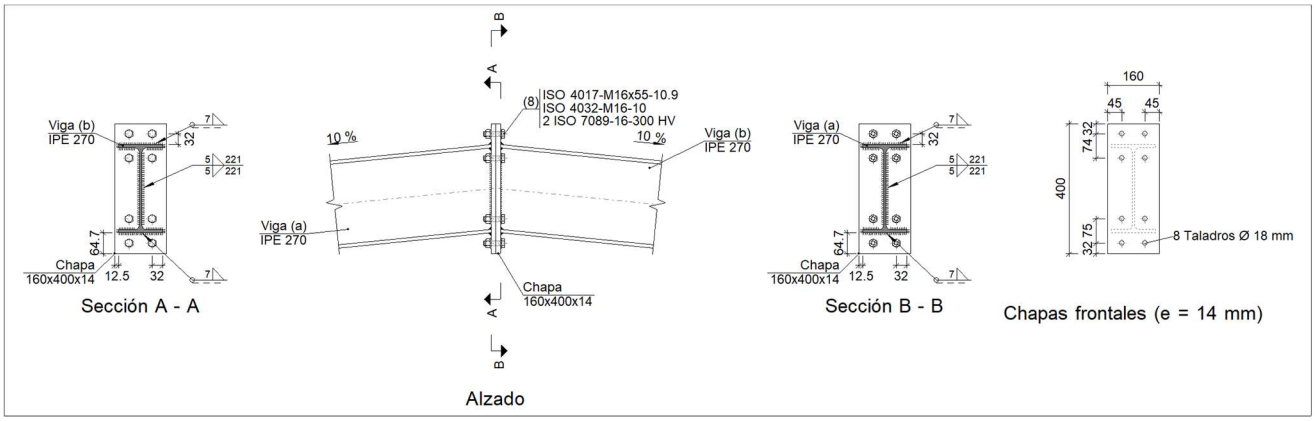
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	3	2174
			5	5835
			7	876

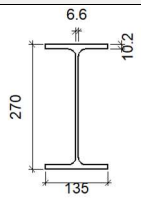
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	308x75x11	4.00
		2	307x75x11	3.98
	Total			7.97

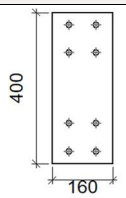
7.1.3.2 UNIÓN U2

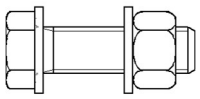
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		160	400	14	8	18	S275	275.0	410.0

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
ISO 4017-M16x55-10.9 ISO 4032-M16-10 2 ISO 7089-16-300 HV		M16	55	10.9	900.0	1000.0

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 270

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	125.01	155.79	80.25
Ala	Aplastamiento	kN	217.27	362.44	59.95
	Tracción	kN	85.61	180.32	47.48
Alma	Tracción	kN	43.09	130.20	33.10

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	135	10.2	84.29
Soldadura del alma	En ángulo	5	221	6.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	135	10.2	84.29

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	94.9	104.9	0.3	205.0	53.13	95.0	28.95	410.0	0.85
Soldadura del alma	78.2	78.2	0.4	156.4	40.53	78.2	23.84	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	98.1	88.8	0.3	182.4	47.26	98.1	29.91	410.0	0.85

2) Viga (b) IPE 270

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	125.01	155.79	80.25
Ala	Compresión	kN	217.27	362.44	59.95
	Tracción	kN	85.61	180.32	47.48
Alma	Tracción	kN	43.09	130.20	33.10

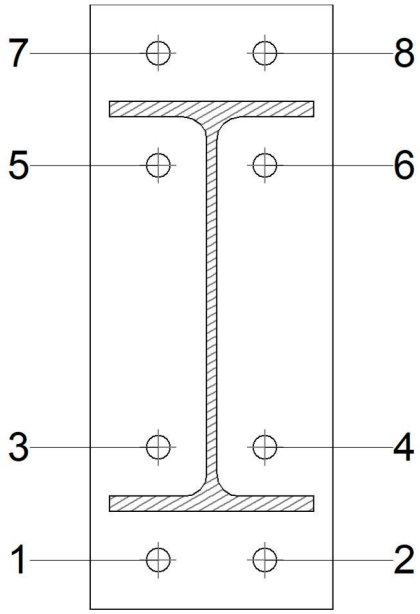
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	135	10.2	84.29
Soldadura del alma	En ángulo	5	221	6.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	135	10.2	84.29

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	94.9	104.9	0.3	205.0	53.13	95.0	28.95	410.0	0.85
Soldadura del alma	78.2	78.2	0.4	156.4	40.53	78.2	23.84	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	98.1	88.8	0.3	182.4	47.26	98.1	29.91	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x55-10.9	18.0	32	45	75	71	32.2
2	ISO 4017-M16x55-10.9	18.0	32	45	75	71	32.2
3	ISO 4017-M16x55-10.9	18.0	--	45	75	71	32.0
4	ISO 4017-M16x55-10.9	18.0	--	45	75	71	32.0
5	ISO 4017-M16x55-10.9	18.0	--	45	74	71	32.0
6	ISO 4017-M16x55-10.9	18.0	--	45	74	71	32.0
7	ISO 4017-M16x55-10.9	18.0	32	45	74	71	32.0
8	ISO 4017-M16x55-10.9	18.0	32	45	74	71	32.0
--: La comprobación no procede.							

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	5.027	62.800	8.00	Vástago	88.484	113.040	78.28	55.91	78.28
	Aplastamiento	4.418	110.527	4.00	Punzonamiento	88.484	219.639	40.29		
2	Sección transversal	5.027	62.800	8.00	Vástago	87.775	113.040	77.65	55.46	77.65
	Aplastamiento	4.418	110.527	4.00	Punzonamiento	87.775	219.639	39.96		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
3	Sección transversal	2.849	62.800	4.54	Vástago	49.346	113.040	43.65	31.18	43.65
	Aplastamiento	2.849	183.680	1.55	Punzonamiento	49.346	219.639	22.47		
4	Sección transversal	2.849	62.800	4.54	Vástago	48.879	113.040	43.24	30.89	43.24
	Aplastamiento	2.849	183.680	1.55	Punzonamiento	48.879	219.639	22.25		
5	Sección transversal	3.015	62.800	4.80	Vástago	29.450	113.040	26.05	18.61	26.05
	Aplastamiento	3.015	183.680	1.64	Punzonamiento	29.450	219.639	13.41		
6	Sección transversal	3.015	62.800	4.80	Vástago	29.713	113.040	26.29	18.78	26.29
	Aplastamiento	3.015	183.680	1.64	Punzonamiento	29.713	219.639	13.53		
7	Sección transversal	3.015	62.800	4.80	Vástago	52.408	113.040	46.36	33.12	46.36
	Aplastamiento	3.015	108.847	2.77	Punzonamiento	52.408	219.639	23.86		
8	Sección transversal	3.015	62.800	4.80	Vástago	52.745	113.040	46.66	33.33	46.66
	Aplastamiento	3.015	108.847	2.77	Punzonamiento	52.745	219.639	24.01		

d) Medición

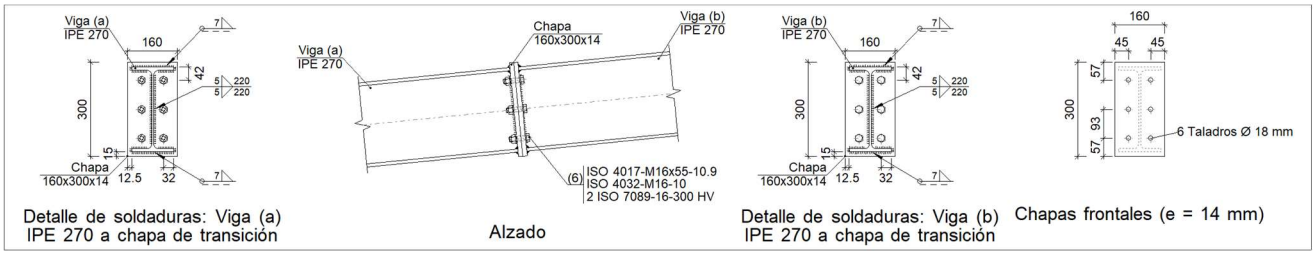
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	883
			7	1016

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	160x400x14	14.07
	Total			14.07

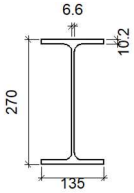
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 10.9	8	ISO 4017-M16x55
Tuercas	Clase 10	8	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 300 HV	16	ISO 7089-16

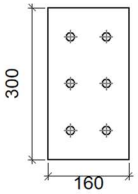
7.1.3.3 UNIÓN U3

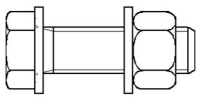
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		160	300	14	6	18	S275	275.0	410.0

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
ISO 4017-M16x55-10.9 ISO 4032-M16-10 2 ISO 7089-16-300 HV		M16	55	10.9	900.0	1000.0

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 270

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	192.79	204.69	94.19
Ala	Aplastamiento	kN	306.45	360.64	84.97
	Tracción	kN	50.00	180.32	27.73
Alma	Tracción	kN	92.79	125.55	73.91

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	135	10.2	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	5	220	6.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	135	10.2	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	118.8	118.8	0.3	237.5	61.55	118.8	36.20	410.0	0.85
Soldadura del alma	129.0	129.0	11.9	258.9	67.08	129.0	39.33	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	99.4	99.4	0.3	198.8	51.51	99.4	30.30	410.0	0.85

2) Viga (b) IPE 270

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	192.79	204.69	94.19
Ala	Compresión	kN	306.45	360.64	84.97
	Tracción	kN	50.00	180.32	27.73
Alma	Tracción	kN	92.79	125.55	73.91

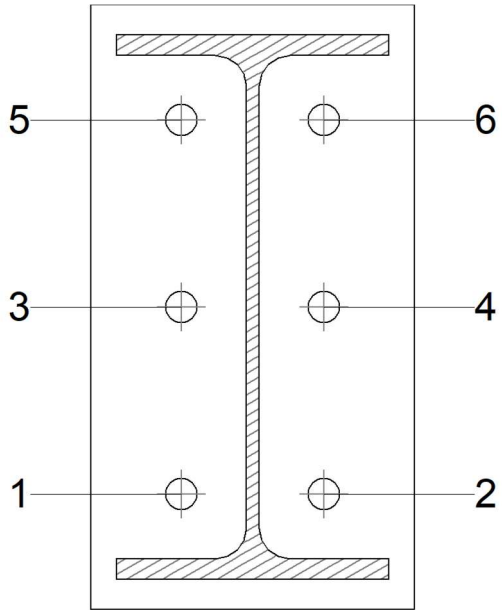
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	135	10.2	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	5	220	6.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	135	10.2	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	118.8	118.8	0.3	237.5	61.55	118.8	36.20	410.0	0.85
Soldadura del alma	129.0	129.0	11.9	258.9	67.08	129.0	39.33	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	99.4	99.4	0.3	198.8	51.51	99.4	30.30	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x55-10.9	18.0	--	45	93	71	32.0
2	ISO 4017-M16x55-10.9	18.0	--	45	93	71	32.0
3	ISO 4017-M16x55-10.9	18.0	--	45	93	71	32.0
4	ISO 4017-M16x55-10.9	18.0	--	45	93	71	32.0
5	ISO 4017-M16x55-10.9	18.0	--	45	93	71	32.0
6	ISO 4017-M16x55-10.9	18.0	--	45	93	71	32.0
--: La comprobación no procede.							

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	12.098	62.800	19.26	Vástago	75.140	113.040	66.47	52.45	66.47
	Aplastamiento	12.098	183.680	6.59	Punzonamiento	75.140	219.639	34.21		
2	Sección transversal	12.098	62.800	19.26	Vástago	75.140	113.040	66.47	52.45	66.47
	Aplastamiento	12.098	183.680	6.59	Punzonamiento	75.140	219.639	34.21		
3	Sección transversal	5.732	62.800	9.13	Vástago	70.453	113.040	62.33	51.45	62.33
	Aplastamiento	5.732	183.680	3.12	Punzonamiento	70.453	219.639	32.08		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
4	Sección transversal	5.732	62.800	9.13	Vástago	70.453	113.040	62.33	51.45	62.33
	Aplastamiento	5.732	183.680	3.12	Punzonamiento	70.453	219.639	32.08		
5	Sección transversal	7.094	62.800	11.30	Vástago	106.469	113.040	94.19	74.21	94.19
	Aplastamiento	7.094	183.680	3.86	Punzonamiento	106.469	219.639	48.47		
6	Sección transversal	7.094	62.800	11.30	Vástago	106.469	113.040	94.19	74.21	94.19
	Aplastamiento	7.094	183.680	3.86	Punzonamiento	106.469	219.639	48.47		

d) Medición

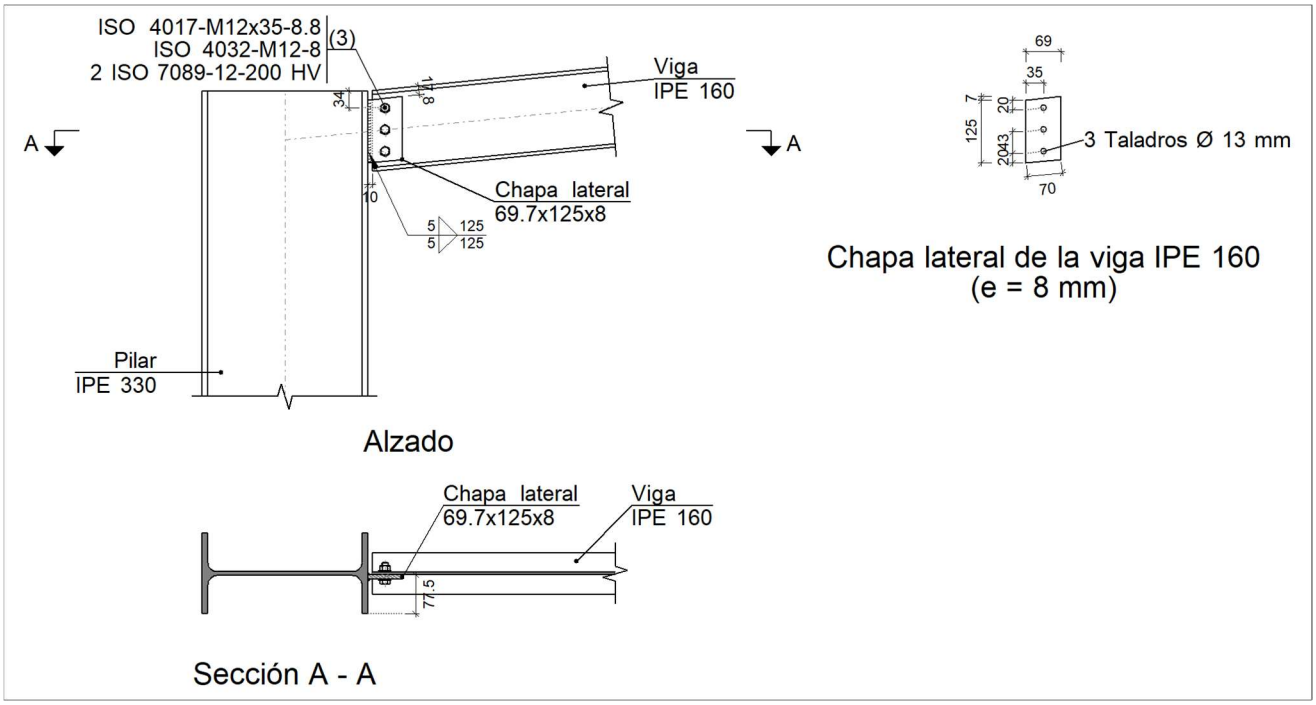
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	878
			7	1015

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	160x300x14	10.55
	Total			10.55

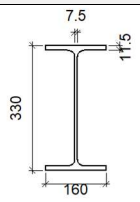
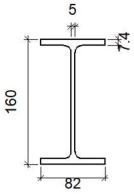
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 10.9	6	ISO 4017-M16x55
Tuercas	Clase 10	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 300 HV	12	ISO 7089-16

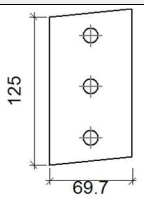
7.1.3.4 UNIÓN U4

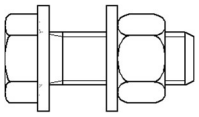
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa lateral: Viga IPE 160		69.7	125	8	3	13	S275	275.0	410.0

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
ISO 4017-M12x35-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	35	8.8	640.0	800.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 330

2) Viga IPE 160

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.59
	Tensiones combinadas	--	--	--	10.17
	Pandeo local	N/mm²	16.79	242.44	6.92
	Aplastamiento	kN	6.19	69.76	8.87
	Desgarro	kN	12.11	103.80	11.67
Alma	Aplastamiento	kN	6.19	49.20	12.57
	Desgarro	kN	12.11	98.27	12.32

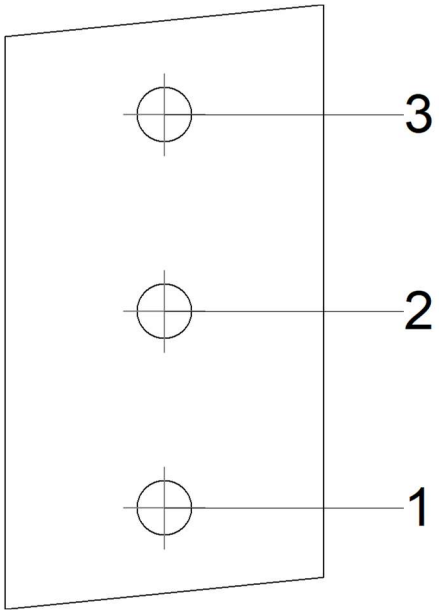
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	125	8.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	6.2	6.5	3.6	14.3	3.70	6.5	1.99	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M12x35-8.8	13.0	20	25	43	--	19.5
2	ISO 4017-M12x35-8.8	13.0	--	25	43	--	34.7
3	ISO 4017-M12x35-8.8	13.0	20	25	43	--	19.5
--: La comprobación no procede.							

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	6.185	26.976	22.93	Vástago	0.294	48.557	0.60	23.06	23.06
	Aplastamiento	6.185	69.761	8.87	Punzonamiento	0.294	58.782	0.50		
2	Sección transversal	4.036	26.976	14.96	Vástago	0.297	48.557	0.61	15.09	15.09
	Aplastamiento	4.036	69.514	5.81	Punzonamiento	0.297	58.782	0.51		
3	Sección transversal	3.562	26.976	13.20	Vástago	0.301	48.557	0.62	13.20	13.20
	Aplastamiento	2.818	48.666	5.79	Punzonamiento	0.301	58.782	0.51		

d) Medición

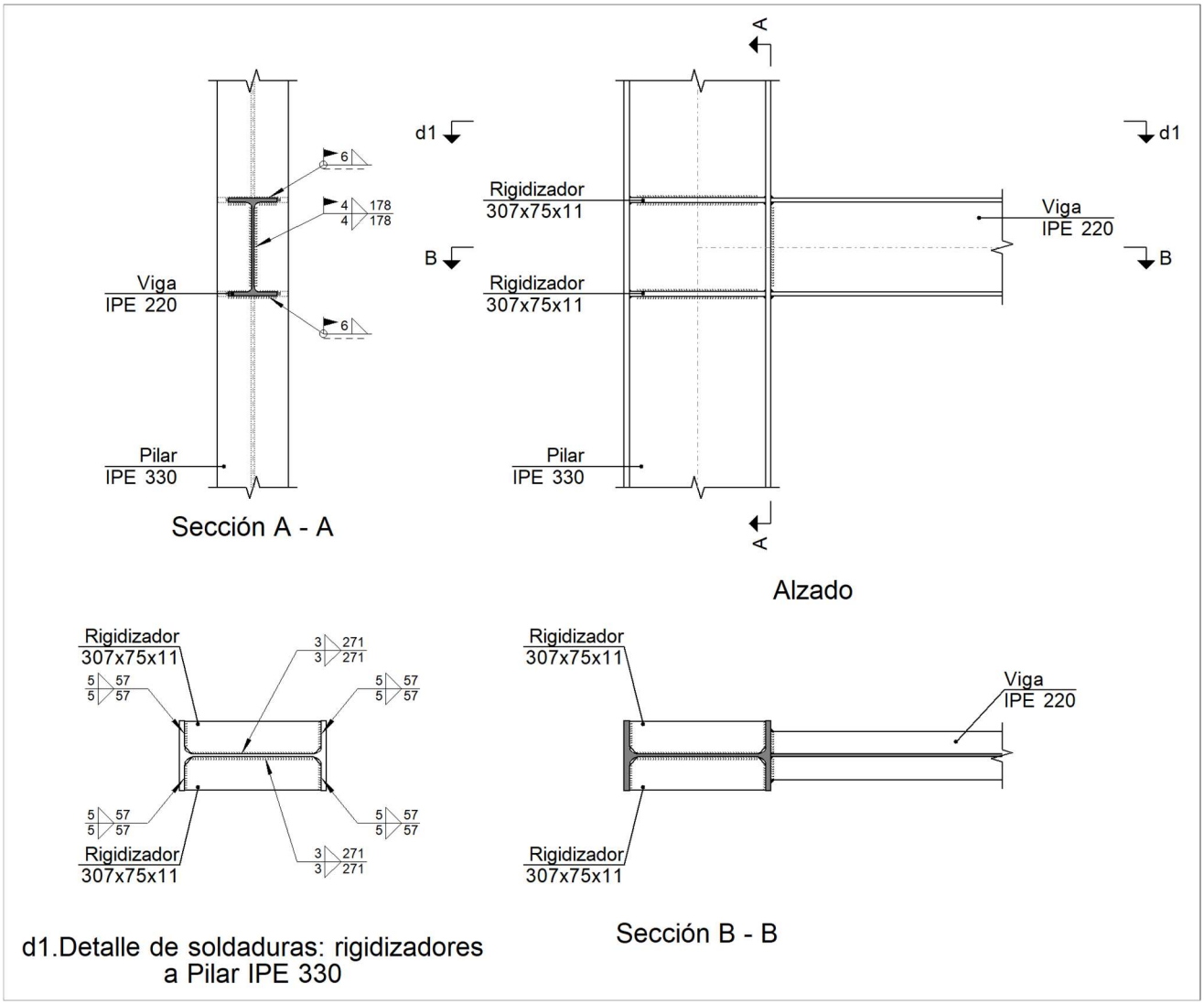
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	250

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	69x125x8	0.55
	Total			0.55

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	3	ISO 4017-M12x35
Tuercas	Clase 8	3	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	6	ISO 7089-12

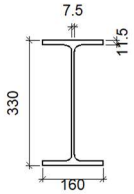
7.1.3.5 UNIÓN U5

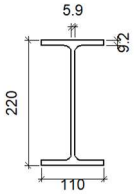
a) Detalle

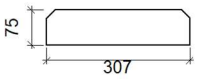


d1.Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 330

b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		307	75	11	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	63.26
	Cortante	kN	322.13	336.82	95.64
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	229.94	261.90	87.79
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	229.94	261.90	87.79
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	229.94	261.90	87.79
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	229.94	261.90	87.79
Ala	Cortante	N/mm²	186.87	261.90	71.35

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	57	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	271	7.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	57	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	271	7.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	57	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	271	7.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	57	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	271	7.5	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	178.8	178.8	0.0	357.7	92.70	178.9	54.53	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	69.6	120.6	31.25	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	178.8	178.8	0.0	357.7	92.70	178.9	54.53	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	69.6	120.6	31.25	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	178.8	178.8	0.0	357.7	92.70	178.9	54.53	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	69.6	120.6	31.25	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	178.8	178.8	0.0	357.7	92.70	178.9	54.53	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	69.6	120.6	31.25	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 220

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	110	9.2	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	178	5.9	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	110	9.2	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	181.0	181.0	0.0	362.1	93.83	181.0	55.19	410.0	0.85
Soldadura del alma	142.8	142.8	93.7	328.5	85.14	142.8	43.54	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	181.0	181.0	0.1	362.1	93.83	181.0	55.19	410.0	0.85

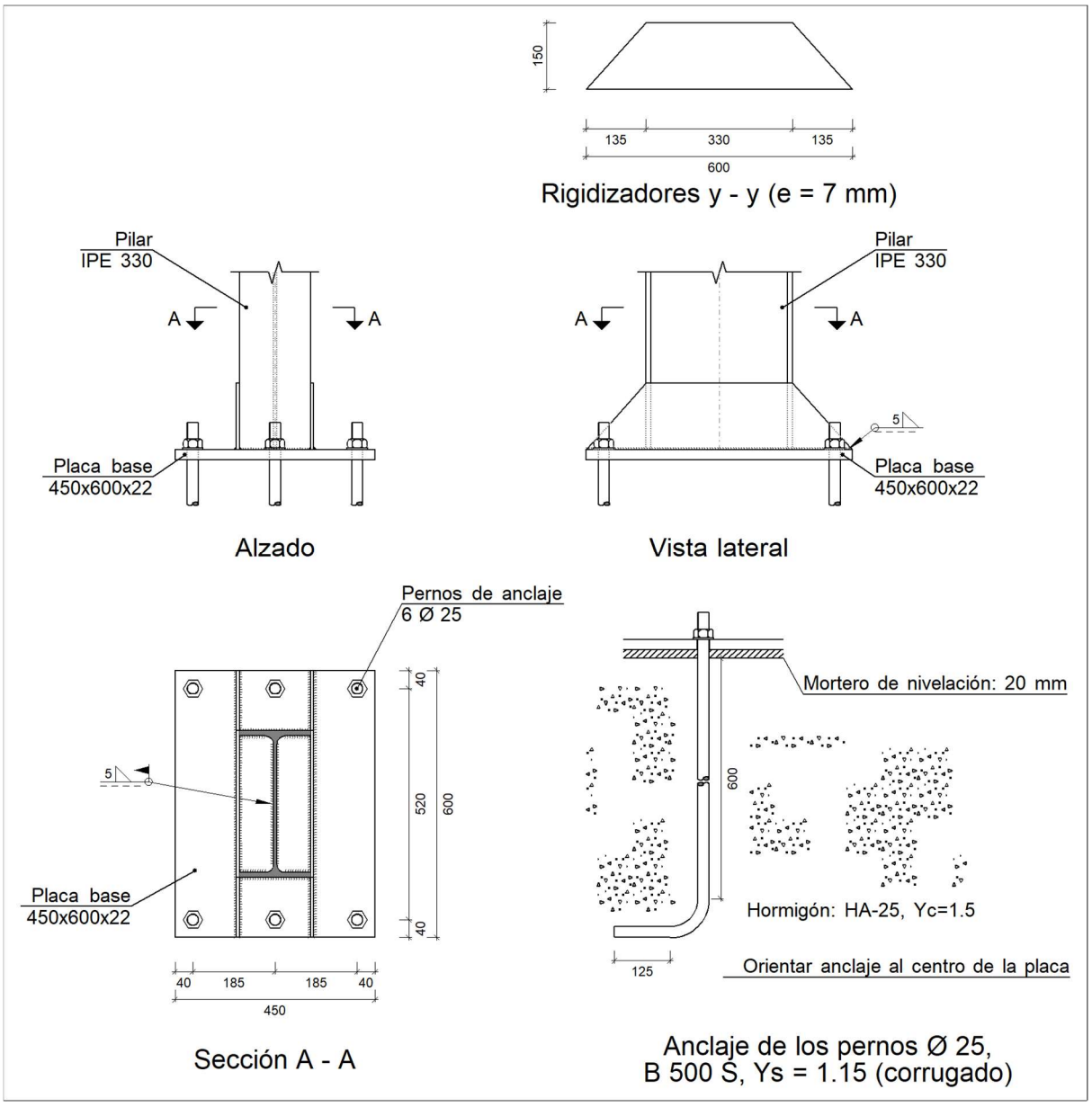
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	3	2168
			5	912
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	355
			6	417

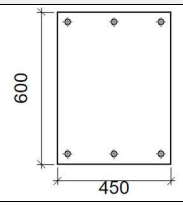
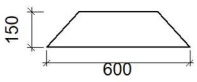
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	307x75x11	7.95
	Total			7.95

7.1.3.6 UNIÓN U6

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		450	600	22	6	25	S275	275.0	410.0
Rigidizador		600	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 330

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	5	1095	7.5	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 75 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: *1.5 diámetros*	Mínimo: 37 mm Calculado: 80 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 49.9	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 28 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 166.68 kN Calculado: 104.09 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 116.68 kN Calculado: 11.12 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 166.68 kN Calculado: 119.97 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 95.95 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 198.148 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 288.1 kN Calculado: 10.53 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 109.047 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 109.418 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 238.176 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 216.834 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 706.297	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 906.37	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3539.44	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4140.02	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 180.117 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.168 - Punto de tensión local máxima: (0, 0.2325)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -84): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	600	7.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 84): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	600	7.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -84): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 84): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

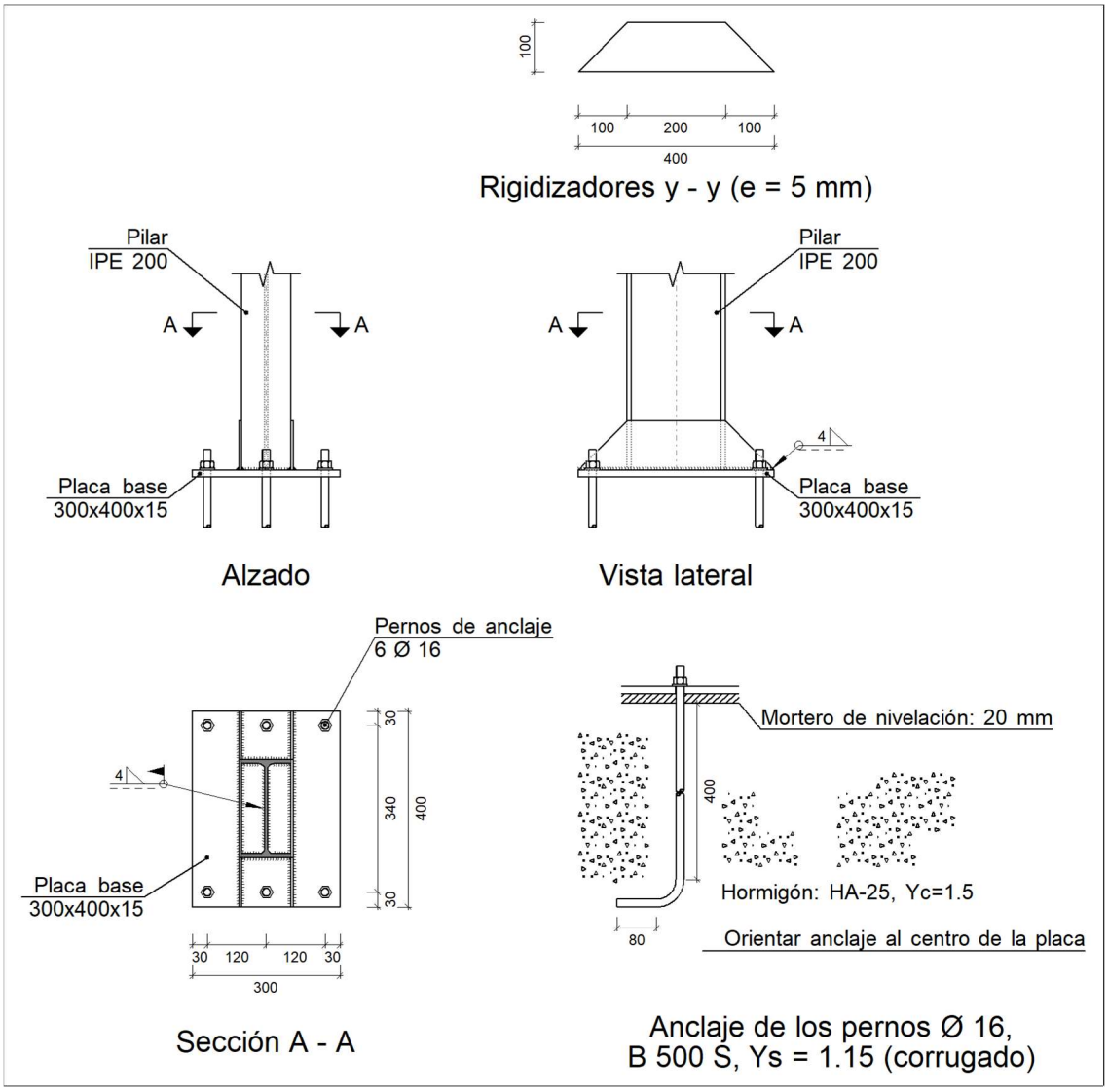
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	2354
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	1095

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	6	T25
Arandelas	6	A25

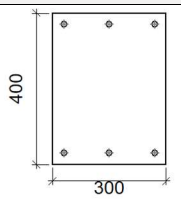
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	450x600x22	46.63
	Rigidizadores pasantes	2	600/330x150/0x7	7.67
			Total	54.29
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 25 - L = 667 + 243	21.03
			Total	21.03

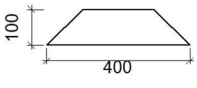
7.1.3.7 UNIÓN U7

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		300	400	15	6	16	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		400	100	5	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 200

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	4	659	5.6	90.00
a: Espesor garganta *l: Longitud efectiva* *t: Espesor de piezas*					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 121 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: *1.5 diámetros*	Mínimo: 24 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 49	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 17 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 71.12 kN Calculado: 43.49 kN	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante:	Máximo: 49.78 kN Calculado: 4.21 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 71.12 kN Calculado: 49.51 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 63.92 kN Calculado: 41.07 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 207.605 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 125.71 kN Calculado: 3.95 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 76.8346 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 81.6284 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 232.613 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 233.494 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 3212.64	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 4283	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3257.52	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3245.94	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 159.917 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.147		
- Punto de tensión local máxima: (6.93889e-018, -0.15)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -53): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	400	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 53): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	400	5.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -53): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 53): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

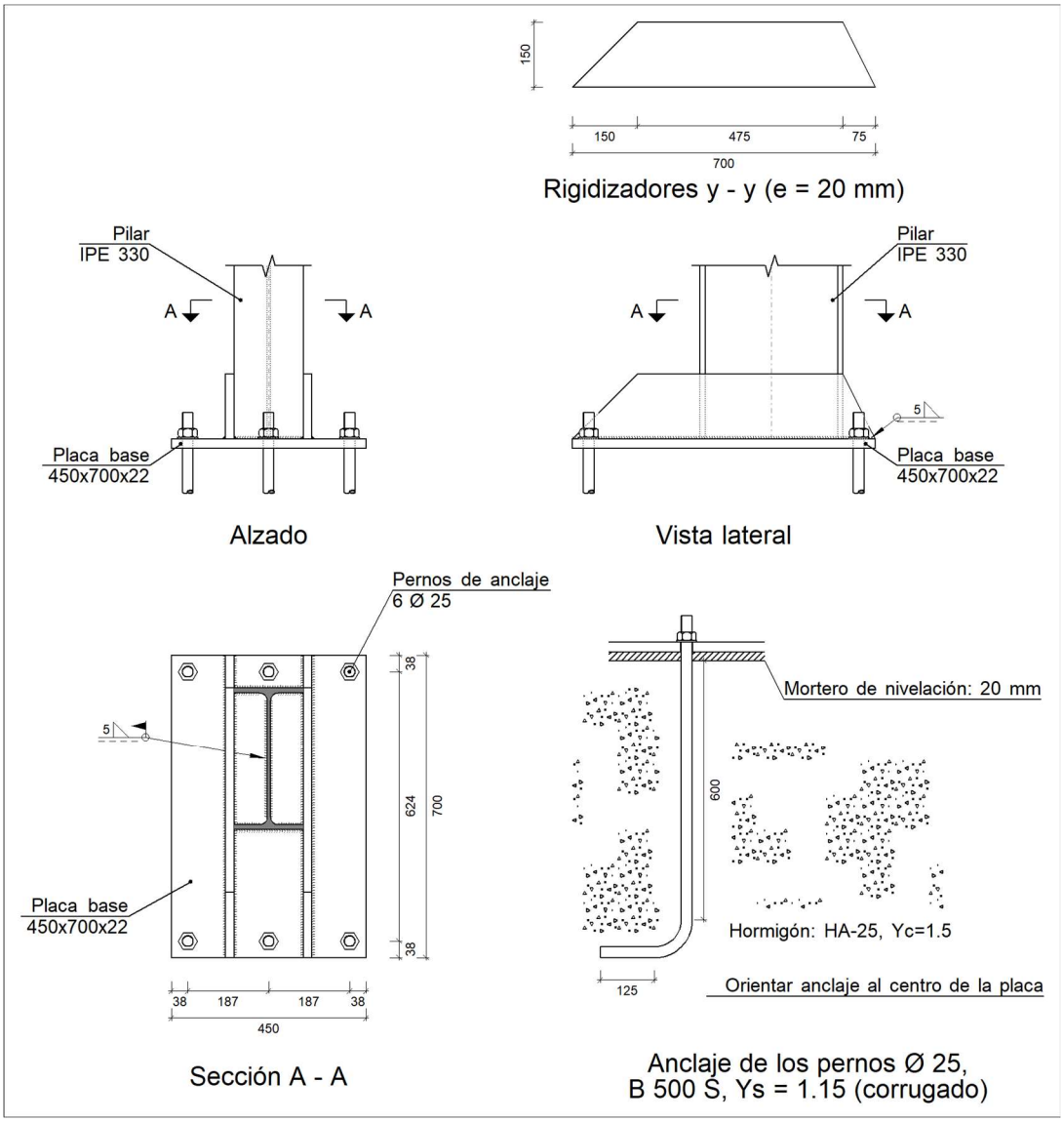
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1566
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	659

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	6	ISO 7089-16

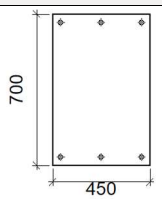
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	300x400x15	14.13
	Rigidizadores pasantes	2	400/200x100/0x5	2.36
			Total	16.49
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 16 - L = 451 + 155	5.74
			Total	5.74

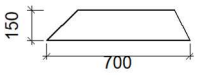
7.1.3.8 UNIÓN U8

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		450	700	22	6	25	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		700	150	20	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 330

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	5	1095	7.5	90.00
a: Espesor garganta *l: Longitud efectiva* *t: Espesor de piezas*					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 75 mm Calculado: 187 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: *1.5 diámetros*	Mínimo: 37 mm Calculado: 38 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 37 mm Calculado: 38 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 28.7	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 28 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 166.68 kN Calculado: 79.43 kN	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante:	Máximo: 116.68 kN Calculado: 11.02 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 166.68 kN Calculado: 95.17 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 73.34 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 152.932 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 288.1 kN Calculado: 10.43 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 75.0351 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 82.5309 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 37.7125 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 216.62 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1417.61	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1981.94	Cumple
- Arriba:	Calculado: 55253	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1524.66	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 139.945 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.118		
- Punto de tensión local máxima: (0, 0.35)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -90): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	700	20.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 90): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	700	20.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -90): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 90): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	2754
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	1095

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	6	T25
Arandelas	6	A25

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	450x700x22	54.40
	Rigidizadores pasantes	2	700/475x150/0x20	27.67
			Total	82.07
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 25 - L = 667 + 243	21.03
			Total	21.03

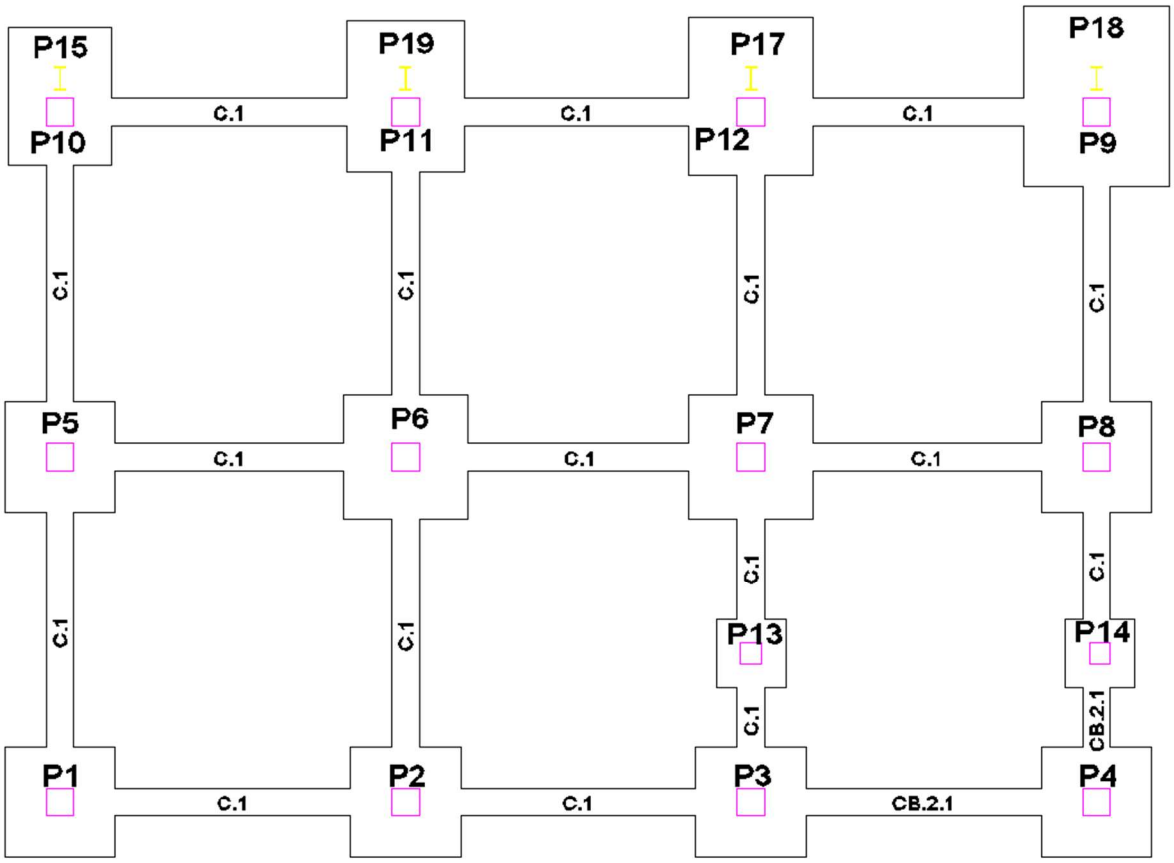
7.2 CIMENTACIÓN

7.2.1 INTRODUCCIÓN

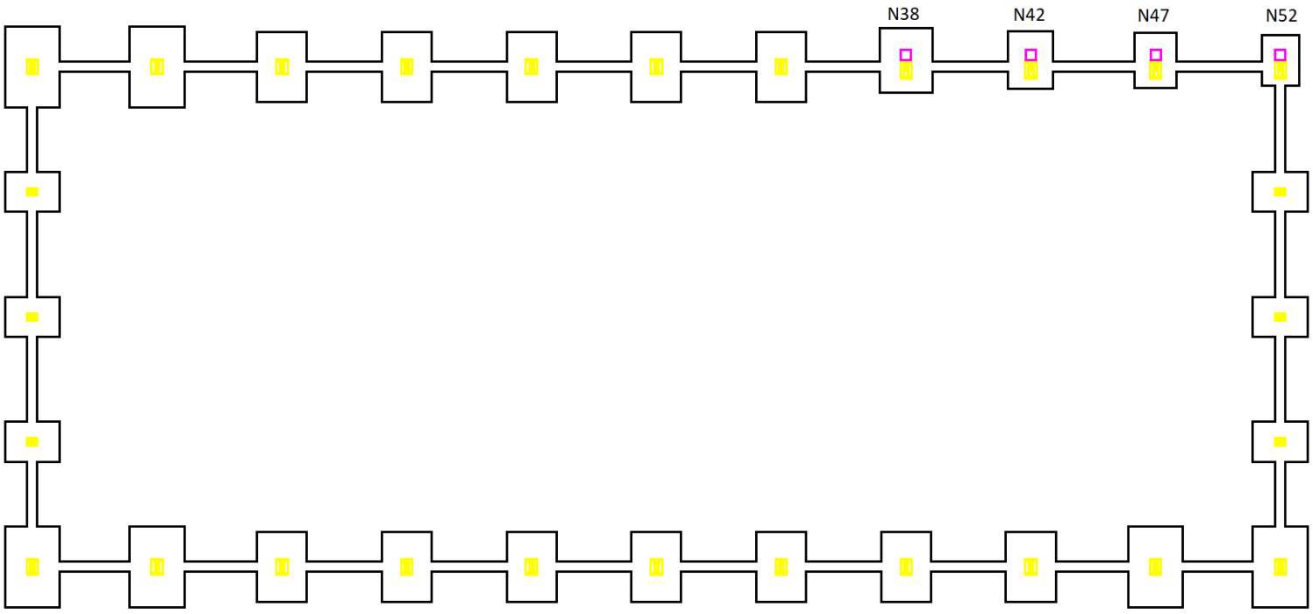
En este apartado, se van a mostrar el listado que realiza el programa de cálculo CYPE 3D y CYPECAD de los diferentes elementos de cimentación que existen en la nave industrial y las oficinas.

7.2.2 UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

A continuación se van a mostrar la ubicación de los distintos elementos y como está formada la cimentación tanto de las oficinas como de la nave industrial.



En el caso de las oficinas la cimentación está formada por zapatas centradas en todos los pilares y en los pilares P10, P11, P12 y P9 estas zapatas son combinadas ya que sobre ellas se sitúan los pilares de la oficina y la nave industrial.



Respecto a la cimentación de la nave industrial, esta se compone de zapatas centradas y comparte las zapatas de los nudos N38, N42, N47 y N52 con la cimentación de la oficina como hemos podido ver anteriormente.

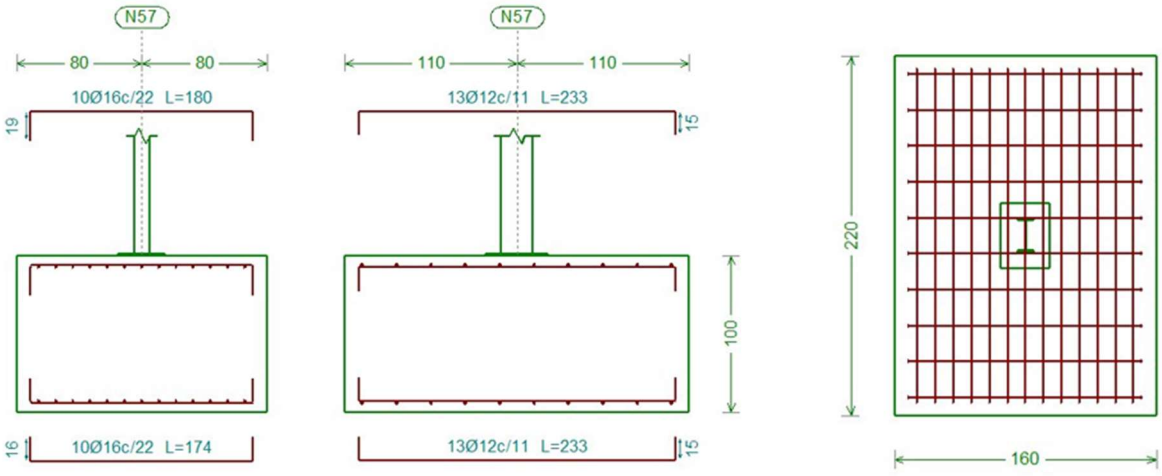
Las dimensiones y la geometría de las dos edificaciones se puede observar en los Planos.

7.2.3 CIMENACIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL

7.2.3.1 ZAPATAS

Podemos distinguir 4 tipos de zapatas: Las zapatas de los pilares hastiales (Z1), de los pilares principales de los dos primeros y los dos últimos pórticos (Z2), de los pilares principales de los pórticos intermedios (Z3) y de los pilares que comparten cimentación con los pilares de la oficina.

7.2.3.1.1 ZAPATA Z1

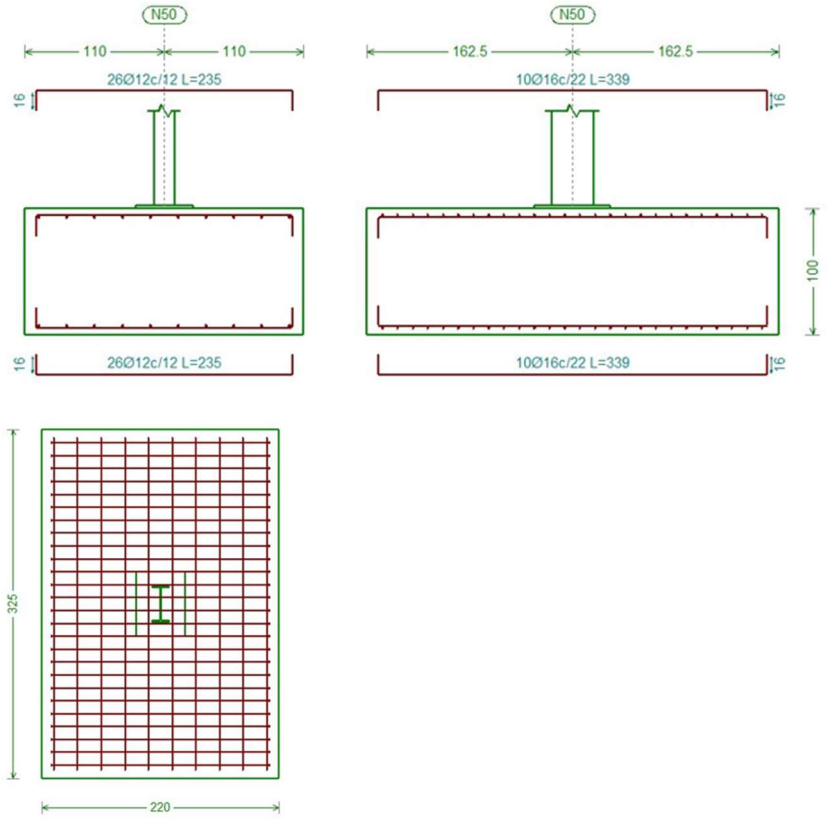


Referencia: N57 Dimensiones: 160 x 220 x 100 Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø12c/11 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0311958 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0340407 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0613125 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 8523.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 37.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 4.53 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 36.94 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.26 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE*	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 24.2 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N57:	Mínimo: 40 cm Calculado: 93 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00091	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00091	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00092	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00092	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple

Referencia: N57 Dimensiones: 160 x 220 x 100 Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø12c/11 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 11 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 11 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: N57 Dimensiones: 160 x 220 x 100 Armados: Xi:Ø16c/22 Yi:Ø12c/11 Xs:Ø16c/22 Ys:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08) - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.08 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 661.49 kN		

7.2.3.1.2 ZAPATA Z2



Referencia: N50 Dimensiones: 220 x 325 x 100 Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø12c/12 Ys:Ø16c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0357084 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0393381 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0600372 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 218.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 317.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 30.06 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 73.01 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		

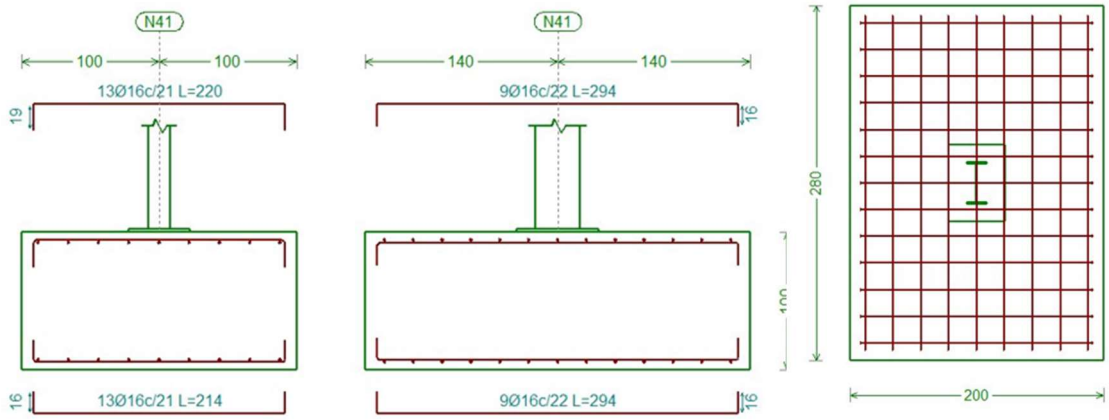
Referencia: N50 Dimensiones: 220 x 325 x 100 Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø12c/12 Ys:Ø16c/22		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Cortante: 0.98 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 38.46 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE*	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 64.5 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N50:	Mínimo: 60 cm Calculado: 93 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00091	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00091	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple

Referencia: N50 Dimensiones: 220 x 325 x 100 Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø12c/12 Ys:Ø16c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 66 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 66 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 66 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 66 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Calculado: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.11
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 1343.68 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 909.58 kN

7.2.3.1.3 ZAPATA Z3



Referencia: N41 Dimensiones: 200 x 280 x 100 Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0678852 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0981 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.135869 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X:		No procede(1)
- En dirección Y: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.* *(1) Sin momento de vuelco*	Reserva seguridad: 11.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 33.82 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 122.18 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 78.48 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE*	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 110.4 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple

Referencia: N41 Dimensiones: 200 x 280 x 100 Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N41:	Mínimo: 60 cm Calculado: 92 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00093	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00093	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 43 cm	Cumple

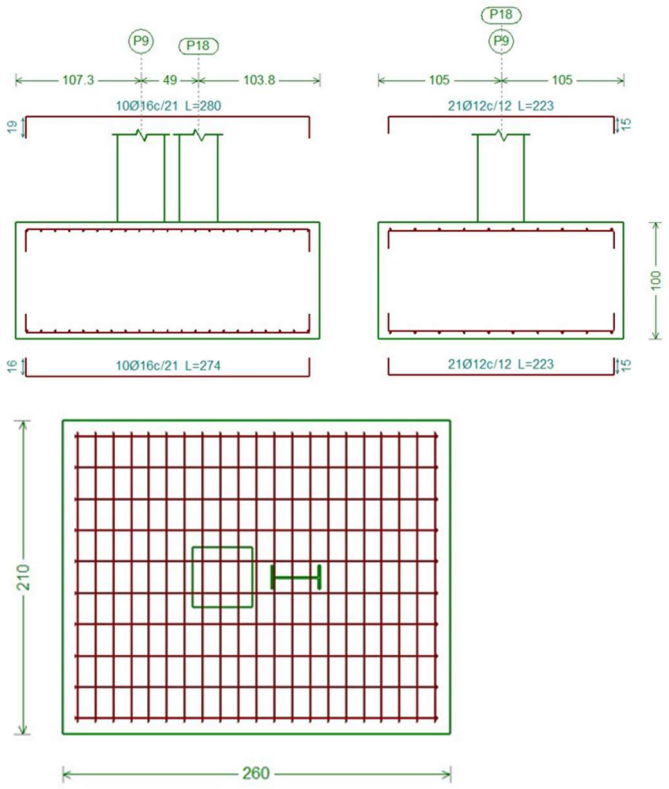
Referencia: N41 Dimensiones: 200 x 280 x 100 Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/22		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.21
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 826.20 kN

7.2.3.1.4 ZAPATA Z4

En este caso como las 4 zapatas que comparten el pilar de la nave industrial y el de la oficina son diferentes tanto geométricamente como su armado, se va a comprobar la zapata más desfavorable, en este caso la del nudo N38.



Referencia: P9-P18 Dimensiones: 260 x 210 x 100 Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.075537 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.122919 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.161178 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 203.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 15.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		

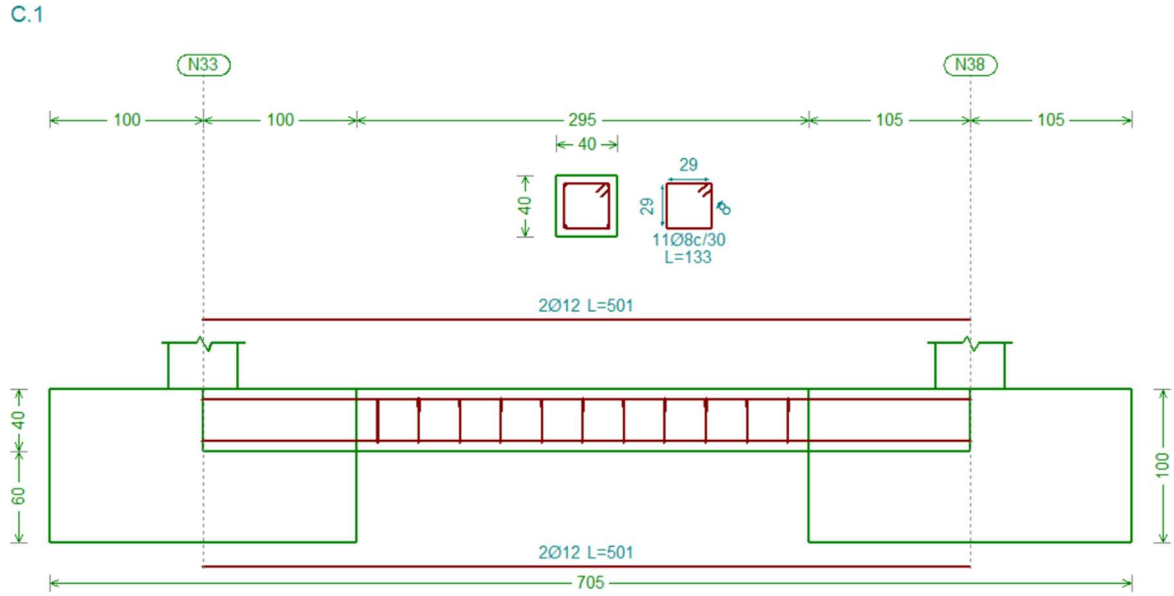
Referencia: P9-P18 Dimensiones: 260 x 210 x 100 Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Momento: 83.11 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 127.64 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE*	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 193.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Calculado: 93 cm	
- P9:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- P18:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00091	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00091	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	

Referencia: P9-P18 Dimensiones: 260 x 210 x 100 Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 53 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Zapata de tipo rígido (Criterio de CYPE) - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.13		

Referencia: P9-P18 Dimensiones: 260 x 210 x 100 Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.16 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 kN		

7.2.3.2 VIGA DE ATADO

La viga de atado servirá como apoyo del muro de 2 metros de rodea la nave industrial, por lo tanto su geometría y armado será la siguiente:



Referencia: C.1 [N33-N38] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08* - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: C.1 [N33-N38] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

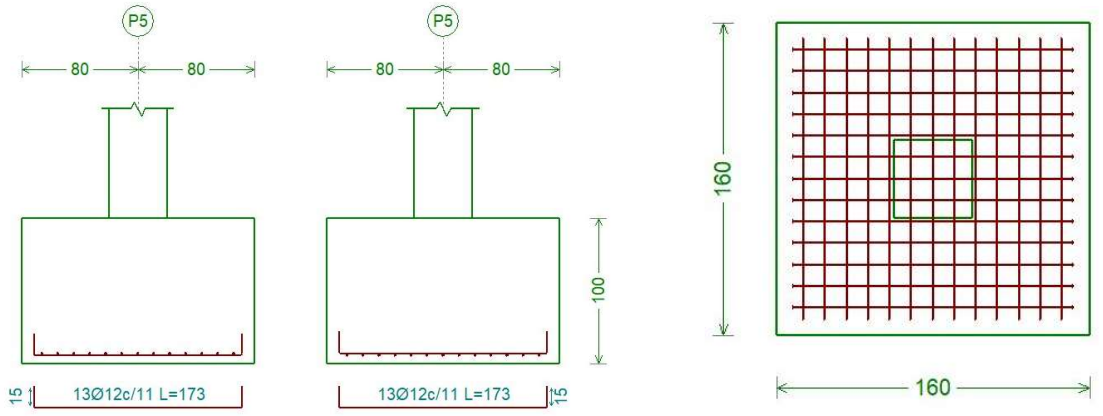
7.2.4 CIMENTACIÓN DE LA OFICINA

7.2.4.1 ZAPATAS

Podemos diferenciar 4 zapatas: las zapatas que comparten los pilares de la oficina y de la nave industrial, que hemos descrito anteriormente, las de los pilares exteriores (Z5), las de los pilares intermedios (Z6) y la de los pilares P13 y P14 que sirven como apoyo de la escalera (Z7).

7.2.4.1.1 ZAPATA Z5

Esta zapata corresponde a los pilares exteriores que son: P1, P2, P3, P4, P5 y P8. Su geometría y armado es la siguiente:



Referencia: P5 Dimensiones: 160 x 160 x 100 Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		

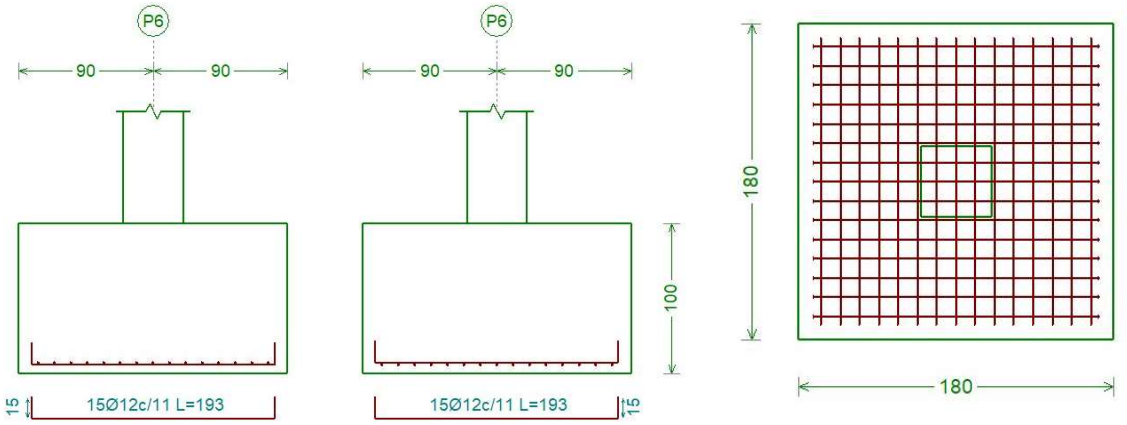
Referencia: P5 Dimensiones: 160 x 160 x 100 Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.139204 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.182172 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.221608 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 425.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 468.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 83.27 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 74.00 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE*	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 344.2 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P5:	Mínimo: 20 cm Calculado: 93 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00092	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00092	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0003	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 11 cm	Cumple

Referencia: P5 Dimensiones: 160 x 160 x 100 Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 11 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:
- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.18
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.16
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 kN

7.2.4.1.2 ZAPATA Z6

Esta zapata corresponde a los dos pilares intermedios que son P6 y P7. Su geometría y armado es la siguiente:



Referencia: P6 Dimensiones: 180 x 180 x 100 Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.183153 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.185115 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.210032 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1928.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 995.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 130.81 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 135.56 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE*	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 600.1 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple

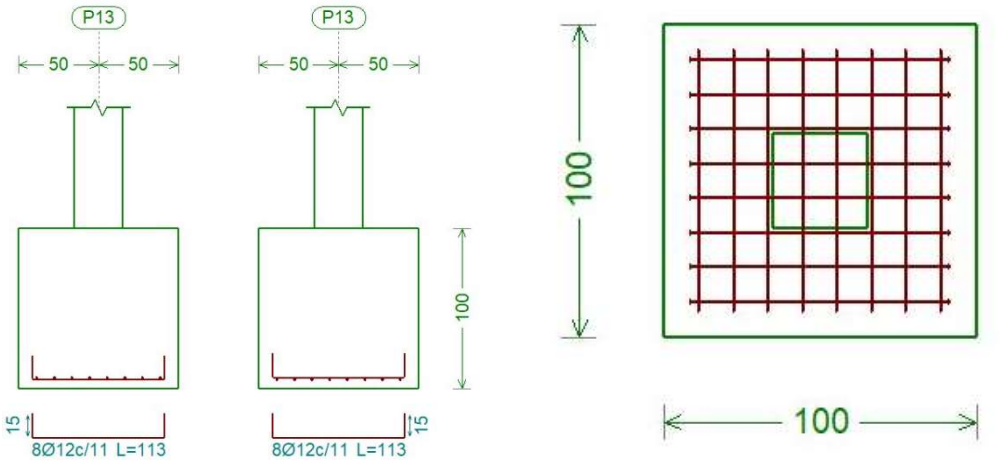
Referencia: P6 Dimensiones: 180 x 180 x 100 Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P6:	Mínimo: 20 cm Calculado: 93 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00094	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00094	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0004	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 11 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 11 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:
- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.24
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.25
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN

Referencia: P6 Dimensiones: 180 x 180 x 100 Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 kN		

7.2.4.1.3 ZAPATA Z7

Corresponde a los pilares P13 y P14 y su geometría y armado es la siguiente:



Referencia: P13 Dimensiones: 100 x 100 x 100 Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.105752 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.150682 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.196985 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 258.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 258.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 15.59 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 13.70 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple

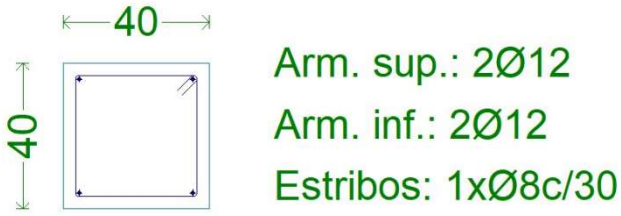
Referencia: P13 Dimensiones: 100 x 100 x 100 Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE*	 Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 129.3 kN/m²	 Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	 Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P13:	Mínimo: 20 cm Calculado: 93 cm	 Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	 Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	 Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	 Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	 Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	 Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	 Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	 Máximo: 30 cm Calculado: 11 cm Calculado: 11 cm	 Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	 Mínimo: 10 cm Calculado: 11 cm Calculado: 11 cm	 Cumple Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991* - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	 Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	 Cumple Cumple Cumple

Referencia: P13 Dimensiones: 100 x 100 x 100 Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08) - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 kN		

7.2.4.2 VIGAS DE ATADO

Como se puede ver en la imagen de la cimentación de oficinas tenemos dos tipos de vigas de atado:

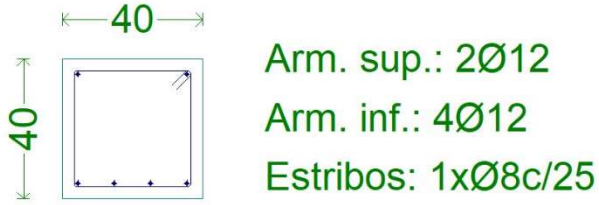
7.2.4.2.1 VIGA DE ATADO C.1



Referencia: C.1 [P6 - P7] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: C.1 [P6 - P7] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura inferior:	Calculado: 30 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

7.2.4.2.2 VIGA DE ATADO CB.2.1



Referencia: CB.2.1 [P3 - P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 9.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 26.7 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 9.2 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 3.14 cm²/m Calculado: 4.02 cm²/m	Cumple

Referencia: CB.2.1 [P3 - P4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0028	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura inferior (Situaciones persistentes): *Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 0.24 cm² Calculado: 4.52 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 2.34 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 0.56 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina destinada a la fabricación de cazos de palas de maquinaria agrícola.

ANEXO II – PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Autor
IAGO BUETAS MATA

Director/es
VICTOR TABUENCA CINTORA

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad de Zaragoza
2022

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 3

2 CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES EN RELACIÓN CON LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS 3

2.1 CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO POR SU CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN CON RELACIÓN A SU ENTORNO 3

2.2 CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO POR SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO 4

3 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL 7

3.1 DEFINICIONES 7

3.2 CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD Y ENTORNO 7

3.3 SECTORIZACIÓN 8

3.4 MATERIALES 8

3.5 ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS PORTANTES 8

3.6 RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE CERRAMIENTO 10

3.7 EVACUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL 10

3.8 VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES DE COMBUSTIÓN EN EL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL 11

3.9 ALMACENAMIENTOS 11

3.10 INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIOS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL 11

4 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL 12

4.1 SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN 12

4.2 SISTEMAS MANUALES DE ALARMA DE INCENDIOS 12

4.3 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DE ALARMA 12

4.4 SISTEMA DE HIDRANTES EXTERIORES 12

4.5 EXTINTORES DE INCENDIO 13

4.6 SISTEMAS DE BOCAS DE INCENDIOS EQUIPADAS 14

4.7 SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA 14

4.8 SISTEMA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA 15

4.9 SEÑALIZACIÓN 15

1 INTRODUCCIÓN

En este anexo se estudiarán las medidas necesarias contra incendios acorde con las características de la nave y de las oficinas según las actividades que se desempeñan en estos dos sitios, siguiendo el Real Decreto 2267/2004.

Este reglamento tiene por objeto de conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial.

2 CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES EN RELACIÓN CON LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

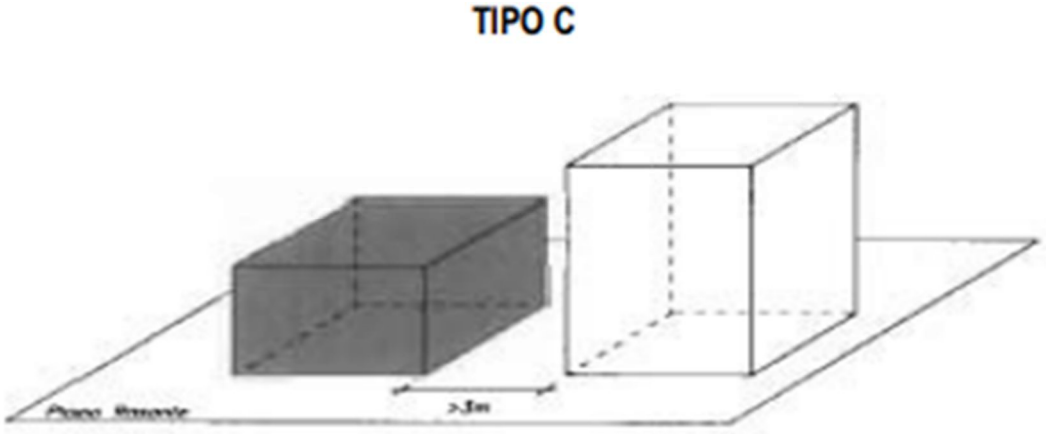
En este apartado se recogerá la caracterización de nuestro establecimiento industrial en relación con la seguridad contra incendios. Finalmente se obtendrá la carga de fuego de la nave y de las oficinas.

Este subapartado corresponde al Anexo I del RD 2267/2004.

2.1 CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO POR SU CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN CON RELACIÓN A SU ENTORNO

Según el subapartado 2 del Anexo I, la nave será de tipo C, ya que cumple con la definición siguiente “TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.”

Al ser un edificio con más de 3 metros de separación con otros edificios se descartan los tipos A y B, y los tipos D y E tampoco corresponden al referirse a espacios abiertos, que no es el caso de esta instalación.



2.2 CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO POR SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Este apartado corresponde al punto 3 del Anexo I del RD 2267/2004, donde se procede calcular el nivel de riesgo intrínseco a partir de las cargas al fuego de las distintas zonas.

Los valores de densidad de carga de fuego de cada zona se consiguen en la tabla 1.2, así obtenemos los siguientes valores:

Zona	Qsi [MCal/m^2]	Ra	Ci	Si [m^2]	h [m]
Vestuarios	192	1,5	1	52,5	-
Producción	10	1	1,6	383	-
Soldadura	19	1	1,6	88,4	-
Pintura	120	1,5	1,6	50	-
Oficina	144	1	1,3	300	-
Almacén	5	1	1	245	3

Para calcular la carga al fuego de cada zona se utilizan las siguientes fórmulas:

1. Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si}\, S_i\, C_i}{A} R_a\ (MJ/m^2)\ o\ (Mcal/m^2)$$

donde:

Qs: densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o MCal/m².

Ci: Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

qsi: densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m² o MCal/m².

Ra: coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

Si: superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, qsi diferente, en m².

2. Para actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi}\, C_i\, h_i\, s_i}{A} R_a\ (MJ/m^2)\ o\ (Mcal/m^2)$$

donde:

QS, Ci, Ra y A tienen la misma significación que en el apartado anterior.

qvi: Carga de fuego, aportada por cada m3 de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m3 o Mcal/m3.

hi: Altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

si: Superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m2.

Tendremos unos Qs para cada zona:

Zona	Qs [MCal/m^2]
Vestuarios	288
Producción	16
Soldadura	30,4
Pintura	288
Oficina	187,2
Almacenamiento	15

Una vez calculadas las densidades de carga al fuego, se calcula la Qe de toda la superficie, es decir, la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida.

Para calcular Qe se aplicará la siguiente fórmula:

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si}\, A_i}{\sum_1^i A_i}\ (MJ/m^2)\ o\ (Mcal/m^2)$$

donde:

Qe: Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².

Qsi: densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².

Ai: superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en m².

Por lo tanto obtenemos que $Qe = 87{,}74\ Mcal/m^2$.

Una vez calculada la carga al fuego, con la tabla 1.3 del Anexo I se indica qué nivel de riesgo intrínseco:

TABLA 1.3

Nivel de riesgo intrínseco		*Densidad de carga de fuego ponderada y corregida*	
		Mcal/m²	*MJ/m²*
BAJO	1	$Q_S \leq 100$	$Q_S \leq 425$
	2	$100 < Q_S \leq 200$	$425 < Q_S \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_S \leq 300$	$850 < Q_S \leq 1275$
	4	$300 < Q_S \leq 400$	$1275 < Q_S \leq 1700$
	5	$400 < Q_S \leq 800$	$1700 < Q_S \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_S \leq 1600$	$3400 < Q_S \leq 6800$
	7	$1600 < Q_S \leq 3200$	$6800 < Q_S \leq 13600$
	8	$3200 < Q_S$	$13600 < Q_S$

Como se puede ver en la tabla, el nivel de riesgo intrínseco es Bajo - 1 al tener un nivel intrínseco: $87{,}74 = Qe < 100$.

3 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

En este apartado se recogen los requisitos constructivos de acuerdo al Anexo II del RD 2267/2004.

3.1 DEFINICIONES

En este apartado se definen una serie de términos que pueden estar sujetos a diferentes interpretaciones.

A continuación, se indican los distintos factores que debe tener una fachada para considerarse accesible.

Tanto el planeamiento urbanístico como las condiciones de diseño y construcción de los edificios, en particular el entorno inmediato, sus accesos, sus huecos en fachada, etc., deben posibilitar y facilitar la intervención de los servicios de extinción de incendios.

Las condiciones son las siguientes:

1. La altura del alféizar respecto del nivel de la planta es menor de 1,20 metros.
2. Dimensiones horizontal y vertical al menos 0,8 metros y 1,2 metros respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada.
3. No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 metros.

Todas estas condiciones se cumplen, el apartado A.1 no se aplica ya que la altura de evacuación es menor de 9 metros.

El apartado A.2 lo cumple (ver plano de emplazamiento).

Con todo esto, se puede considerar la fachada accesible.

La cubierta se considera ligera ya que tiene un peso propio de 80,6 kg/m2, menor de 100 kg/m2

3.2 CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD Y ENTORNO

En el apartado 1, ubicaciones no permitidas, al ser una edificación de tipo C y sin ninguna planta bajo rasante, no afecta por tanto a la tipología de la edificación este apartado.

3.3 SECTORIZACIÓN

En este apartado, el correspondiente al punto 2, sectorización de los establecimientos industriales, se va a comprobar si las zonas sectorizadas exceden o no la máxima superficie construida admisible para cada sector de incendio, de acuerdo con la tabla 2.1:

TABLA 2.1
MÁXIMA SUPERFICIE CONSTRUIDA ADMISIBLE DE CADA SECTOR DE INCENDIO

Riesgo intrínseco del sector de incendio	*Configuración del establecimiento*		
	TIPO A (m^2)	TIPO B (m^2)	TIPO C (m^2)
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
3	500	3500	5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
ALTO	NO	(3)	(3)(4)
6	ADMITIDO	2000	3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Al tener riesgo intrínseco Bajo – 1 y tipo C, no hay límite de sectorización

3.4 MATERIALES

En este apartado, según el punto 3 del anexo II, se verificará que los materiales que componen la nave y la oficina cumplen los requisitos necesarios.

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1 para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el marcado “CE”.

3.5 ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS PORTANTES

En este apartado, correspondiente al punto 4 del Anexo II, se justificará la resistencia al fuego de los elementos portantes de la estructura. Se entenderá por estructura portante de un edificio la constituida por los siguientes elementos: forjados, vigas, soportes y estructura principal y secundaria de cubierta.

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado conforme a la norma correspondiente de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión.

La estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante y escaleras que sean recorrido de evacuación no tendrá un valor inferior al indicado en la tabla 2.2.

TABLA 2.2
ESTABILIDAD AL FUEGO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES PORTANTES

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 *(EF – 120)*	R 90 *(EF – 90)*	R 90 *(EF – 90)*	R 60 *(EF – 60)*	R 60 *(EF – 60)*	R 30 *(EF – 30)*
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 *(EF – 120)*	R 120 *(EF -120)*	R 90 *(EF – 90)*	R 90 *(EF – 90)*	R 60 *(EF – 60)*
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 *(EF -180)*	R 120 *(EF -120)*	R 120 *(EF -120)*	R 90 *(EF – 90)*

Según la tabla 2.2 los elementos estructurales tendrán que tener una estabilidad al fuego de R30 (EF-30).

Según el punto 4.2, “Para la estructura principal de cubiertas ligeras y sus soportes en plantas sobre rasante, no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes, siempre que se justifique que su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometan la estabilidad de otras plantas inferiores o la sectorización de incendios implantada y, si su riesgo intrínseco es medio o alto, disponga de un sistema de extracción de humos”. En el caso de la nave del proyecto cumple todos estos requisitos, con lo cual, según la tabla 2.3:

TABLA 2.3

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R 15 (*EF-15*)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (*EF-30*)	R 15 (*EF-15*)
Riego alto	R 60 (*EF-60*)	R 30 (*EF-30*)

Para la estructura principal de cubiertas y sus soportes no se exige estabilidad frente al fuego

3.6 RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE CERRAMIENTO

El cerramiento de nuestra nave industrial, consistirá en un muro con una altura de 2 metros y el resto del cerramiento será de chapa metálica, estos dos tipos de cerramientos tienen que cumplir con el apartado 5.1 “La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la tabla 2.2” por lo tanto tendrán una resistencia al fuego R-30.

Lo mismo sucederá con el cerramiento de la oficina.

3.7 EVACUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

En este apartado se justificará la ocupación y la distancia de los recorridos de evacuación que tiene que haber tanto en la nave industrial como en la oficina.

Primero se determinará la ocupación P, para lo cual se aplicará la siguiente fórmula, ya que el número de personas es inferior a 100.

$$P = p * 1{,}10$$

Donde p es el número de personas, que en este caso son 34.

$$P = 34 * 1{,}10 = 38$$

Por lo tanto los recorridos máximos de evacuación se obtienen de la tabla del apartado 6.3 subapartado 2:

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas

Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35m(**)	50 m
Medio	25 m(***)	50 m
Alto	---------	25 m

Al tener riesgo Bajo, la longitud máxima de evacuación será de 35 metros para una salida de recorrido único y 50 metros para 2 salidas alternativas.

(**) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

Los recorridos de evacuación de la nave se pueden consultar en el plano de incendios de este proyecto.

3.8 VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES DE COMBUSTIÓN EN EL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

Este apartado, correspondiente al punto 7 del anexo II del RD, se indican los sectores que deben tener sistema de evacuación de humos.

Debido a que tenemos riesgo intrínseco Bajo - 1 se dispondrán sistemas de ventilación natural.

3.9 ALMACENAMIENTOS

En este apartado se considerarán una serie de condiciones que deben de cumplir los almacenes.

El almacenamiento de los productos será en el propio suelo de la nave ya que el producto finalizado es demasiado pesado como para almacenarlo en estanterías metálicas.

La anchura libre mínima de un recorrido de evacuación será de 1 metro entre producto.

3.10 INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIOS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

Las instalaciones de los servicios eléctricos (incluyendo generación propia, distribución, toma, cesión y consumo de energía eléctrica), las instalaciones de energía térmica procedente de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos (incluyendo almacenamiento y distribución del combustible, aparatos o equipos de consumo y acondicionamiento térmico), las instalaciones frigoríficas, las instalaciones de empleo de energía mecánica (incluyendo generación, almacenamiento, distribución y aparatos o equipos de consumo de aire comprimido) y las instalaciones de movimiento de materiales, manutención y elevadores de los establecimientos industriales cumplirán los requisitos establecidos por los reglamentos vigentes que específicamente las afectan.

En los establecimientos industriales existentes, estas instalaciones pueden continuar según la normativa aplicable en el momento de su implantación, mientras queden amparadas por ella.

En el caso de que los cables eléctricos alimenten a equipos que deban permanecer en funcionamiento durante un incendio, deberán estar protegidos para mantener la corriente eléctrica durante el tiempo exigible a la estructura de la nave en que se encuentre.

4 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

En este apartado se definirán los elementos necesarios de la instalación de protección contra incendios, teniendo en cuenta que se trata de un establecimiento tipo C con un riesgo Bajo - 1. Este apartado corresponde al Anexo III del RD 2667/2004.

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

4.1 SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN

En este apartado se comprobará la necesidad o no de instalar sistemas automáticos de detección.

No se instalarán sistemas automáticos de detección.

4.2 SISTEMAS MANUALES DE ALARMA DE INCENDIOS

Se deben instalar sistemas manuales de alarma de incendios debido a que nuestra nave y oficinas tienen una superficie mayor a 1000 m^2 y además no se instalan sistemas automáticos de detección como se puede ver en el apartado anterior.

Se situará un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 metros.

4.3 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DE ALARMA

Al ser la superficie construida menor de 10000 metros cuadrados no es necesario instalar sistemas de comunicación de alarma.

4.4 SISTEMA DE HIDRANTES EXTERIORES

Se instalarán hidrantes exteriores si, así lo indica la tabla 3.1:

TABLA 3.1
HIDRANTES EXTERIORES EN FUNCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE LA ZONA, SU SUPERFICIE CONSTRUIDA Y SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Configuración de la zona de incendio	*Superficie del sector o área de incendio (m^2)*	*Riesgo Intrínseco*		
		Bajo	**Medio**	
A	≥300 ≥1000	NO SÍ*	SÍ SÍ	
B	≥1000 ≥2500 ≥3500	NO NO SÍ	NO SÍ SÍ	SÍ SÍ SÍ
C	≥2000 ≥3500	NO NO	NO SÍ	SÍ SÍ
D o E	≥5000 ≥15000	SÍ	SÍ SÍ	SÍ SÍ

Siendo la nave de tipo C y nivel de riesgo bajo no se instalarán hidrantes exteriores.

4.5 EXTINTORES DE INCENDIO

La clase de fuego principal que se puede dar en la nave es de clase A. Como el fuego es de clase A, mediante la tabla 3.1 se puede determinar la eficacia y el área máxima protegida del sector de incendio.

TABLA 3.1
DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN DE EXTINTORES PORTÁTILES EN SECTORES DE INCENDIO CON CARGA DE FUEGO APORTADA POR COMBUSTIBLES DE CLASE A

GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO	*EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR*	*ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO*
BAJO	21 A	Hasta 600 m^2 (un extintor más por cada 200 m^2, o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m^2 (un extintor más por cada 200 m^2, o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m^2 (un extintor más por cada 200 m^2, o fracción, en exceso)

Con grado de riesgo bajo, la eficacia mínima del extintor será 21A y el área máxima protegida del sector de incendio será de hasta 600 metros cuadrados.

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 metros.

4.6 SISTEMAS DE BOCAS DE INCENDIOS EQUIPADAS

En este apartado se estudiará tanto si es necesario llevar a cabo la instalación de BIES como de sus necesidades de agua.

En nuestro caso no es necesario la instalación de BIES debido a que nuestra nave es tipo C y nivel de riesgo bajo.

4.7 SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA

En este apartado se estudiará si es necesario llevar a cabo la instalación de sistemas de rociadores automáticos de agua.

En nuestro caso no es necesario la instalación debido a que nuestra nave es tipo C y nivel de riesgo bajo.

4.8 SISTEMA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales en cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.
- Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de un lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminación será, como mínimo, de cinco lx en los espacios definidos en el apartado 16.2 del Anexo III del RD 2667/2004.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

4.9 SEÑALIZACIÓN

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina destinada a la fabricación de cazos de palas de maquinaria agrícola.

ANEXO III – INFORME TÉCNICO SOBRE LA UBICACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON OFICINAS

Autor

IAGO BUETAS MATA

Director/es

VICTOR TABUENCA CINTORA

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad de Zaragoza

2022

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 3
2 ANTECEDENTES 3
3 DATOS DE LOS POLIGONOS 4
3.1 POLÍGONO LA ARMENTERA 4
3.2 POLÍGONO LA CUESTA II 6
3.3 POLÍGONO EL ESPARTAL I 8
4 CÁLCULOS 10
5 CONCLUSIONES 11

1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de este informe detallaremos las principales características de tres Polígonos Industriales, todos ellos ubicados en la Comunidad Autónoma de Aragón, con el objetivo de determinar mediante el Método de los Factores Ponderados cuál de las tres opciones sería la ubicación idónea.

Desarrollaremos también una serie de antecedentes, que serán las características a valorar en cada una de nuestras posibles ubicaciones.

Por último se adjuntará una imagen de la distribución en planta tanto de la nave industrial como de las oficinas, indicando las zonas/superficies que hay en cada edificación.

2 ANTECEDENTES

Con el objetivo de encontrar la opción más favorable para la ubicación de la empresa, se han valorado las características detalladas a continuación:

- **Red de transporte:** Tanto a nivel de la comercialización del producto como de suministros de materias primas y servicios, se considera fundamental que la localización sea en un lugar óptimo; se estudia principalmente la cercanía al ferrocarril y la distancia a las principales ciudades con las que pueda estar vinculada la empresa, tanto terrestre como marítimamente.

- **Precio del suelo:** Teniendo en cuenta la superficie necesaria para la instalación (1150 m2), se pretende reducir al máximo el coste del terreno para disminuir todo lo posible el desembolso inicial que supone adquirir el terreno.

Una vez analizadas estas características, consideradas las más importantes, se valorarán otras consideradas como secundarias, como pueden ser la iluminación, el suministro eléctrico, las telecomunicaciones, abastecimiento de agua o el coeficiente de edificabilidad, de menor calado, pero también relevantes en el estudio de la ubicación de nuestra instalación.

A partir de los datos que se describirán en el siguiente apartado, realizaremos un análisis con el Método de los Factores Ponderados, dando un valor ponderado de entre 0,05 y 0,15 a cada característica y puntuándolas según el polígono con una nota de entre 1 y 10.

3 DATOS DE LOS POLIGONOS

Los polígonos a estudiar son:

3.1 POLÍGONO LA ARMENTERA

Está ubicado en Monzón (Huesca). Las imágenes muestran una vista aérea del polígono, un cartel con la distribución de las parcelas del mismo y las empresas que allí se ubican y la ubicación del polígono.

Las siguientes tablas muestran información del polígono relativa a la distancia con ubicaciones clave como las capitales de provincia, aeropuertos, puertos o estaciones de ferrocarril, características del polígono, su infraestructura, acceso a agua, abastecimiento de energía, comunicaciones o vertidos:

DISTANCIAS	
Zaragoza	145 km
Huesca	70 km
Teruel	287 km
Ferrocarril	Sí
Aeropuerto deLerida-Alguaire	50 km
Puerto de Tarragona	140 km

CARACTERÍSTICAS DEL POLÍGONO	
Sup. Total	4.077.171 m²
Sup. Total Parcelas	3.232.651 m²
Sup. Ocupada	844.500 m²
Sup. Libre	2.388.151 m²
Sup. Mínima Parcelas	4.000 m²
Precio medio de venta	14 €/m²

INFRAESTRUCTURA DEL POLÍGONO	
Pavimentación	Sí
Iluminación	No
Red de Incendios	No

ABASTECIMIENTO DE AGUA	
Agua potable	Sí
Acometida alternativa	Sí
Depósito de agua	Sí

SUMINISTRO DE ENERGÍA	
Gas	Sí
Suministro eléctrico	Sí
Tipo de suministro	Alta/Media

COMUNICACIONES	
Red telefónica	Sí
Banda ancha	Sí

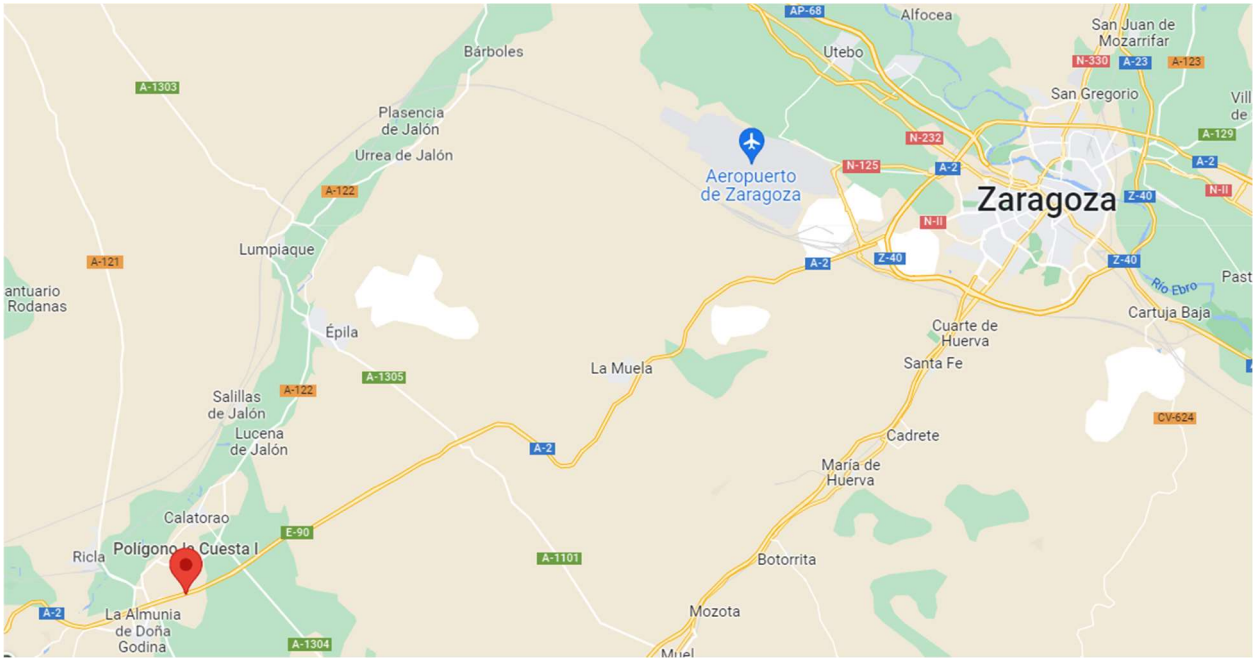
VERTIDOS	
Red saneamiento	Sí
Depuradora	Sí

OTROS	
Normativa urbanística	P.G.O.U.
Coeficiente de edificabilidad	0,6

De este polígono podemos destacar la cercanía al ferrocarril, su elevada potencia eléctrica y su bajo coste (14 €/m²). Como aspectos negativos, la ausencia de Red de Incendios supone un punto muy negativo para su elección, así como (en menor medida) la ausencia de iluminación.

3.2 POLÍGONO LA CUESTA II

Está situado en La Almunia de Doña Godina (Zaragoza), al lado de la A-2. El promotor de dicho polígono es el Ayuntamiento de La Almunia. A continuación se puede observar una imagen aérea del mismo, así como su ubicación.



Las siguientes tablas muestran información del polígono relativa a la distancia con ubicaciones clave como las capitales de provincia, aeropuertos, puertos o estaciones de ferrocarril, características del polígono, su infraestructura, acceso a agua, abastecimiento de energía, comunicaciones o vertidos:

DISTANCIAS	
Zaragoza	51 km
Huesca	126 km
Teruel	147 km
Ferrocarril	Sí (6 km Ricla)
Aeropuerto de Zaragoza	52 km
Puerto de Valencia	310 km

CARACTERÍSTICAS DEL POLÍGONO	
Sup. Total	434.261 m²
Sup. Total Parcelas	330.062 m²
Sup. Libre	45.000 m²
Sup. Mínima Parcelas	15.000 m²
Nº de parcelas	10
Precio medio de venta	49 €/m²

INFRAESTRUCTURA DEL POLÍGONO	
Pavimentación	Sí
Iluminación	Sí
Red de Incendios	Sí

ABASTECIMIENTO DE AGUA	
Agua potable	Sí
Acometida alternativa	Sí
Depósito de agua	Sí

SUMINISTRO DE ENERGÍA	
Gas	No
Suministro eléctrico	Sí
Tipo de suministro	Alta/Baja

COMUNICACIONES	
Red telefónica	Sí
Banda ancha	Sí

VERTIDOS	
Red saneamiento	Sí
Depuradora	Sí

OTROS	
Normativa urbanística	P.G.O.U.
Coeficiente de edificabilidad	0,4 - 0,6

Como puntos fuertes se pueden destacar la cercanía al ferrocarril (6 km, lo que conlleva una valoración positiva en la red de transportes), la existencia de red de incendios, el abastecimiento de agua y los vertidos, con una depuradora a aproximadamente 5 km. Otros factores como un suministro eléctrico tanto de alta como de baja tensión y unas buenas telecomunicaciones también son reseñables.

Por el contrario, el coeficiente de edificabilidad (que varía entre 0,4 y 0,6 m²/m²) y su precio, comparado con las demás opciones, son puntos débiles.

3.3 POLÍGONO EL ESPARTAL I

Está situado cerca de El Burgo de Ebro (Zaragoza), al lado de la N-232. A continuación se puede observar una imagen aérea del mismo, así como su ubicación.

Las siguientes tablas muestran información del polígono relativa a la distancia con ubicaciones clave como las capitales de provincia, aeropuertos, puertos o estaciones de ferrocarril, características del polígono, su infraestructura, acceso a agua, abastecimiento de energía, comunicaciones o vertidos:

DISTANCIAS	
Zaragoza	20km
Huesca	94 km
Teruel	164 km
Ferrocarril	Sí
Aeropuerto de Zaragoza	35 km
Puerto de Tarragona	253 km

CARACTERÍSTICAS DEL POLÍGONO	
Sup. Total	650.232 m²
Sup. Total Parcelas	425.881 m²
Sup. Libre	305.774 m²
Sup. Mínima Parcelas	1.240 m²
Nº de parcelas	92
Precio medio de venta	48 €/m²

INFRAESTRUCTURA DEL POLÍGONO	
Pavimentación	Sí
Iluminación	Sí
Red de Incendios	Sí

ABASTECIMIENTO DE AGUA	
Agua potable	Sí
Acometida alternativa	No
Depósito de agua	Sí

SUMINISTRO DE ENERGÍA	
Gas	Sí
Suministro eléctrico	Sí
Tipo de suministro	Alta/Baja

COMUNICACIONES	
Red telefónica	Sí
Banda ancha	Sí

VERTIDOS	
Red saneamiento	Sí
Depuradora	Sí

OTROS	
Normativa urbanística	Plan Parcial
Coeficiente de edificabilidad	0,85

Sus puntos fuertes son la cercanía con la ciudad de Zaragoza y su aeropuerto y ferrocarril, el alto coeficiente de edificabilidad y que el polígono cuenta con la mayoría de instalaciones.

Como puntos negativos es que no tiene Acometida alternativa.

4 CÁLCULOS

En este apartado calcularemos cuál será el polígono idóneo para ubicar nuestra empresa. Para ello, asignaremos una nota del 1 al 10 (siendo "1" lo más desfavorable y "10" lo más favorable) a cada característica según el polígono, y a su vez le daremos a cada característica una ponderación de entre 0,05 (menos importante) y 0,15 (más importante). La ubicación que mayor nota obtenga será la elegida para localizar nuestra instalación industrial.

La siguiente tabla recoge tanto el valor ponderado que se le ha dado a cada característica como su nota según la ubicación, además de la puntuación final de cada polígono:

CARACTERÍSTICA	PONDERACIÓN	LA ARMENTERA	LA CUESTA II	EL ESPARTAL I
Red de Transportes	0,15	6	8	9
iluminación	0,05	1	10	10
Red de Incendios	0,15	1	10	10
Abastecimiento de agua	0,1	7	10	6
Suministro eléctrico	0,1	10	7	8
Telecomunicaciones	0,1	10	10	10
Precio Suelo	0,15	10	3	3
Vertidos	0,05	10	10	10
Coef. Edificabilidad	0,15	6	4	9
		NOTA FINAL		
Sumatorio	1	6,7	7,45	**8,05**

Estos han sido los principales factores que hemos tenido en cuenta para valorar cada característica:

- **Red de Transportes**: Ha primado el acceso al transporte por carretera, ya que es la principal vía de suministro, así como la cercanía al ferrocarril y aeropuerto.

Así mismo el Polígono La Armentera tiene un 6 y el Espartal I un 9 porque está mejor ubicado por su cercanía a la ciudad de Zaragoza.

- **Iluminación**: Hemos tenido en cuenta si los polígonos tenían o no iluminación, siendo un 10 si cuentan con iluminación y un 1 si no.

- **Red de incendios**: Al igual que en la iluminación, hemos puesto un 10 si cuentan con red de incendios y un 1 si no lo hacen.

- **Abastecimiento de agua**: En este apartado el polígono (2) cumple todos los requisitos de abastecimiento de agua, por lo tanto, su nota es un 10, mientras que el polígono (1) y (3), obtienen un 7 y un 6 respectivamente.

- **Suministro eléctrico**: Como el polígono (1) cuenta con suministro de gas y suministro eléctrico, su nota es de 10; el polígono (3), al tener suministro de gas y eléctrico bajo, su nota es 8; y el polígono (2) al no contar con suministro de gas, obtiene un 7.

- **Telecomunicaciones**: Al tener los tres polígonos red telefónica y banda ancha, sus notas son un 10.

- **Precio del suelo**: En este apartado hemos tenido en cuenta que el precio del suelo del polígono (1) es el más barato (14 €/m²), así que su nota es un 10, mientras que los otros polígonos su precio es más caro por eso tienen peor nota según su precio.

- **Vertidos**: Como los tres polígonos cumplen con todos los requisitos, sus notas son un 10.

- **Coeficiente de edificabilidad**: El polígono (3) tiene un coeficiente de edificabilidad para producción industrial de 0,85; por lo tanto, su nota es un 9. El polígono (1) tiene un coeficiente de edificabilidad de 0,6, entonces su nota es un 6. El polígono (2), al tener un coeficiente de edificabilidad que varía de 0,4 a 0,6, obtiene un 4.

Por lo tanto, realizando la ponderación de todos estos factores, se obtiene (como se puede ver en la tabla) que el Polígono (3) (El Espartal I) ha obtenido una nota de 8,05, siendo esta la más alta.

5 CONCLUSIONES

El polígono El Espartal I es la mejor opción de los 3 polígonos a estudiar principalmente por su ubicación y cercanía a la ciudad de Zaragoza y la carretera nacional N-232. También cuenta con todas las instalaciones principales como red de incendios, abastecimiento de agua, pavimentación, iluminación etc.

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina destinada a la fabricación de cazos de palas de maquinaria agrícola.

PLANOS

Autor

IAGO BUETAS MATA

Director/es

VICTOR TABUENCA CINTORA

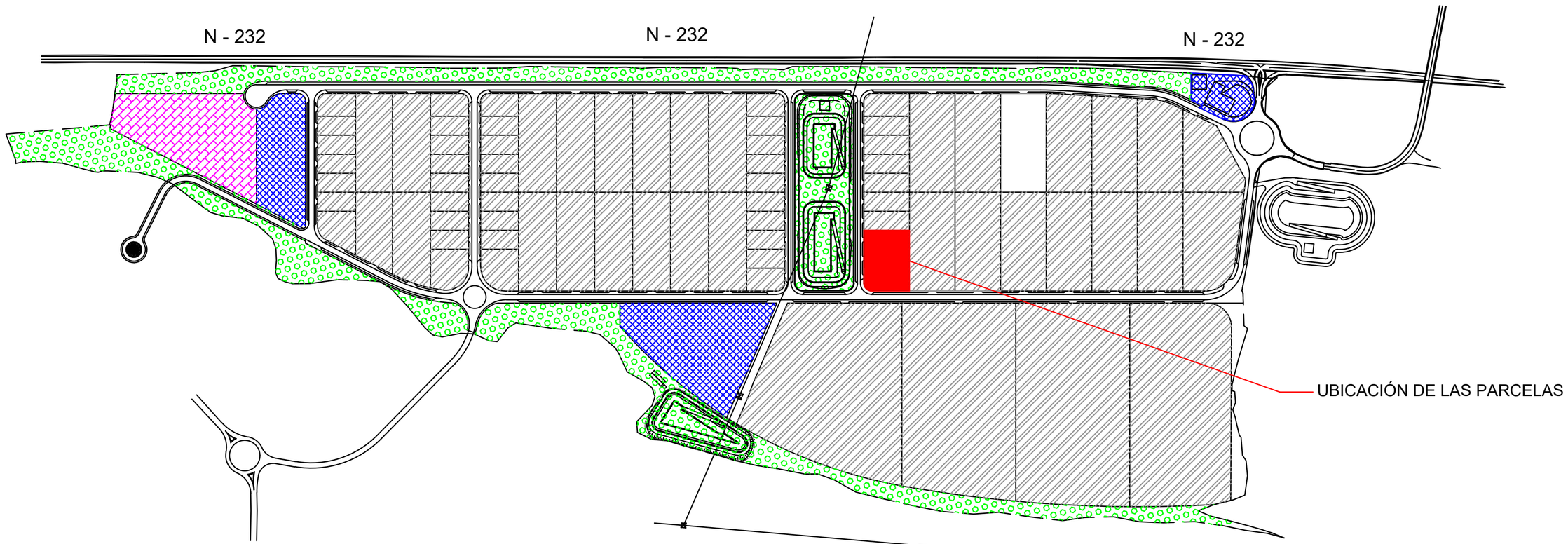
Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad de Zaragoza

2022

INDICE

SITUACIÓN 01
EMPLAZAMIENTO 02
VISTA 3D - NAVE 03
CIMENTACIÓN 04
ZAPATAS y VIGAS DE ATADO 05
PLACA BASE 06
PÓRTICO A 07
PÓRTICOS B hasta D 08
PÓRTICOS E hasta J 09
PÓRTICO K 10
FACHADAS ESTE Y OESTE 11
ARRIOSTRAMIENTOS 12
CUBIERTA 13
DETALLES I 14
DETALLES II 15
DETALLES III 16
DETALLES IV 17
OFICINA 3D 18
REPLANTEO DE PLIARES 19
PÓRTICOS I. FORJADO 1 20
PÓRTICOS II. FORJADO 1 21
PÓRTICOS. FORJADO 2 22
TABLAS DE ARMADO DE FORJADO 1 y 2 23
FORJADO DE VIGUETAS. ARMADO POSITIVO 24
FORJADO DE VIGUETAS. ARMADO NEGATIVO 25
ESCALERA 26
DISTRIBUCIÓN 27
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 28
SANEAMIENTO 29
CARPINTERÍA Y CALIDADES 30
ALZADOS 31

POLÍGONO EL ESPARTAL I



ZARAGOZA

POLÍGONO PTR

POLÍGONO EL ESPARTAL II

LEYENDA:

- INDUSTRIAL
- EQUIPAMIENTO POLIVALENTE
- EQUIPAMIENTO EDUCATIVO-SOCIAL
- ZONA VERDE

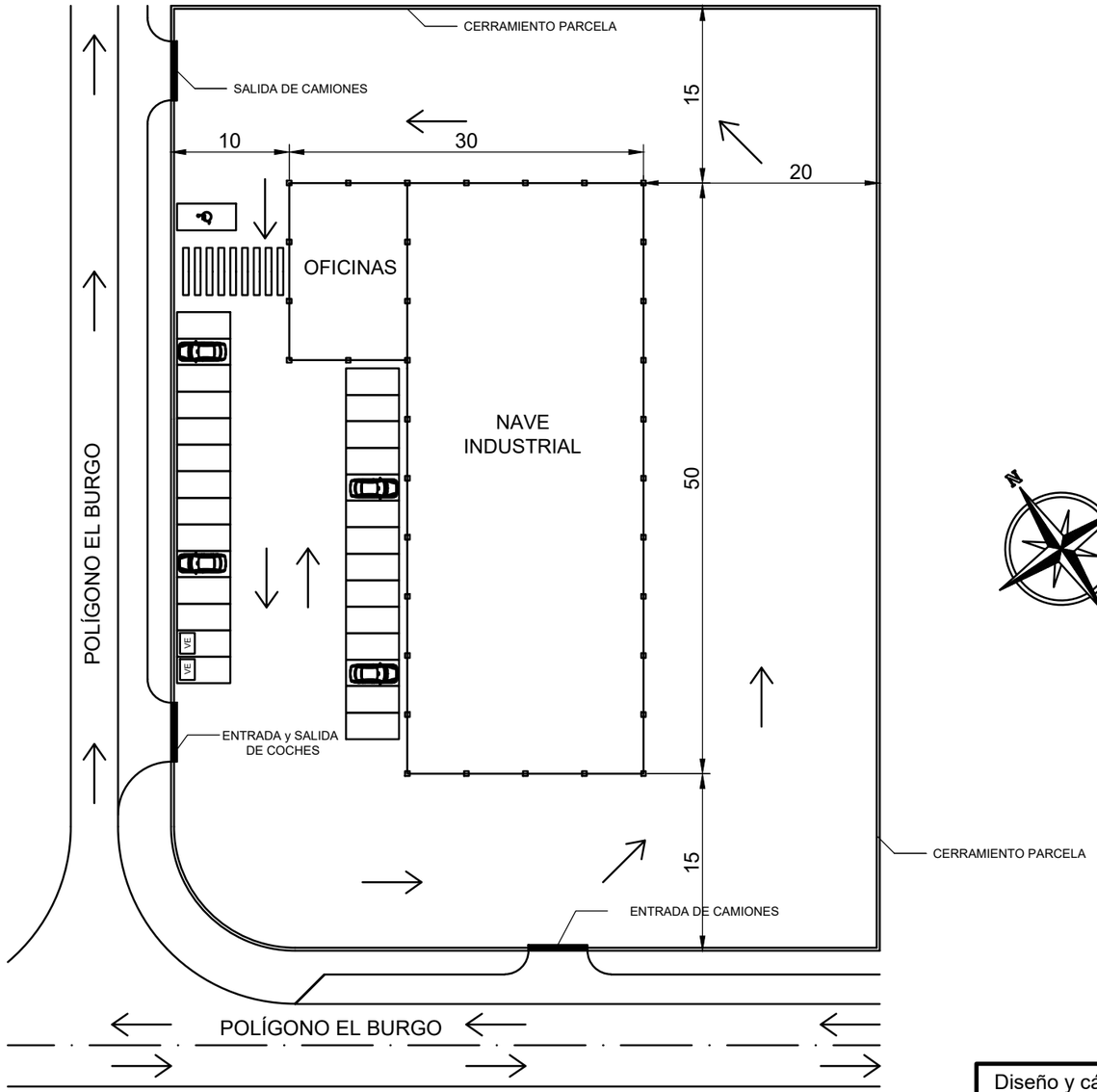
Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/22	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

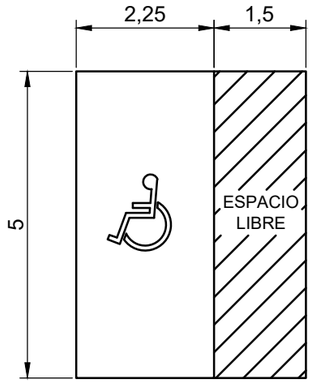
Escala	Titulo	Grado en Ing. Mecánica
1/4000	SITUACIÓN	Plano Nº 01

A2



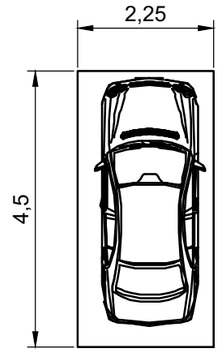
APARCAMIENTO MINUSVALIDOS (1 Ud)

E: 1/100



PLAZA DE APARCAMIENTO (28 Ud)

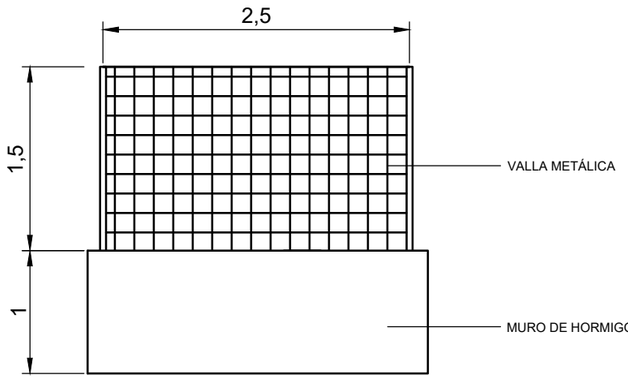
E: 1/100



VE Recarga de Vehiculo Eléctrico

CERRAMIENTO PARCELA

E: 1/50



NORMATIVA DEL POLÍGONO	
El lindero frontal de la parcela tendrá una dimensión mayor o igual a quince (15) metros.	= 15 metros
La separación entre los planos de las fachadas a los linderos correspondientes no podrá ser inferior a cinco (5) metros.	> 5 metros
No podrá ocuparse sobre o bajo rasante, una superficie de parcela superior al 80% de la parcela neta.	< 80%
El coeficiente de edificabilidad sobre la superficie de parcela neta se establece en 0,85 m2/m2.	< 0,85 m2/m2
Se dispondrá en el interior de la parcela, una plaza de aparcamiento por cada 150 m2 de superficie construida.	SE CUMPLE

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escala 1/500 (1/100)(1/50)

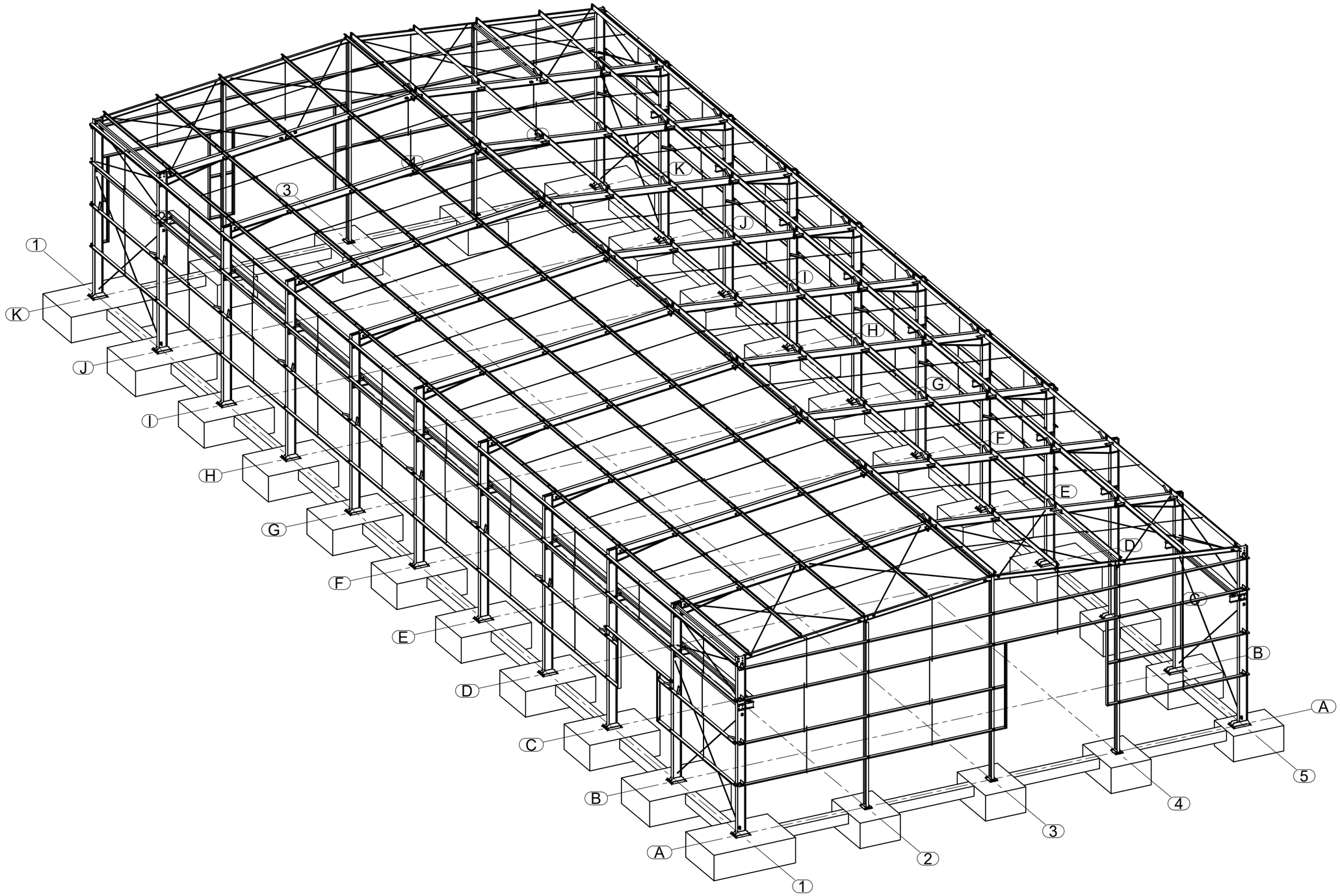
Titulo: EMPLAZAMIENTO

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

Grado en Ing. Mecánica

Plano Nº 02

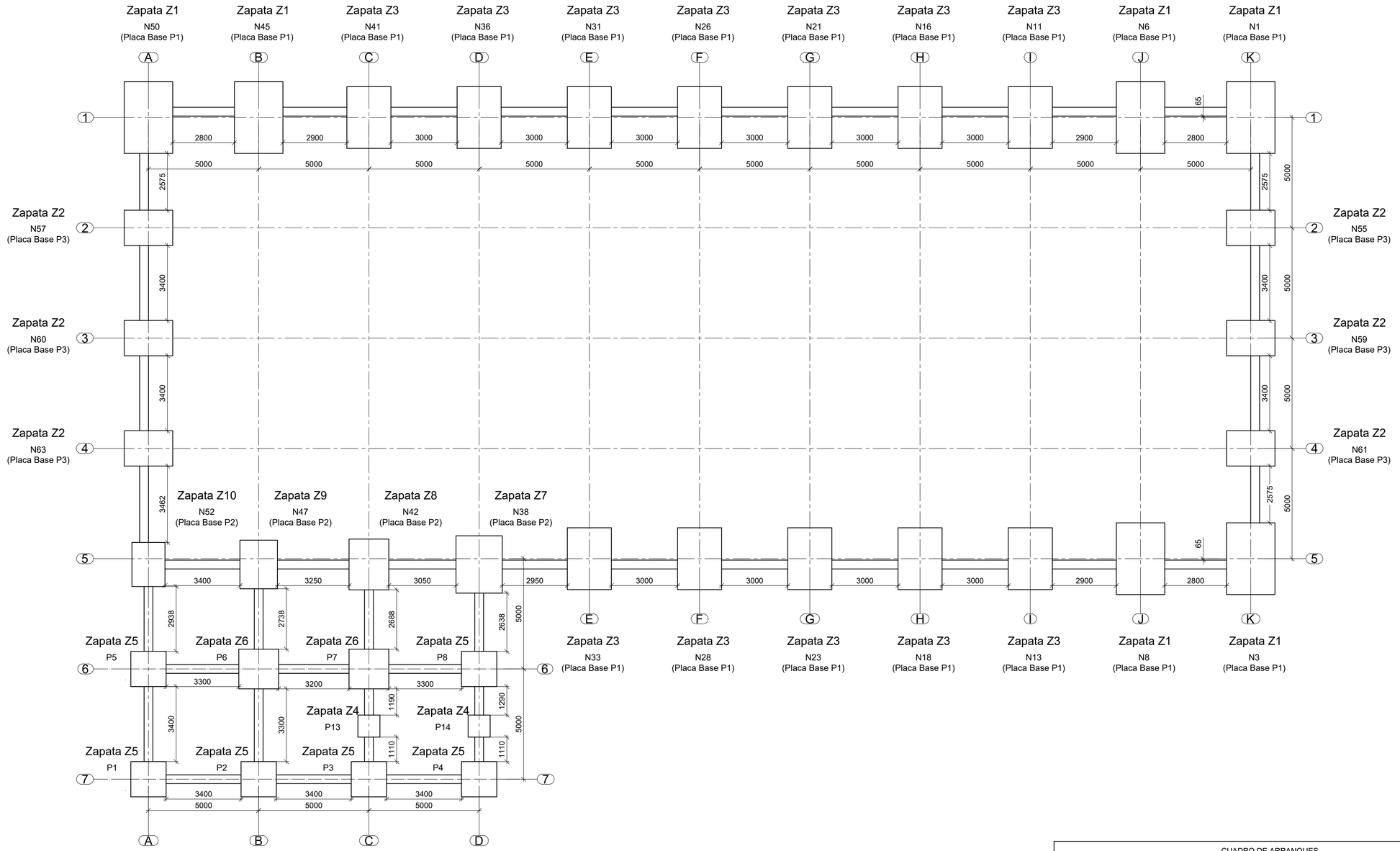
A3



Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA		
Comprobado				
Escala 1/100	Titulo VISTA 3D - NAVE			Grado en Ing. Mecánica
				Plano Nº 03

A2



CUADRO DE ARRANQUES		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N33, N45, N28, N23, N18, N13, N8, N3, N1, N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41 y N50	6 Pernos Ø 25	Placa base P1 (450x600x22)
N38, N52, N47 y N42	6 Pernos Ø 25	Placa base P2 (450x700x22)
N61, N59, N55, N57, N60 y N63	6 Pernos Ø 16	Placa base P3 (300x400x15)

Tabla de vigas de atado	
C.1 Arm. sup.: 2Ø12 Arm. inf.: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30	CB.2.1 Arm. sup.: 2Ø12 Arm. inf.: 4Ø12 Estribos: 1xØ8c/25

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN						
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
P1, P2, P3, P4, P5 y P8	160x160	100	13Ø12c/11	13Ø12c/11		
P6 y P7	180x180	100	15Ø12c/11	15Ø12c/11		
P13 y P14	100x100	100	8Ø12c/11	8Ø12c/11		

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Escala: 1/200 (1/100)

Titulo: CIMENTACIÓN

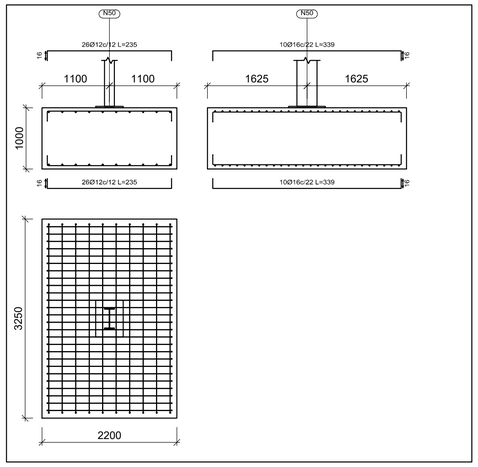
Grado en Ing. Mecánica

Plano Nº 04

A1

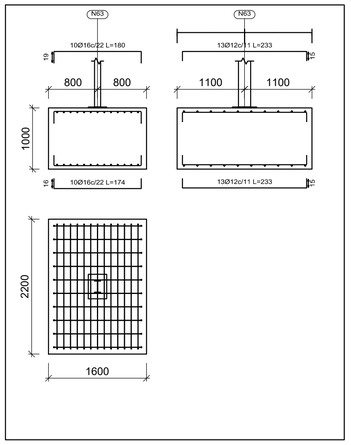
ZAPATA Z1
E: (1/50)

N50, N45, N6, N1, N8, N3



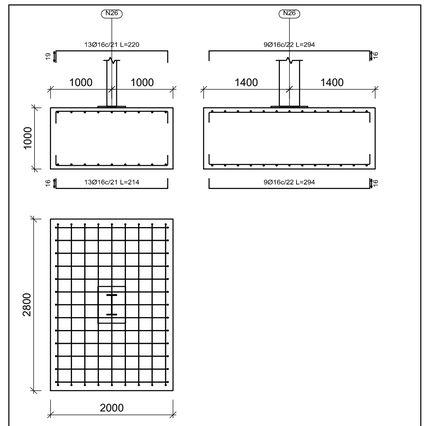
ZAPATA Z2
E: (1/50)

N61, N59, N55, N57, N60, N63



ZAPATA Z3
E: (1/50)

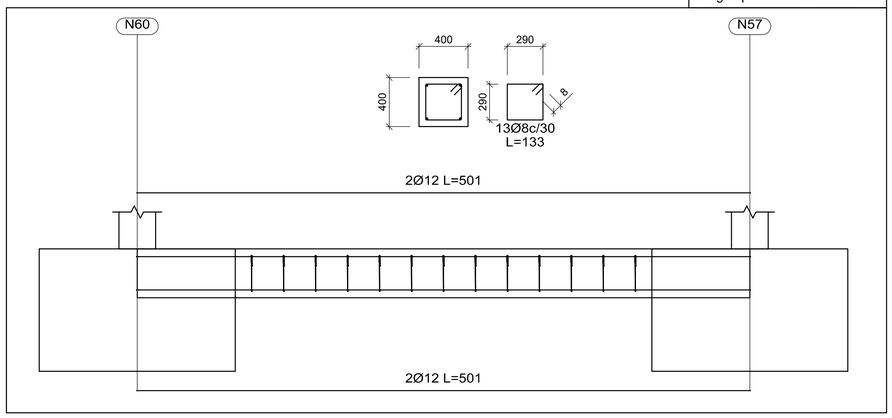
N33, N28, 23, N18, N13, N16, N21, N26, N31, N36, N41



VIGAS DE ATADO C.1 E: (1/25)

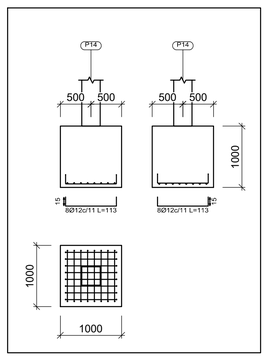
[N3-N8], [N8-N13], [N13-N18], [N18-N23], [N23-N28], [N28-N33], [N33-N38], [N38-N42], [N42-N47], [N47-N52], [N52-N63], [N63-N60], [N60-N57], [N57-N50], [N50-N45], [N45-N41], [N41-N36], [N36-N31], [N31-N26], [N26-N21], [N21-N16], [N16-N11], [N11-N6], [N6-N1], [N1-N55], [N55-N59], [N59-N61], [N61-N3].
[N52-P5], [N47-P6], [N42-P7], [N38-P8], [P5-P6], [P5-P1], [P6-P7], [P6-P2], [P7-P8], [P7-P13], [P8-P14], [P1-P2], [P2-P3], [P3-P13]

Longitud de las vigas de atado según plano de cimentación



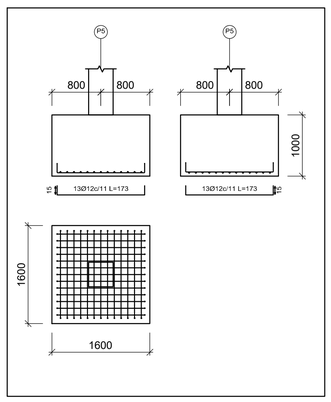
ZAPATA Z4
E: (1/50)

P13, P14



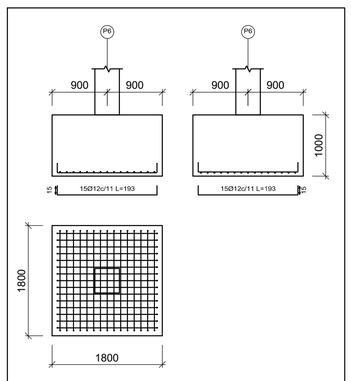
ZAPATA Z5
E: (1/50)

P1, P2, P3, P4, P5, P8



ZAPATA Z6
E: (1/50)

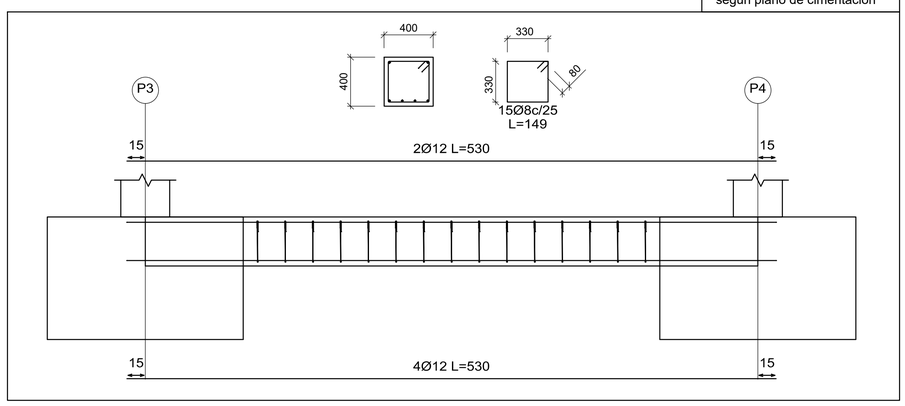
P6, P7



VIGAS DE ATADO CB.2.1 E: (1/25)

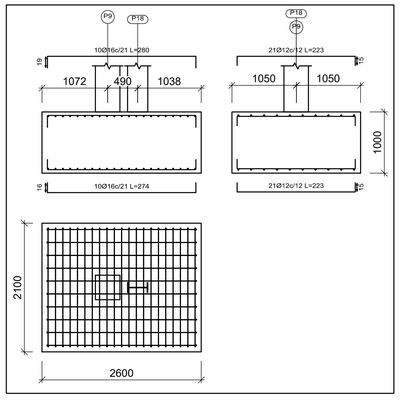
[P3-P4], [P14-P4]

Longitud de las vigas de atado según plano de cimentación



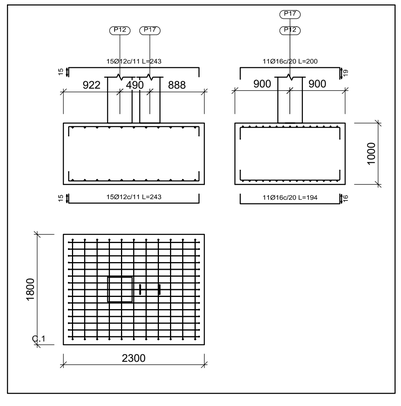
ZAPATA Z7
E: (1/50)

N38



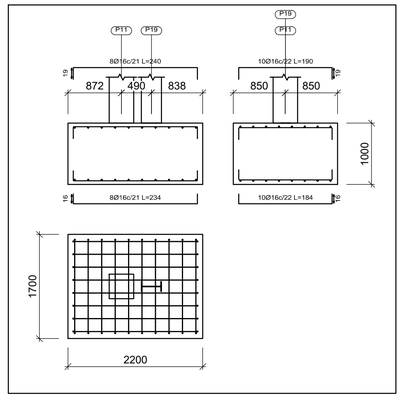
ZAPATA Z8
E: (1/50)

N42



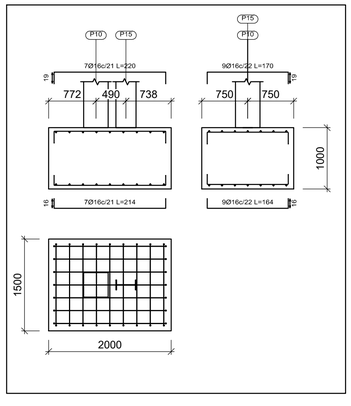
ZAPATA Z9
E: (1/50)

N47



ZAPATA Z10
E: (1/50)

N52



Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

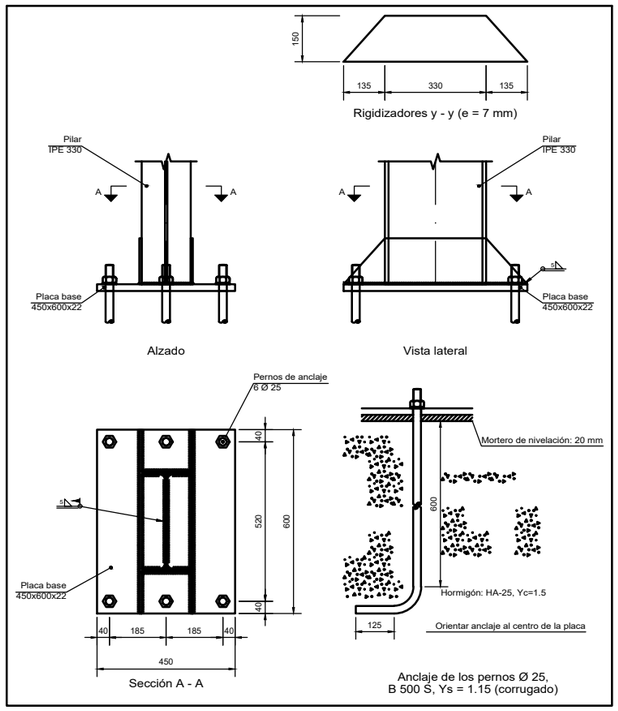
	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

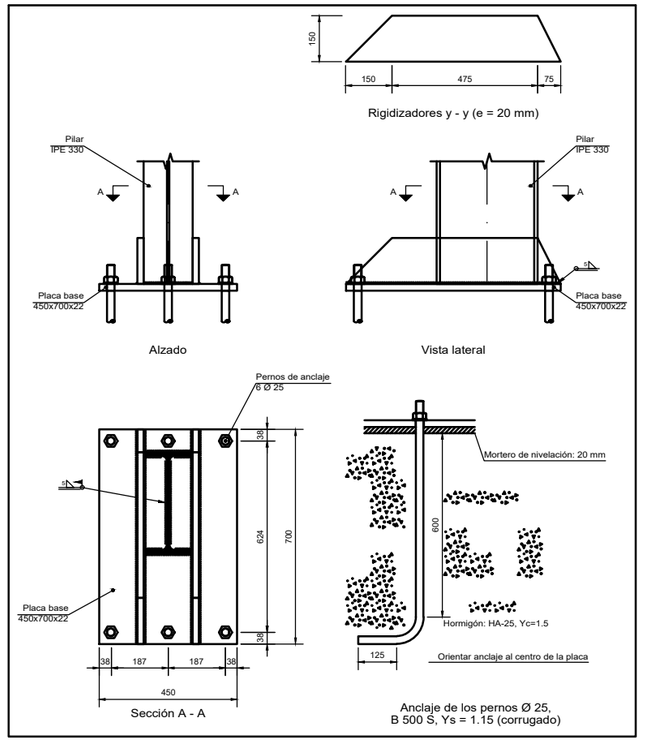
Escala	Título	Grado en Ing. Mecánica
1/50 (1/25)	ZAPATAS y VIGAS DE ATADO	Plano Nº 05

A1

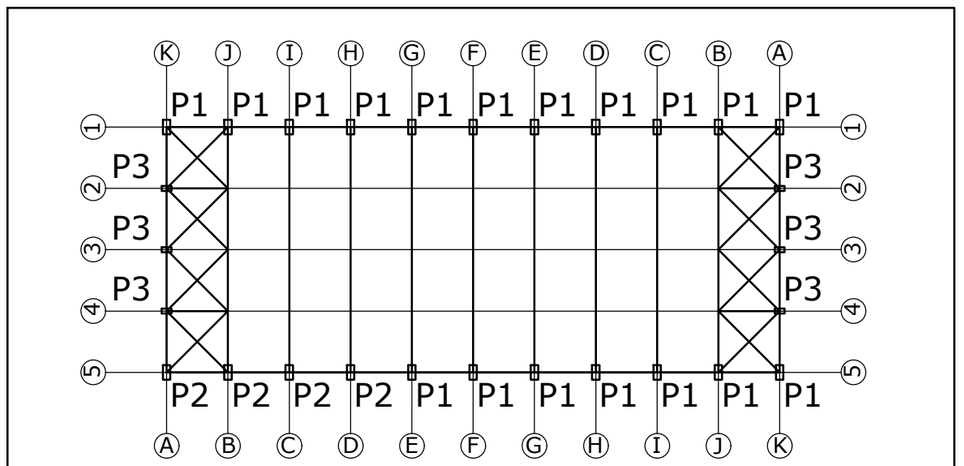
PLACA BASE P1



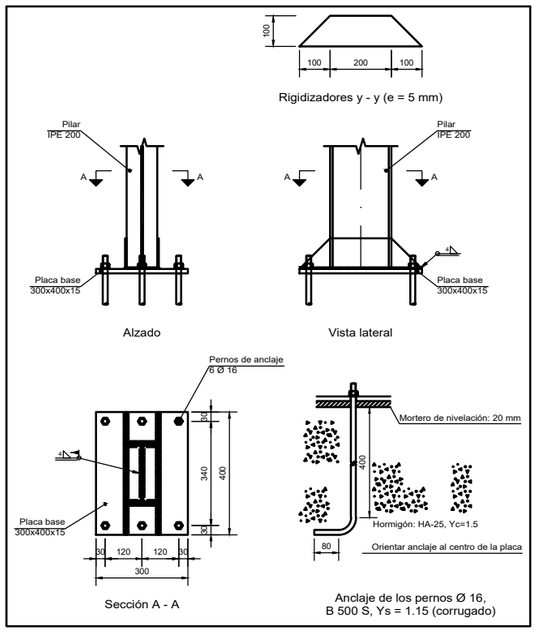
PLACA BASE P2



PLANTA E: 1/500



PLACA BASE P3



Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza
1542

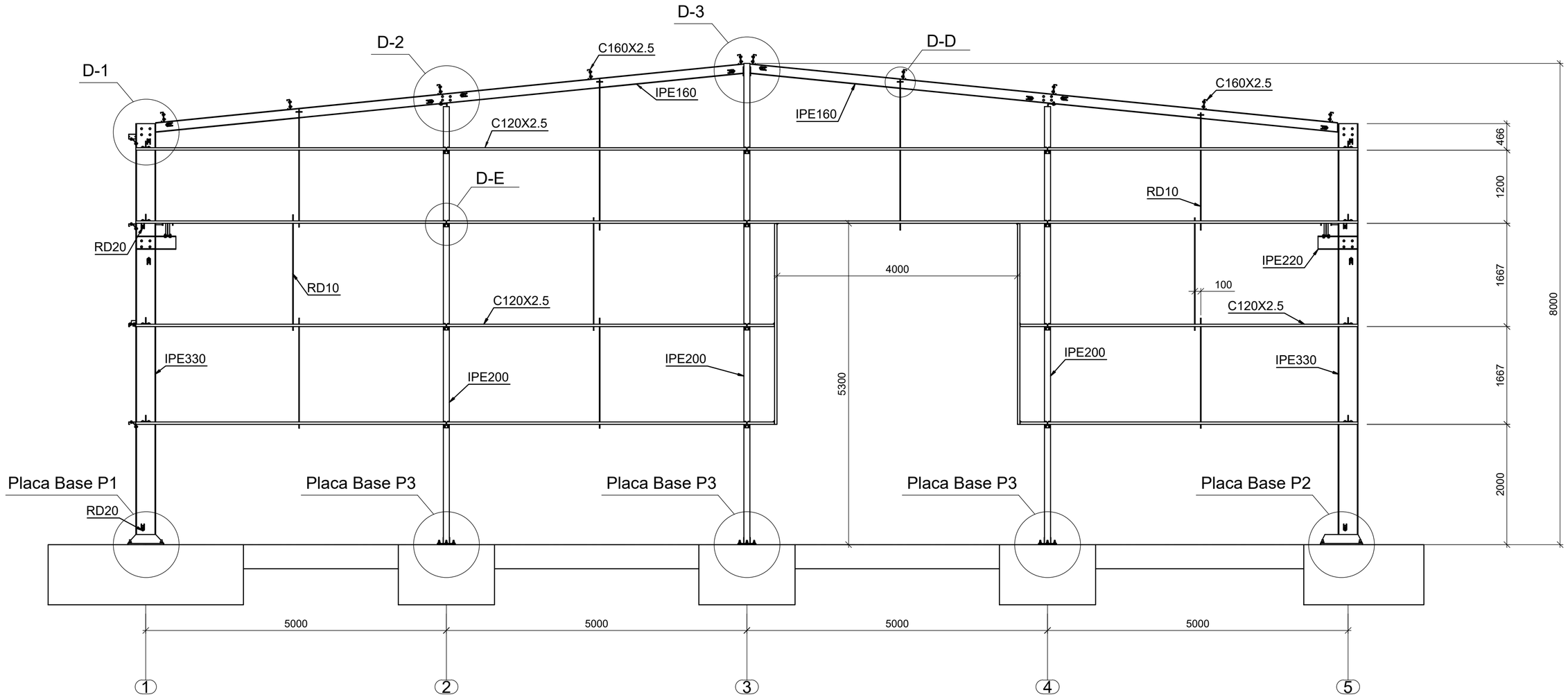
Grado en Ing. Mecánica

Escala: 1/20 (1/500)

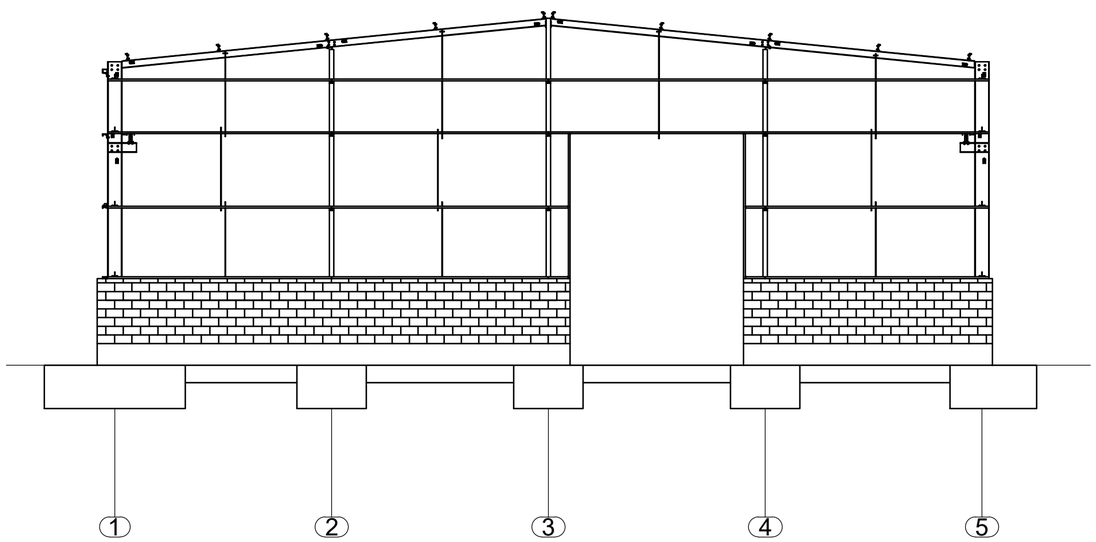
Titulo: PLACA BASE

Plano Nº 06

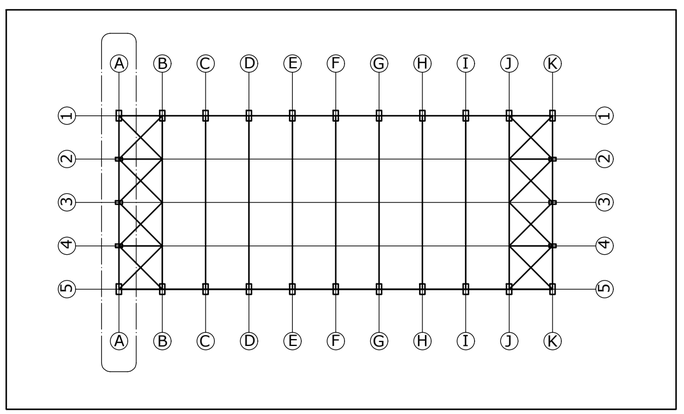
A3



PLANTA E: 1/500



ALZADO CON MURO PERIMETRAL
E: 1/100



Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

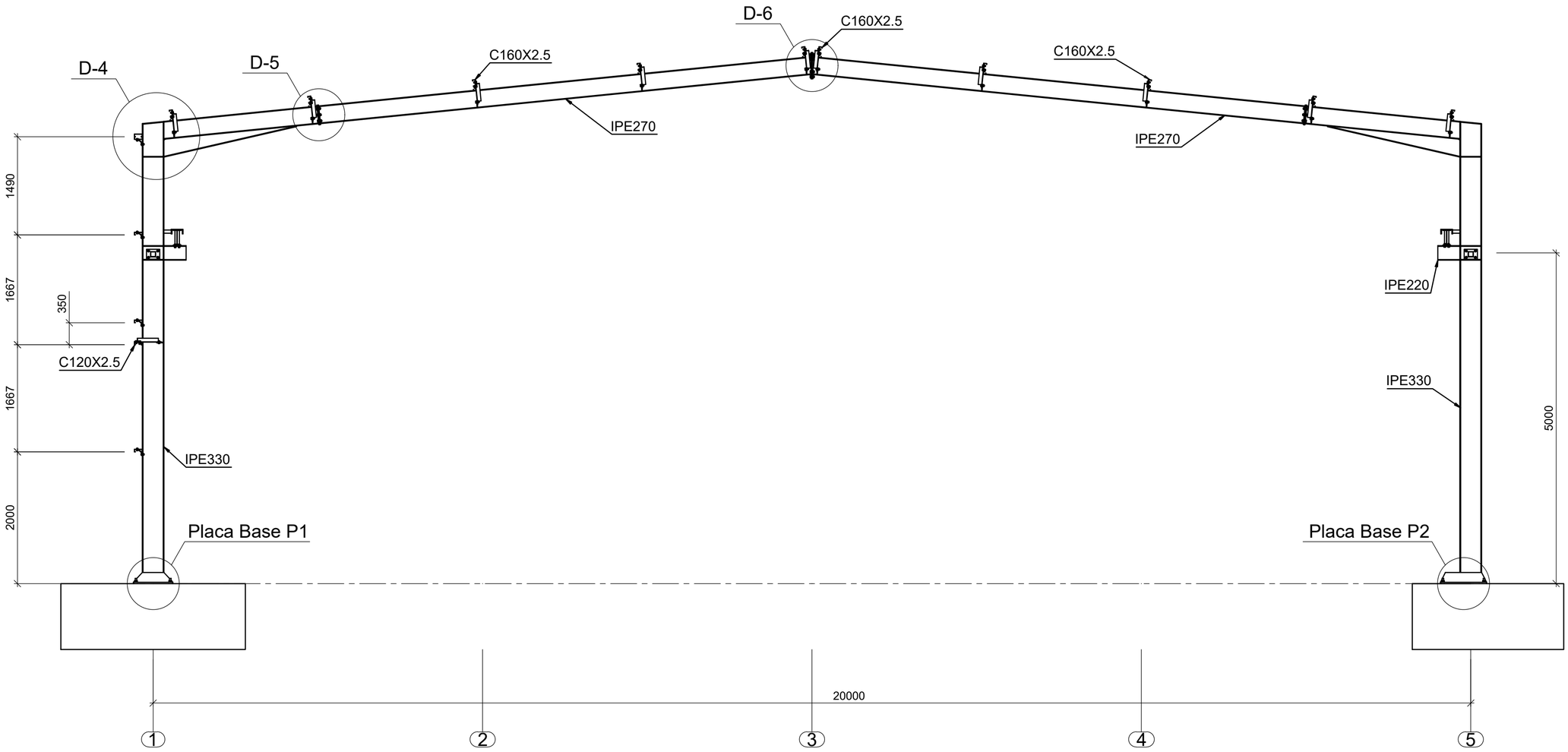
Escala 1/50 (1/100) (1/500)

Titulo: PÓRTICO A

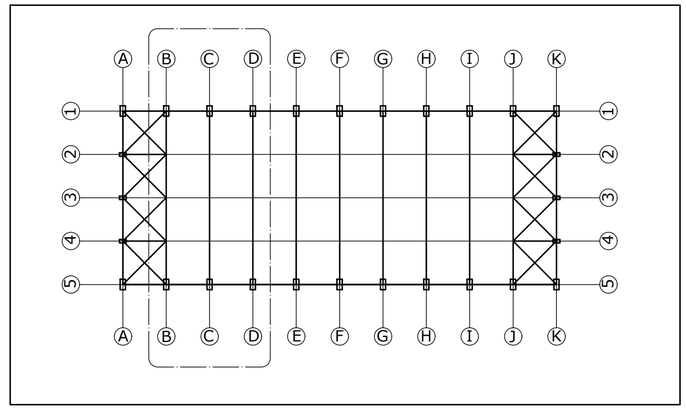
Grado en Ing. Mecánica

Plano Nº 07

A2



PLANTA E: 1/500



Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542

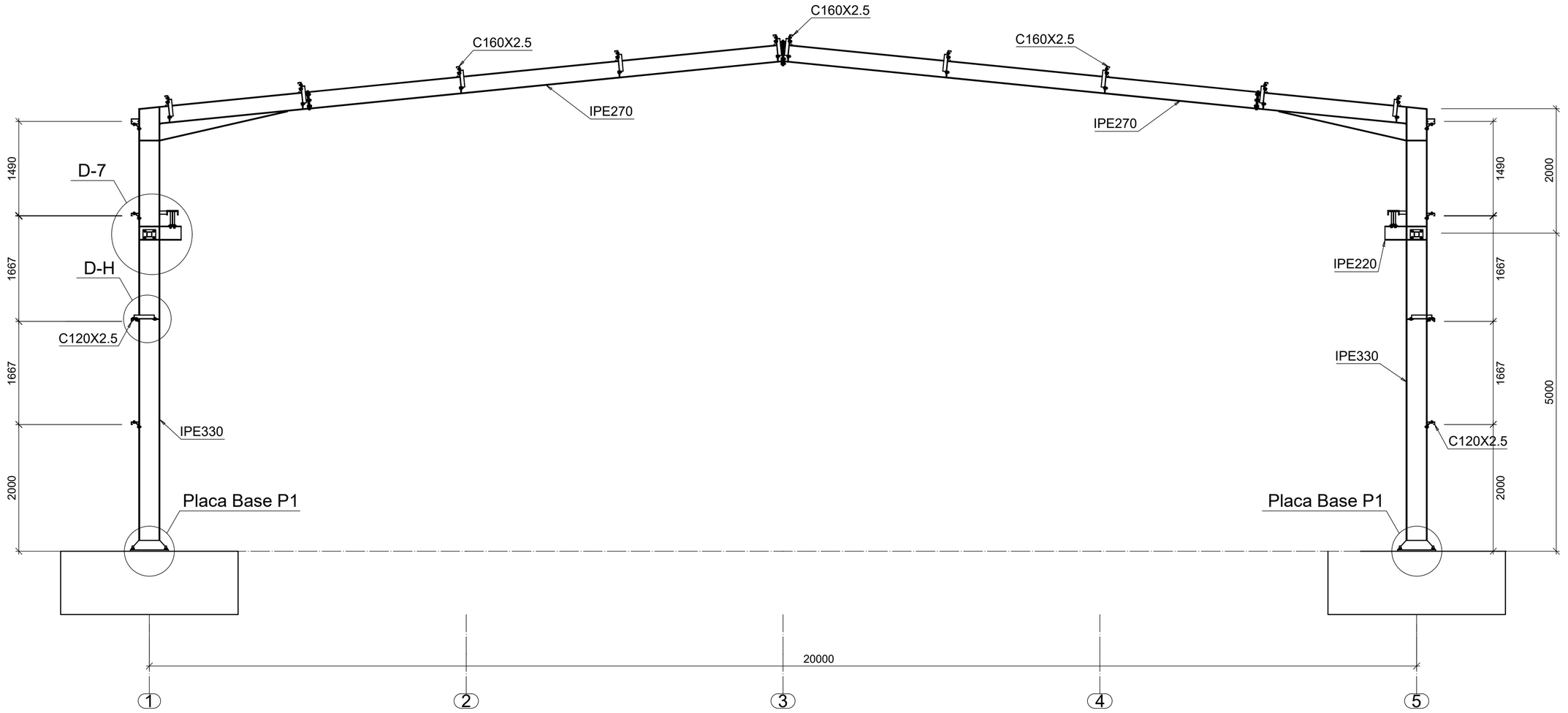
Escala 1/50 (1/500)

Titulo: PÓRTICOS B hasta D

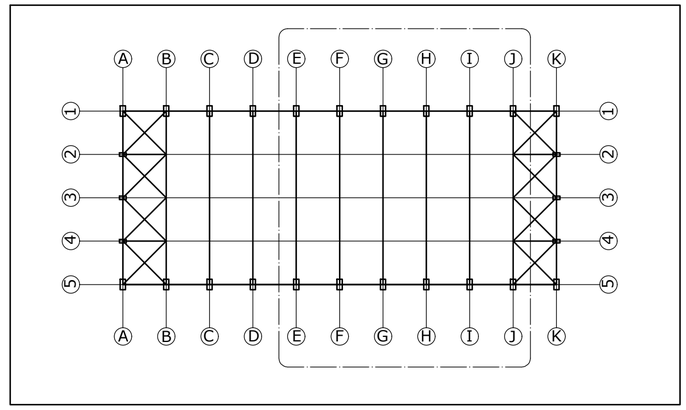
Grado en Ing. Mecánica

Plano Nº 08

A2



PLANTA E: 1/500



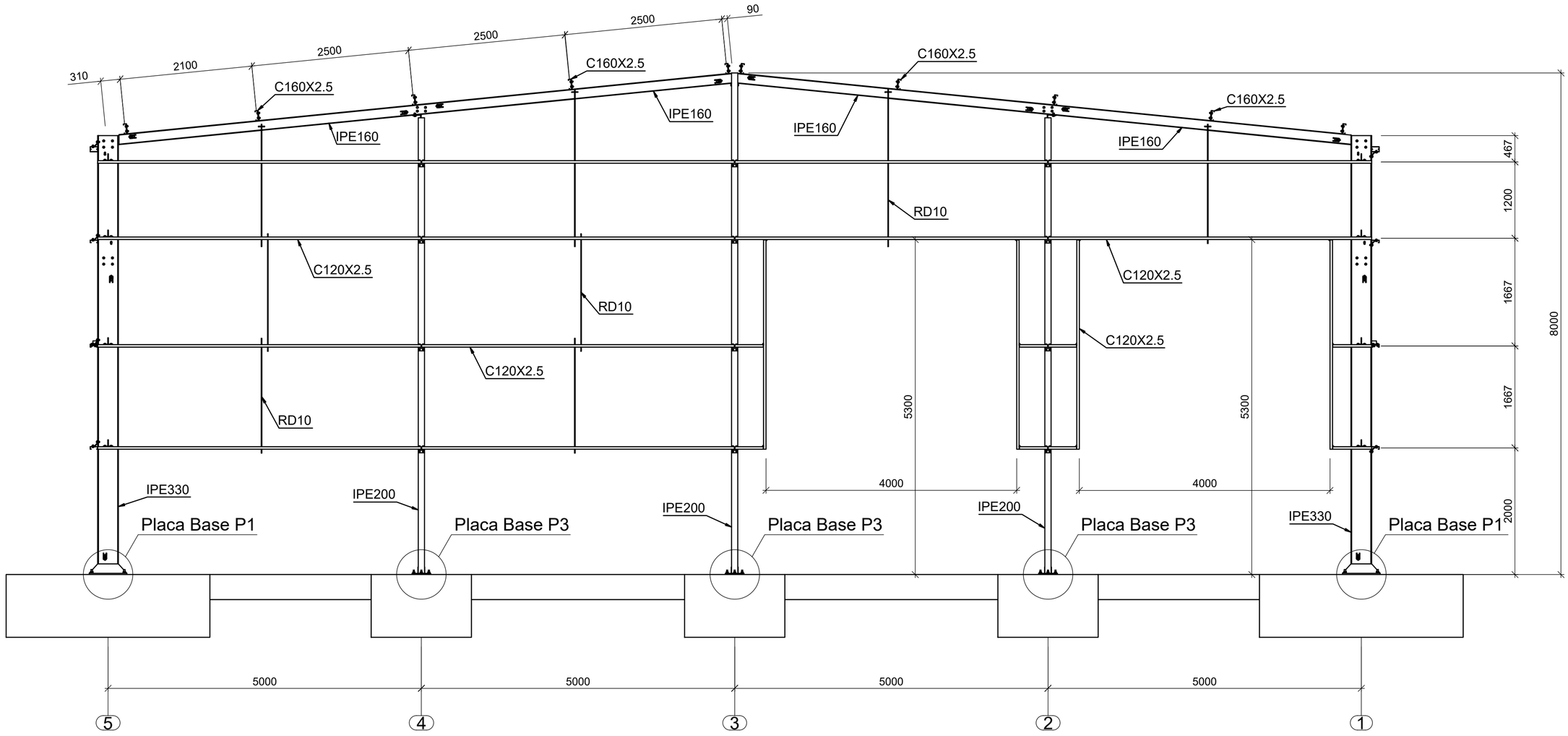
Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

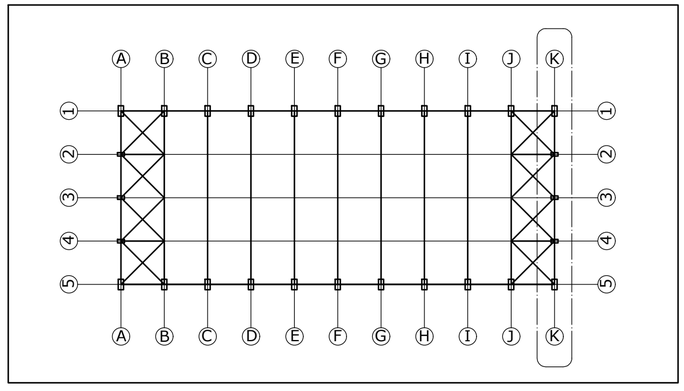
Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

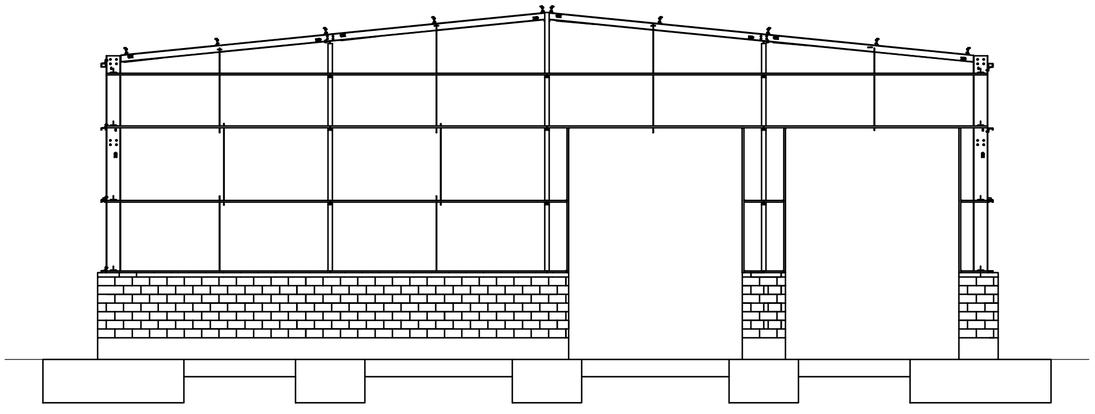
Escala	Titulo	
1/50 (1/500)	PÓRTICOS E hasta J	Grado en Ing. Mecánica
		Plano Nº 09

A2



PLANTA E: 1/500





ALZADO CON MURO PERIMETRAL
E: 1/100

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

Grado en Ing. Mecánica

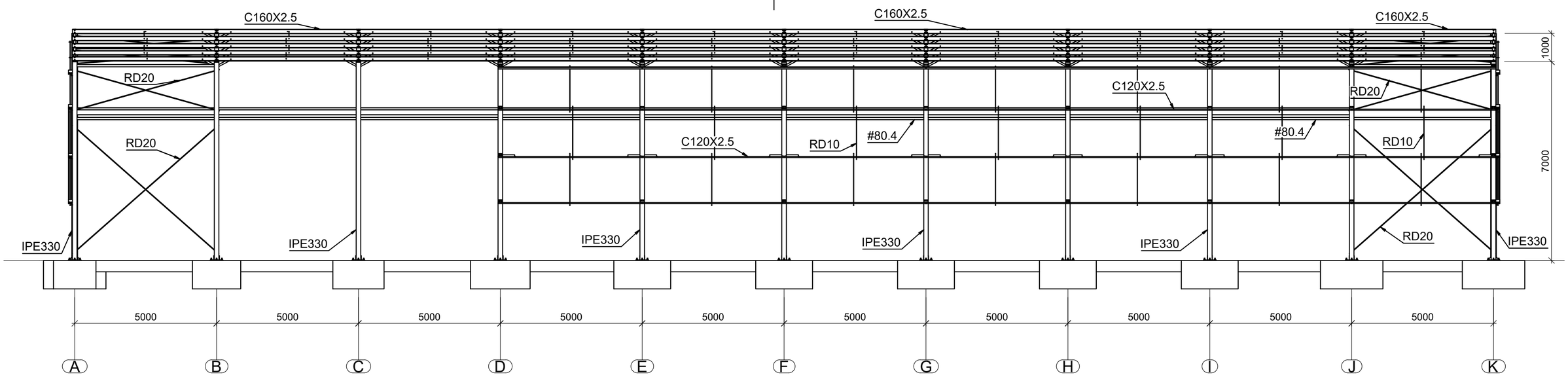
Escala 1/50 (1/100) (1/500)

Titulo

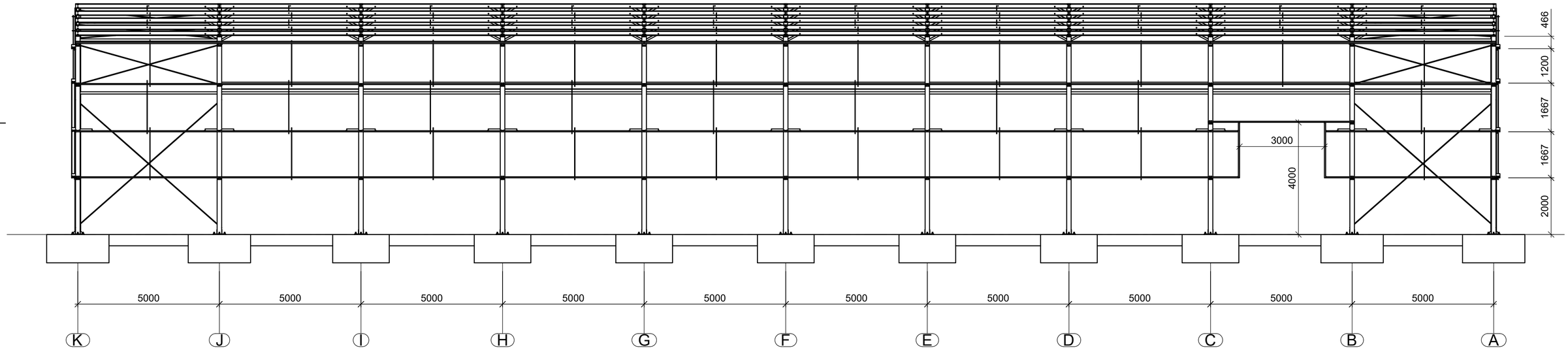
PÓRTICO K

Plano Nº 10

A2

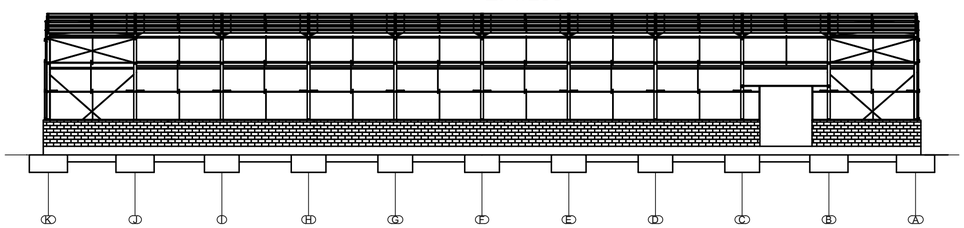


FACHADA OESTE

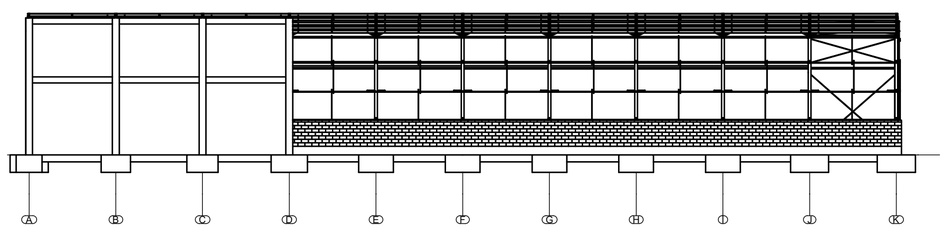


FACHADA ESTE

FACHADA ESTE CON MURO PERIMETRAL
E: 1/250



FACHADA OESTE CON MURO PERIMETRAL y OFICINAS
E: 1/250



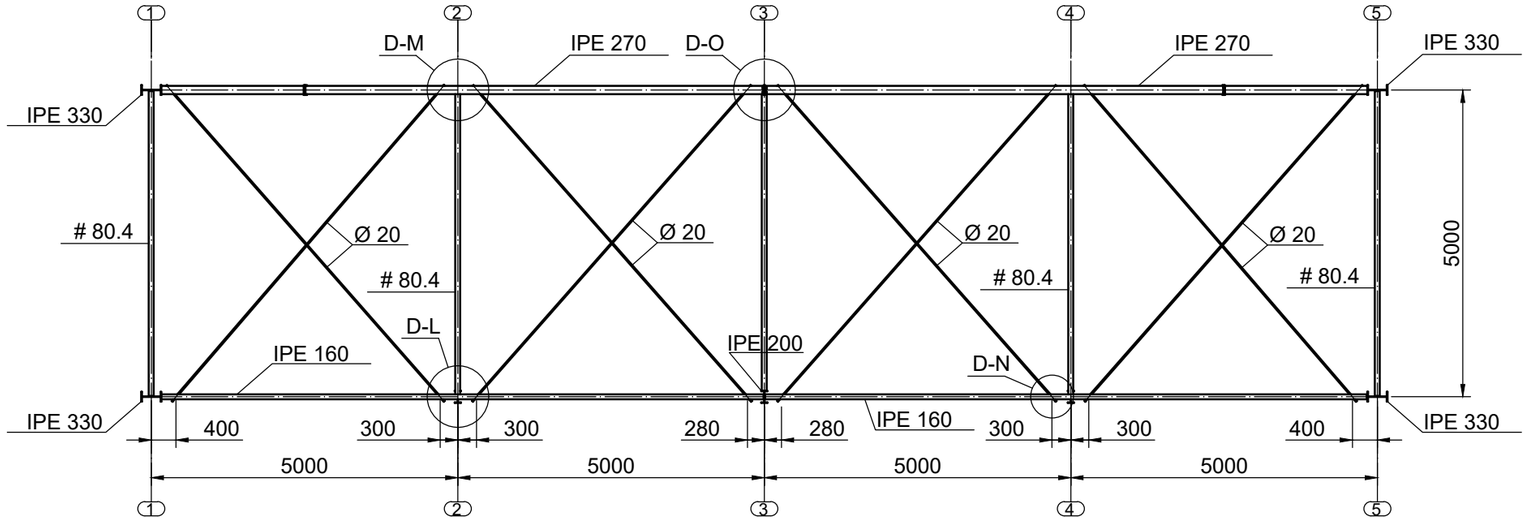
Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA		
Comprobado				
Escala 1/100 (1/250)	Titulo FACHADAS ESTE Y OESTE			Grado en Ing. Mecánica
				Plano Nº 11

A2

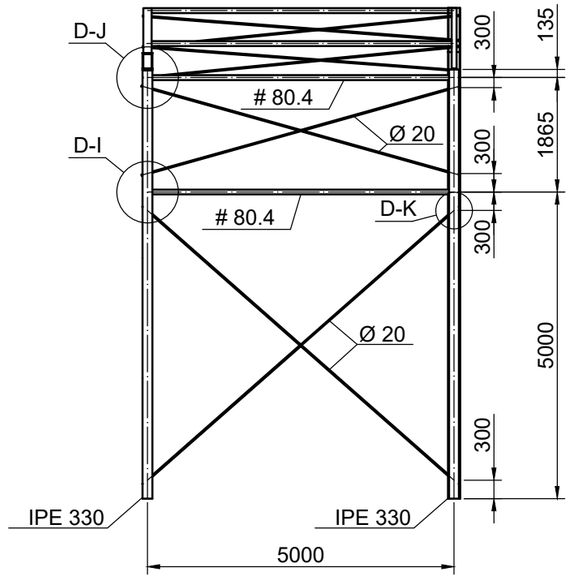
ARRIOSTRAMIENTO CUBIERTA

E: 1/10

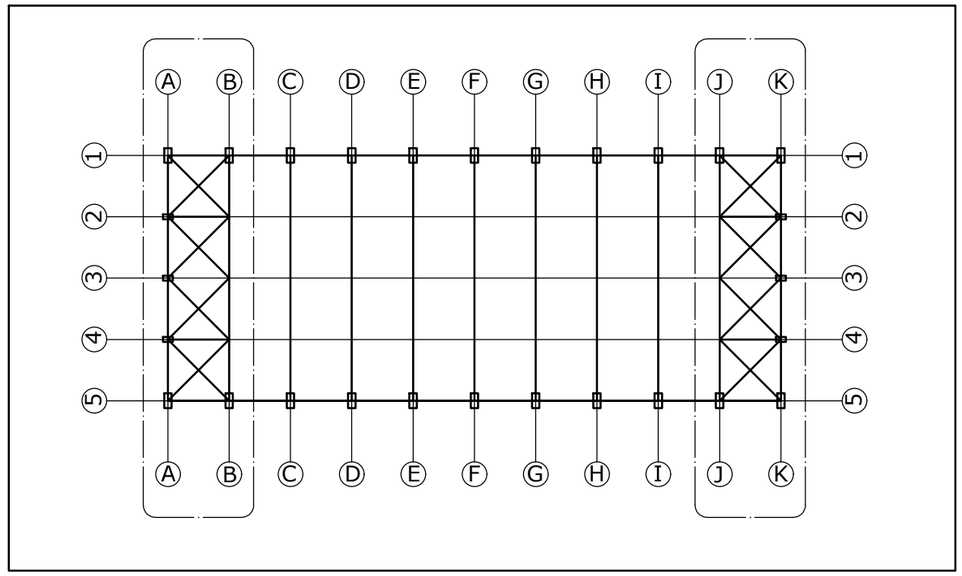


ARRIOSTRAMIENTO LATERAL

E: 1/10



PLANTA E: 1/500



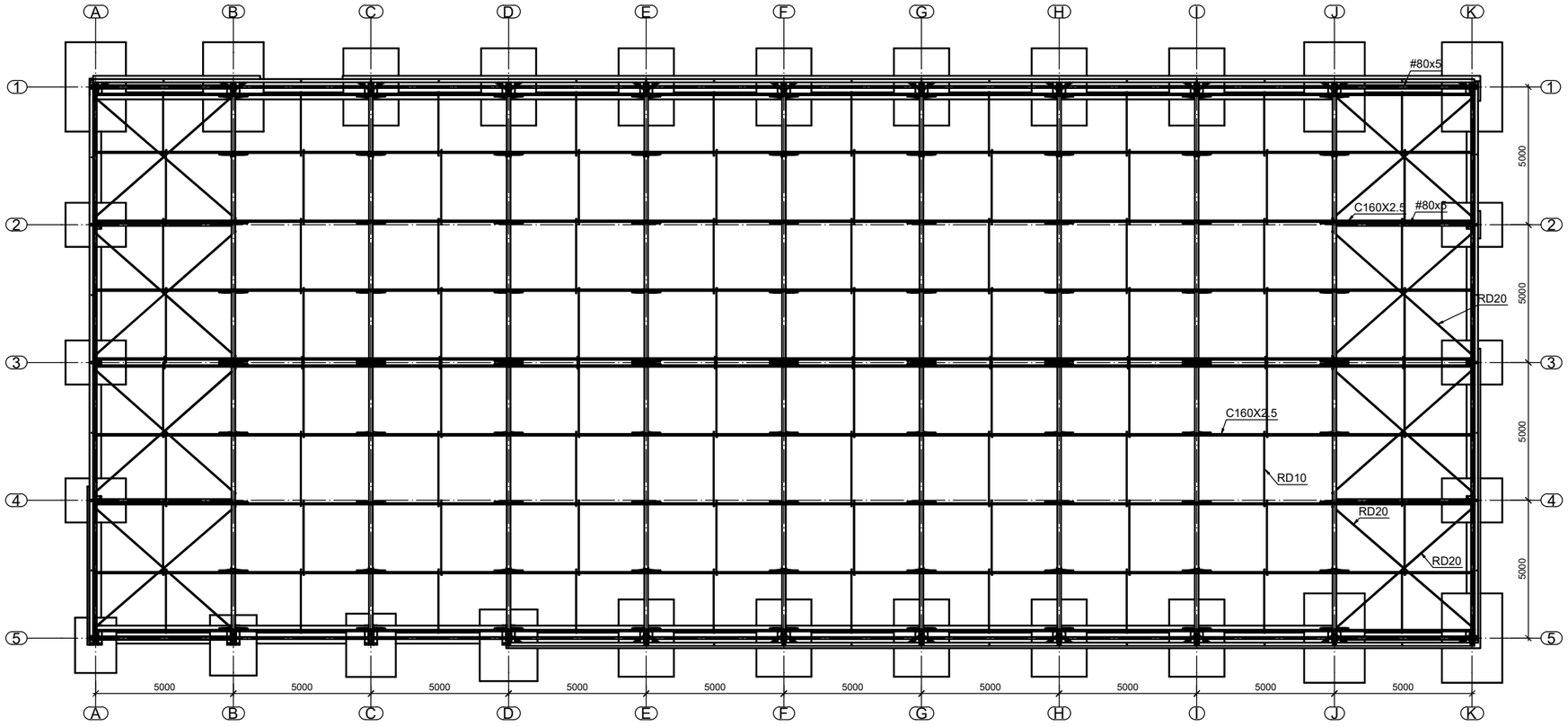
Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

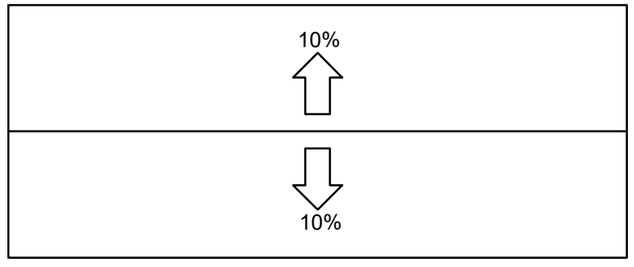
Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

Escala 1/100 (1/500)	Titulo ARRIOSTRAMIENTOS	Grado en Ing. Mecánica
		Plano Nº 12

A3



PENDIENTE DE CUBIERTA (1/500)



Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

Grado en Ing. Mecánica

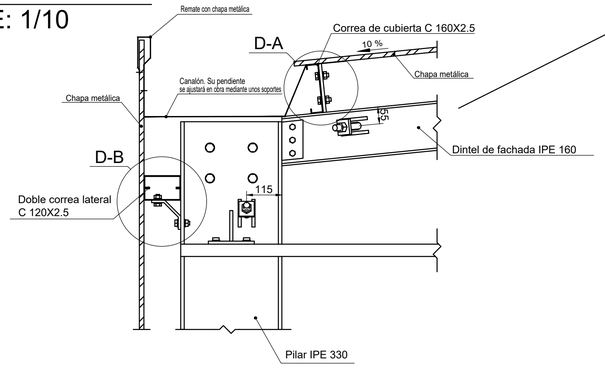
Escala 1/200 (1/500)

Titulo: CUBIERTA

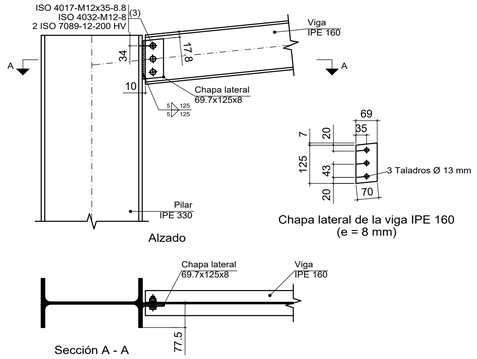
Plano Nº 13

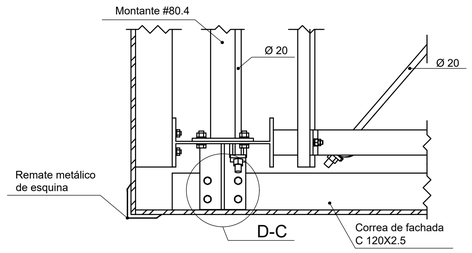
A3

DETALLE 1
E: 1/10

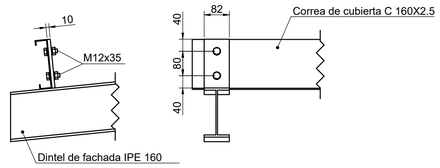


UNIÓN 1 E: 1/10
PILAR - DINTEL DE FACHADA

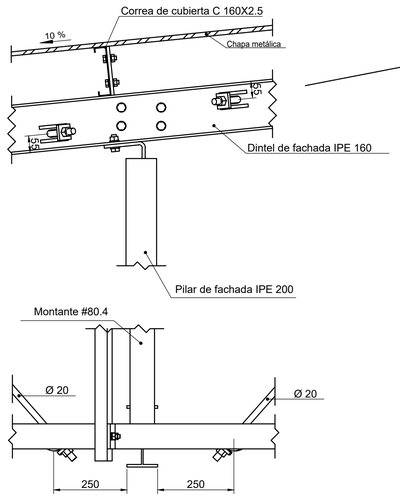




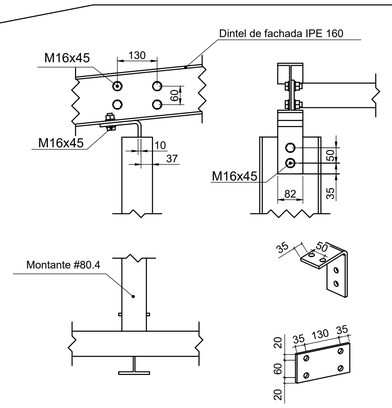
DETALLE A
E: 1/10



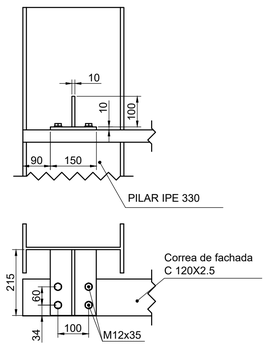
DETALLE 2
E: 1/10



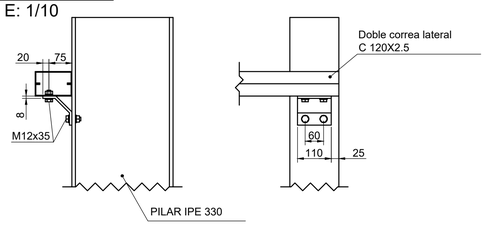
UNIÓN 2 E: 1/10
PILAR FACHADA - DINTEL DE FACHADA



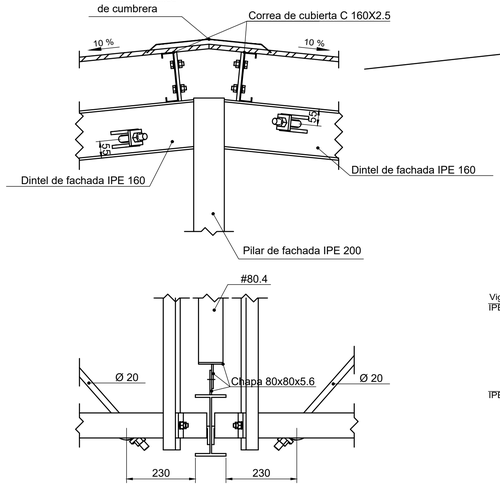
DETALLE C
E: 1/10



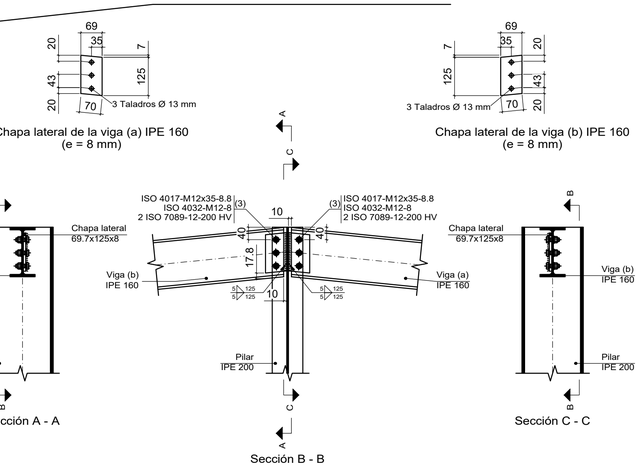
DETALLE B
E: 1/10



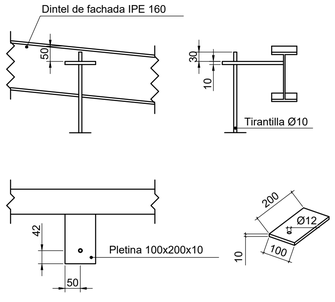
DETALLE 3
E: 1/10



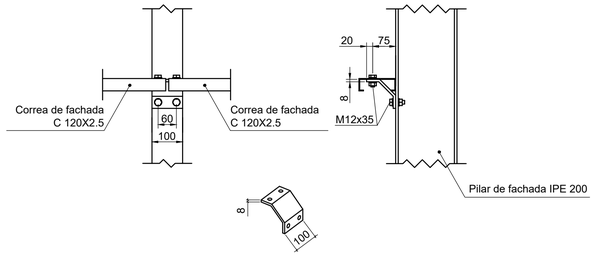
UNIÓN 3 E:1/10
CUMBRERA - PÓRTICO FACHADA



DETALLE D
E: 1/10



DETALLE E
E: 1/10



Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

Escala 1/10

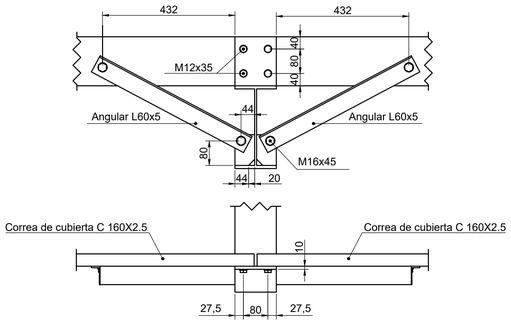
Título: DETALLES I

Grado en Ing. Mecánica

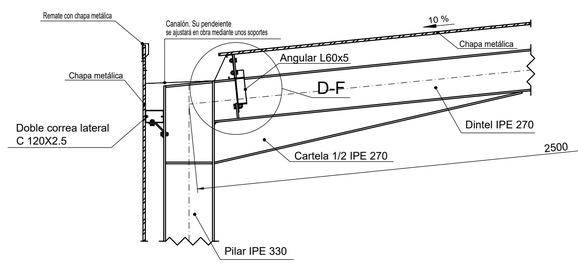
Plano Nº 14

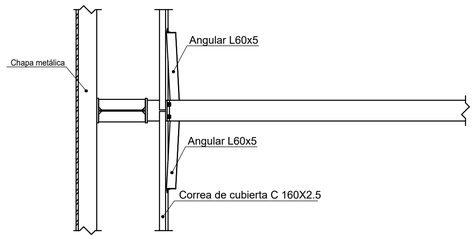
A1

DETALLE F
E: 1/10



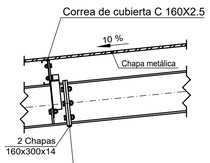
DETALLE 4
E: 1/20

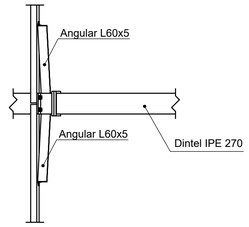




UNIÓN 4 E: 1/10
PILAR - DINTEL

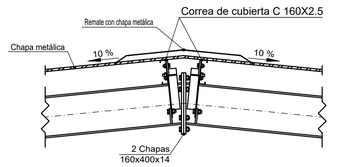
DETALLE 5
E: 1/20

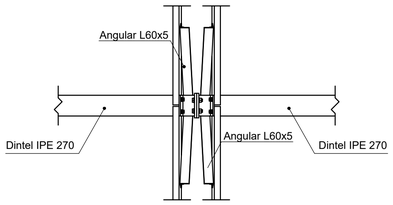




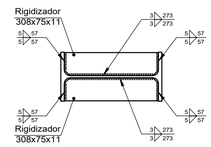
UNIÓN 5 E: 1/10
DINTEL - DINTEL

DETALLE 6
E: 1/20

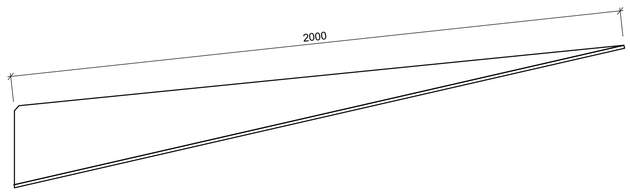




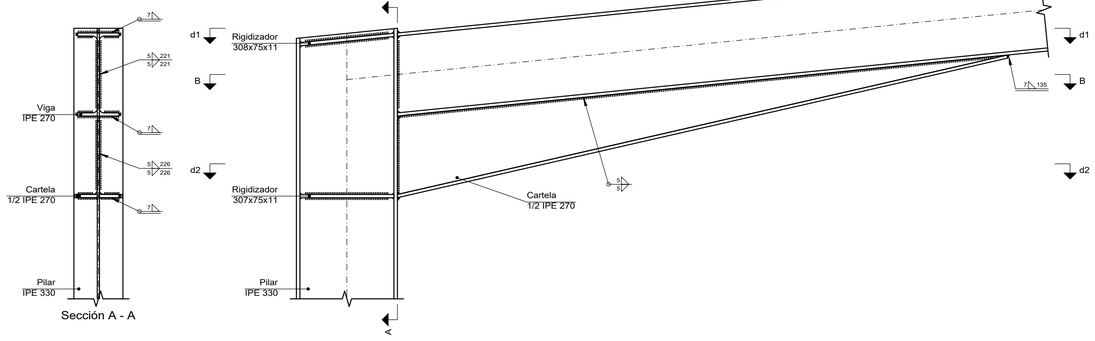
UNIÓN 6 E: 1/10
CUMBRERA



d1.Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 330

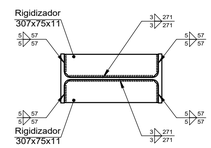


Detalle de la cartela (1/2 IPE 270)

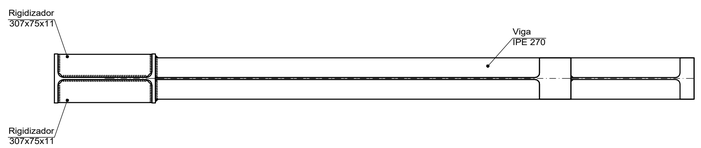


Sección A - A

Alzado

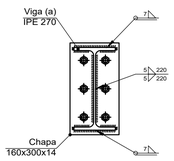


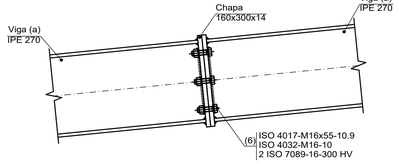
d2.Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 330



Sección B - B

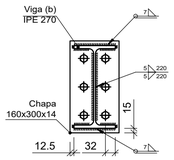
Detalle de soldaduras: Viga (a) IPE 270 a chapa de transición

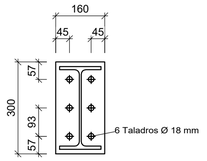




Alzado

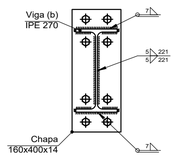
Detalle de soldaduras: Viga (b) IPE 270 a chapa de transición

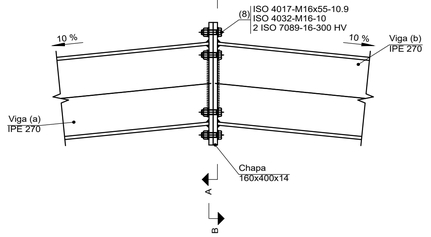




Chapas frontales (e = 14 mm)

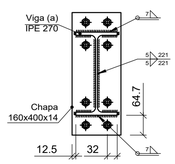
Sección A - A

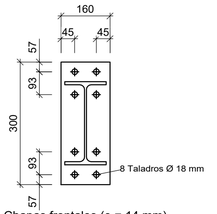




Alzado

Sección B - B





Chapas frontales (e = 14 mm)

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

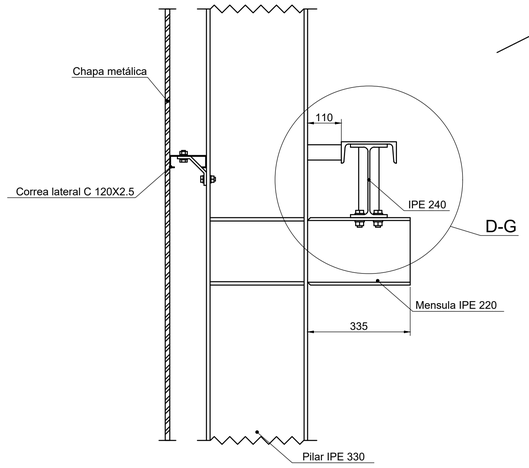
	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542

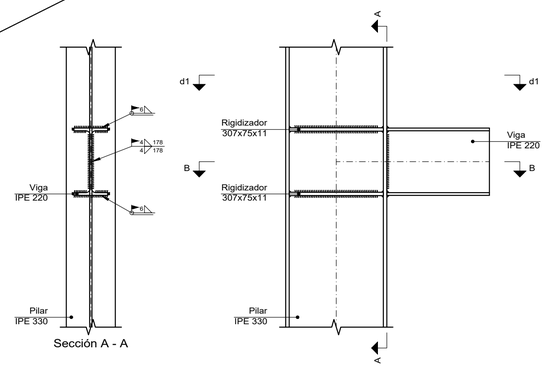
Escala	Titulo	Grado en Ing. Mecánica
1/10 (1/20)	DETALLES II	Plano Nº 15

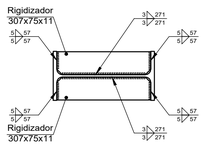
A1

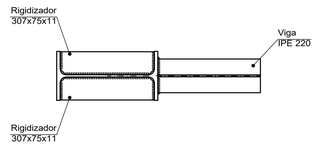
DETALLE 7
E: 1/10



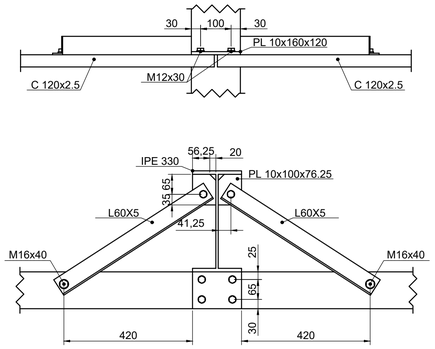
UNIÓN 7 E: 1/10
PILAR - MENSULA



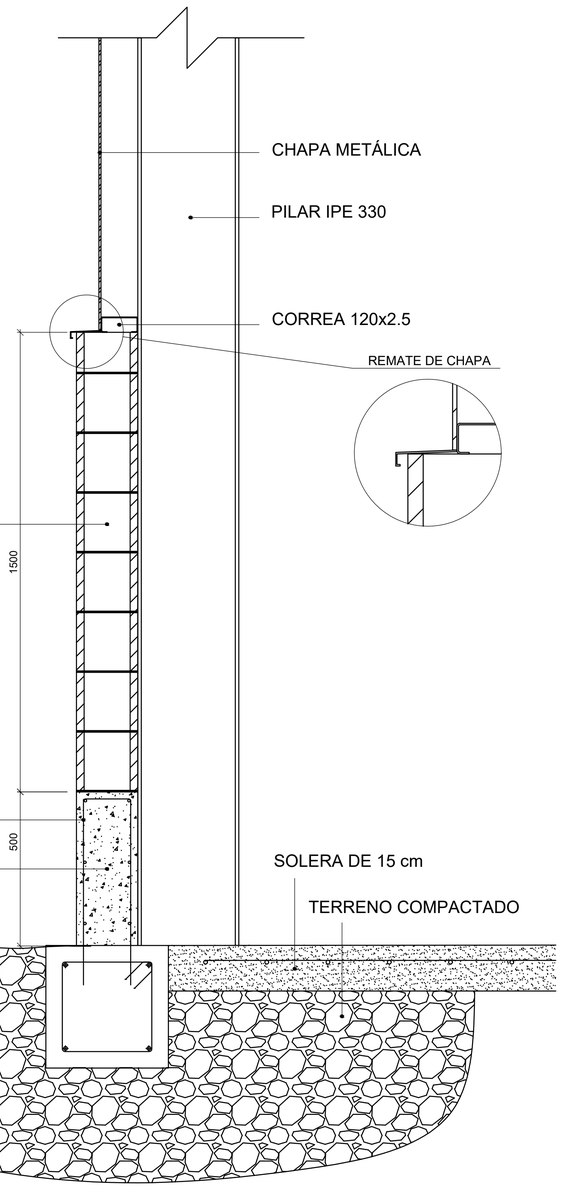


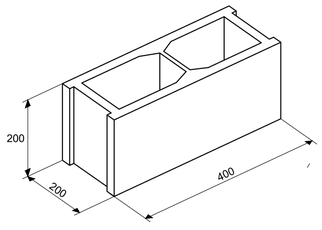


DETALLE H
E: 1/10

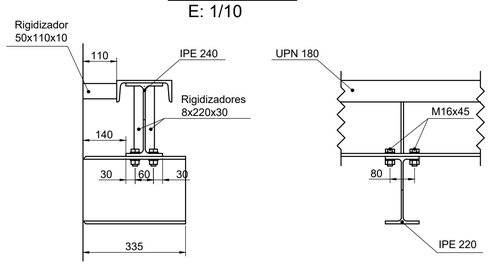


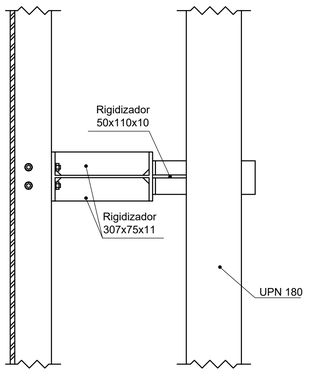
MURO PERIMETRAL
E: 1/10



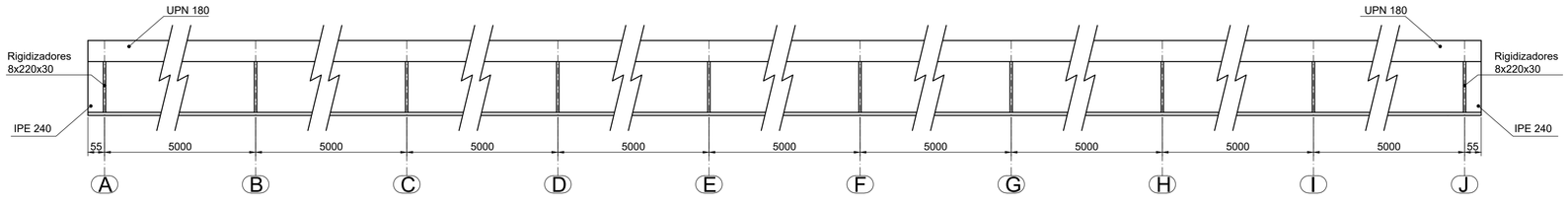


DETALLE G
E: 1/10





VIGA CARRIL
E: 1/10



Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

Escala 1/10

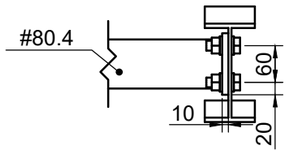
Título: DETALLES III

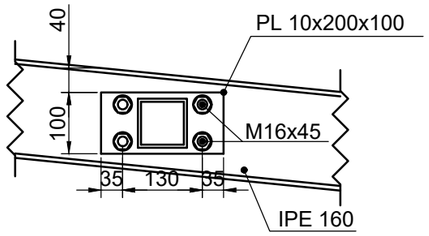
Grado en Ing. Mecánica

Plano Nº 16

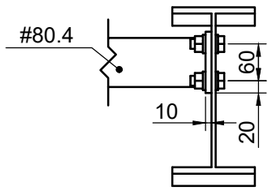
A1

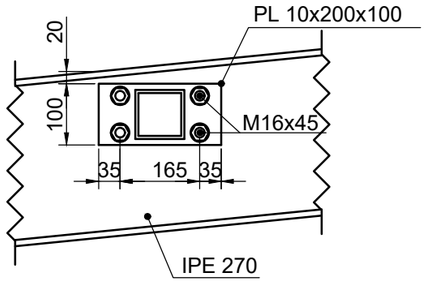
DETALLE L
E: 1/10



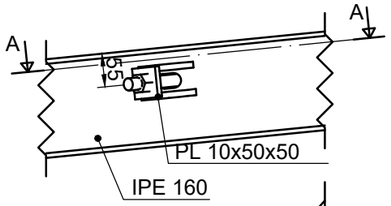


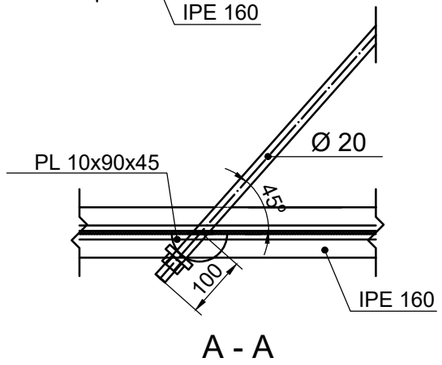
DETALLE M
E: 1/10





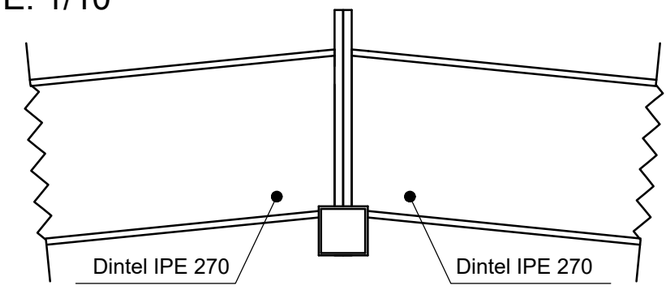
DETALLE N
E: 1/10

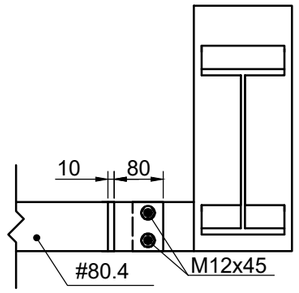


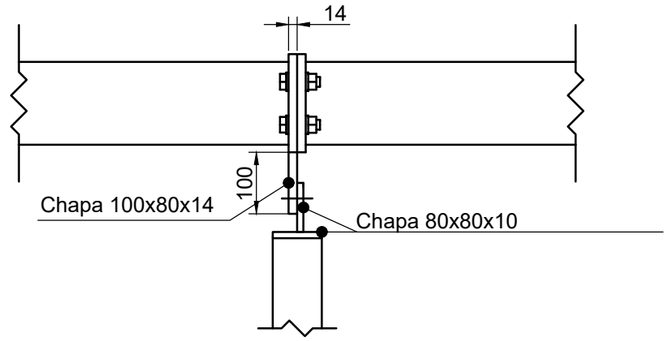


A - A

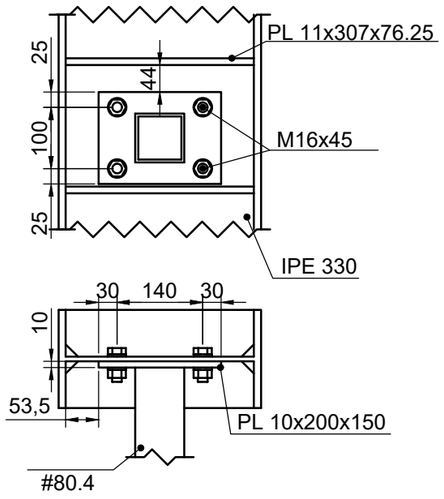
DETALLE O
E: 1/10



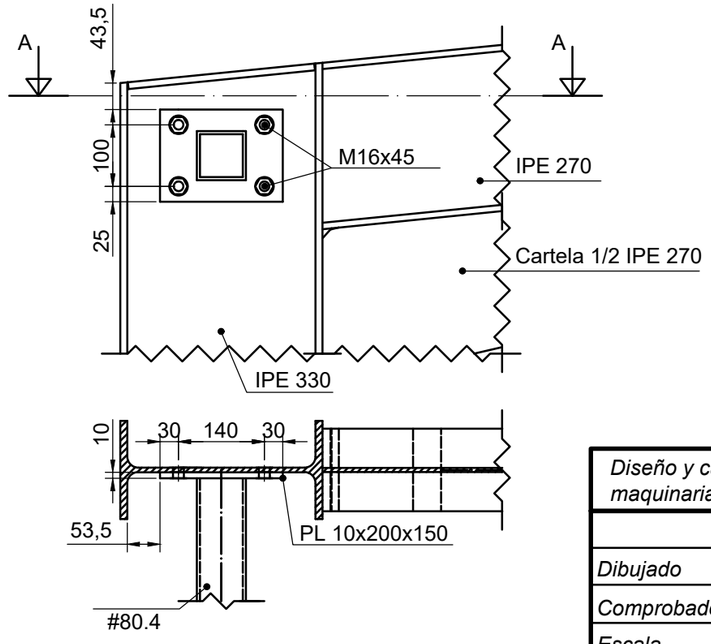




DETALLE I
E: 1/10

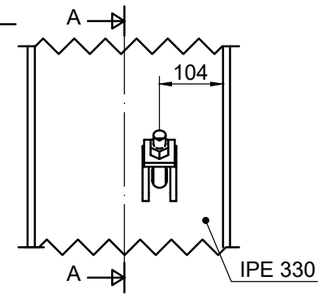


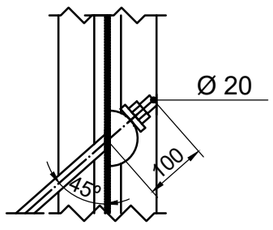
DETALLE J
E: 1/10



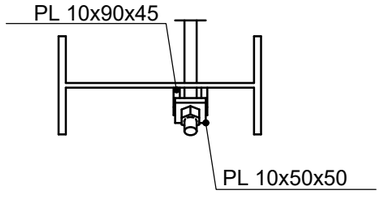
A - A

DETALLE K
E: 1/10





A - A



Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

Grado en Ing. Mecánica

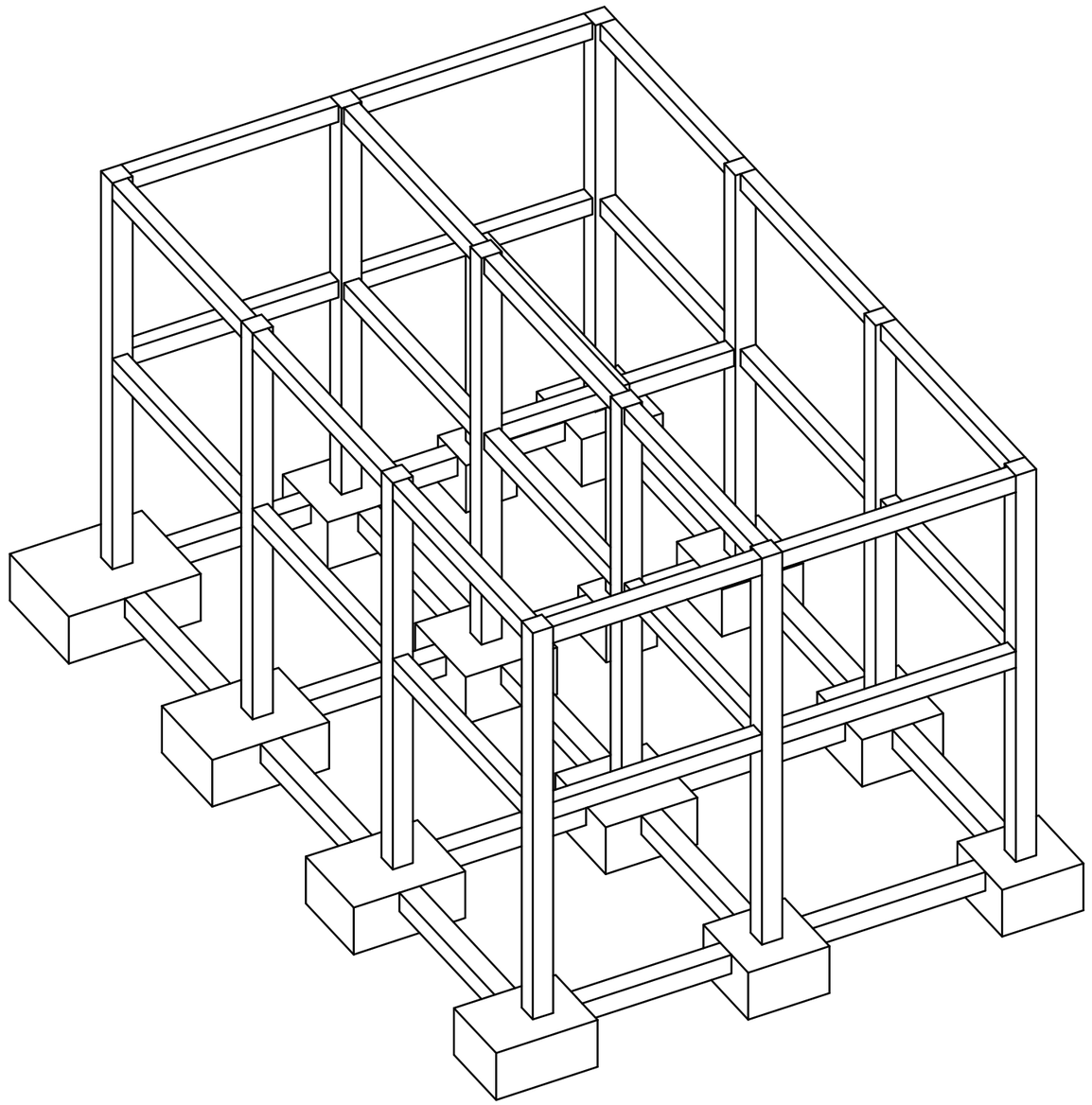
Escala 1/10

Titulo

DETALLES IV

Plano Nº 17

A3



Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza
1542

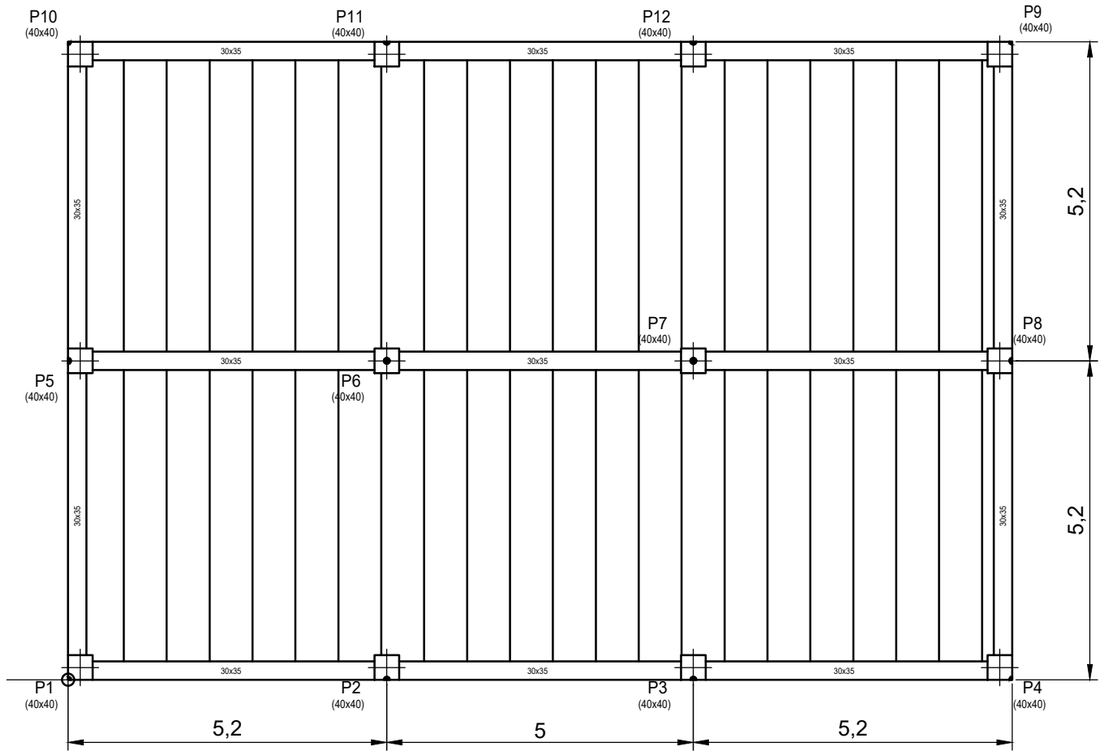
Grado en Ing. Mecánica

Escala: 1/100

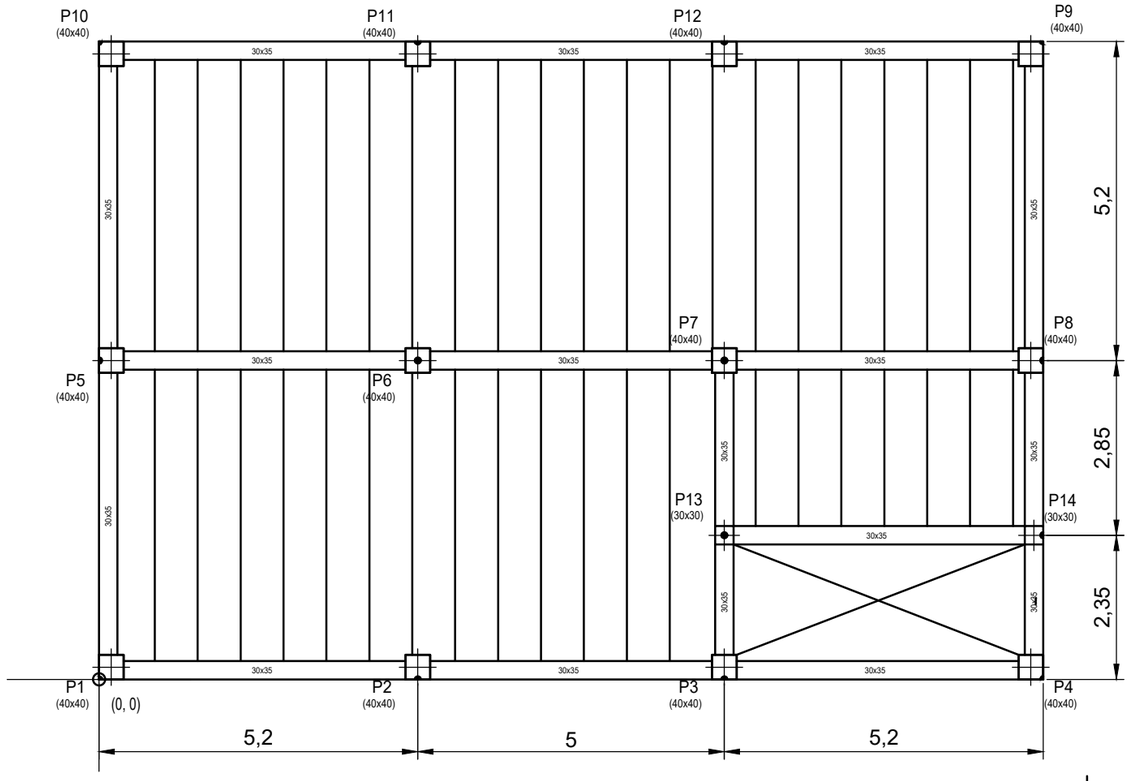
Titulo: OFICINA 3D

Plano Nº 18

A3



FORJADO 2



FORJADO 1

P1=P2=P3=P4=P5=P6=P7 P8=P9=P10=P11=P12	P13=P14

Forjado 2

Ø12

1Ø6(142)

Arm. Long.: 8Ø12		
Estribos: Ø6		
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)
290 a 375	9	10
60 a 290	16	15
0 a 60	10	6

Forjado 1

Ø12

1Ø6(142)

Arm. Long.: 8Ø12 Arranque: 8Ø12		
Estribos: Ø6		
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)
365 a 450	9	10
60 a 365	21	15
0 a 60	10	6
Arranque	3	·

Ø12

1Ø6(102)

Arm. Long.: 4Ø12 Arranque: 4Ø12		
Estribos: Ø6		
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)
365 a 450	9	10
60 a 365	21	15
0 a 60	10	6
Arranque	3	·

Cimentación

Resumen Acero Cuadro de pilares		Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 500 S, Ys=1.15	Ø6	1402.6	342	
	Ø12	1039.7	1015	1357

Cuadro de pilares
Escala 1:50
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Acero en barras: B 500 S, Ys=1.15
Acero en estribos: B 500 S, Ys=1.15

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escala 1/100

Titulo
REPLANTEO DE PILARES

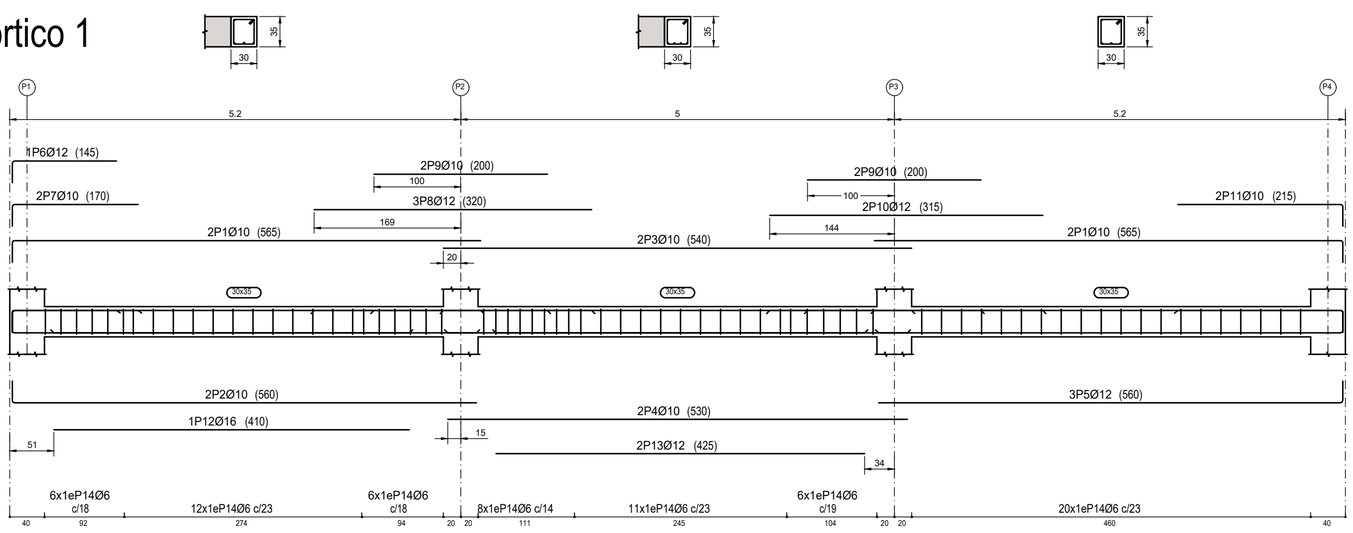
Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542

Grado en Ing. Mecánica

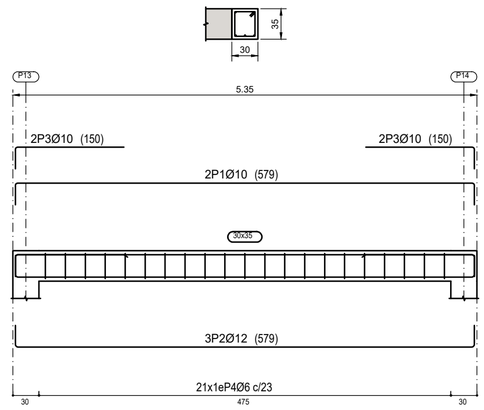
Plano Nº 19

A3

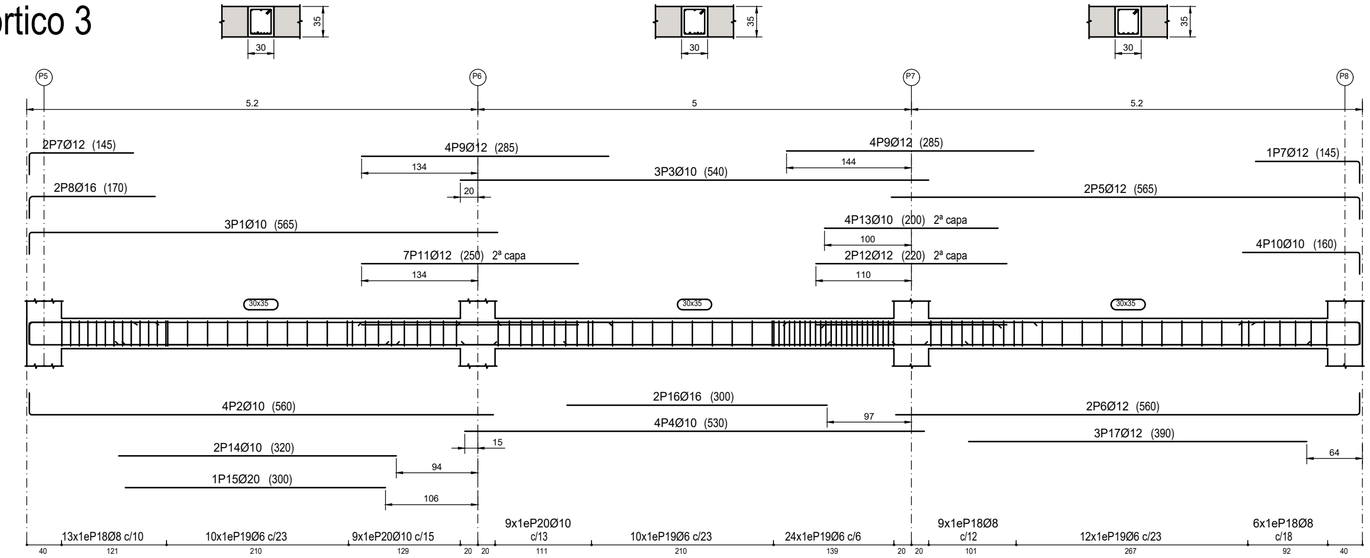
Pórtico 1



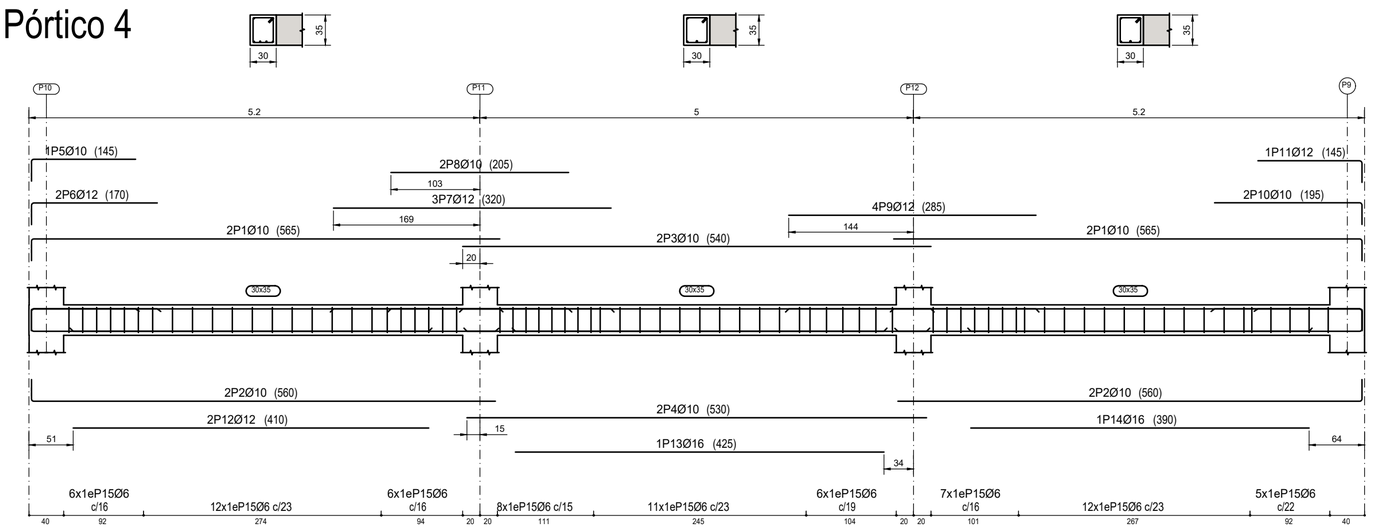
Pórtico 2

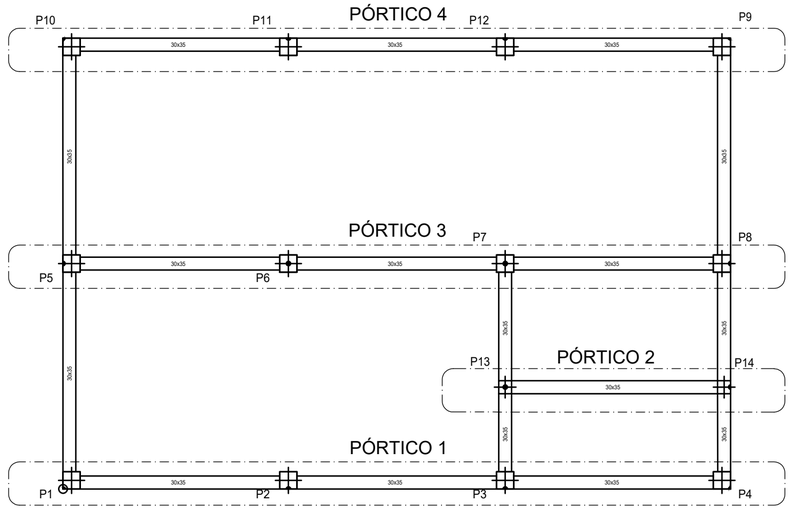


Pórtico 3



Pórtico 4





Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

Escala 1/50

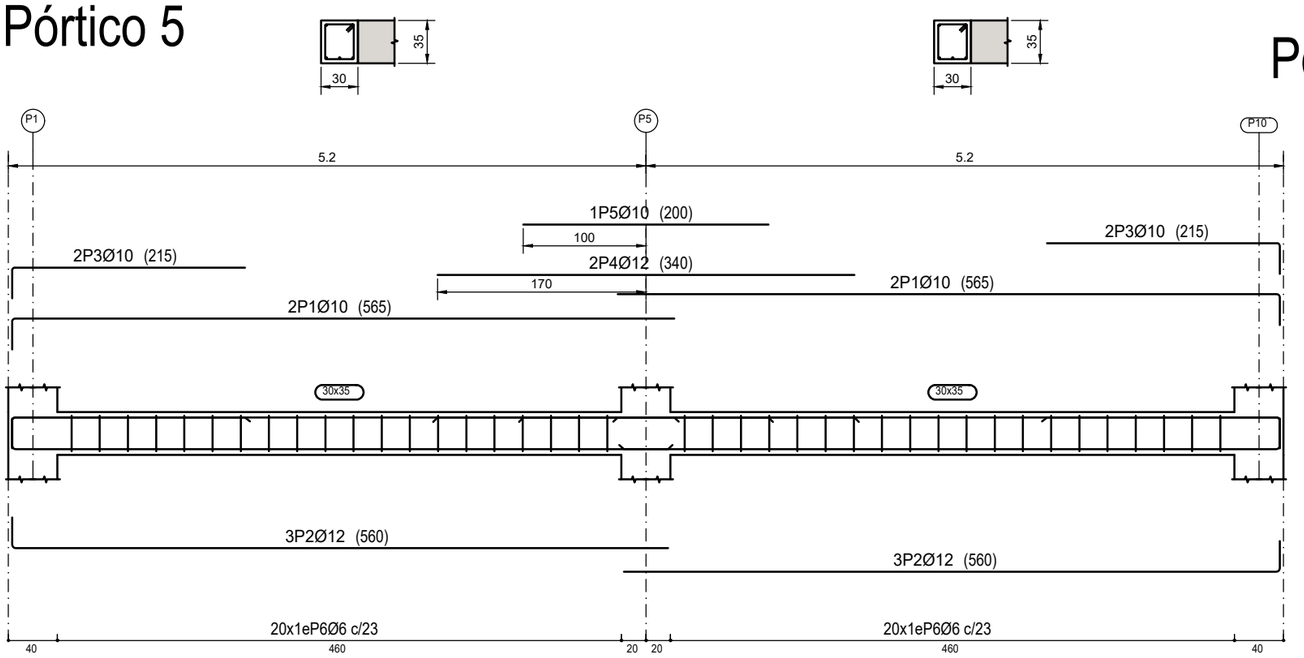
Titulo: PÓRTICOS I. FORJADO 1

Grado en Ing. Mecánica

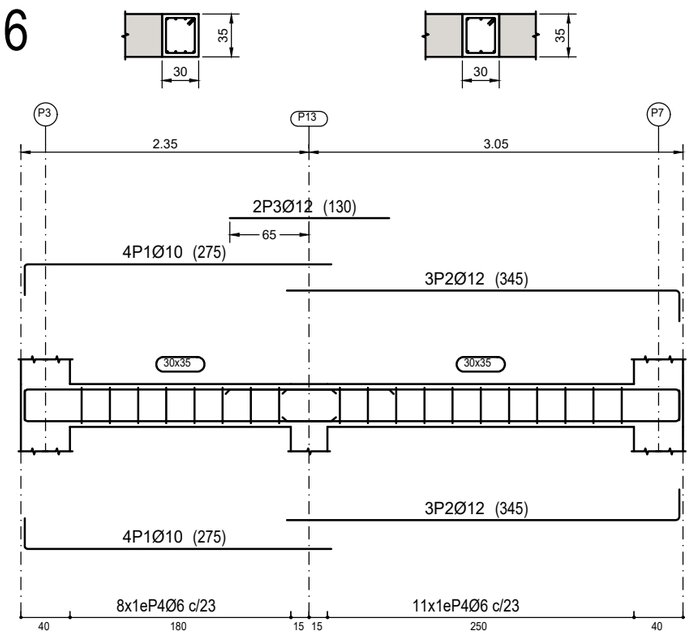
Plano Nº 20

A2

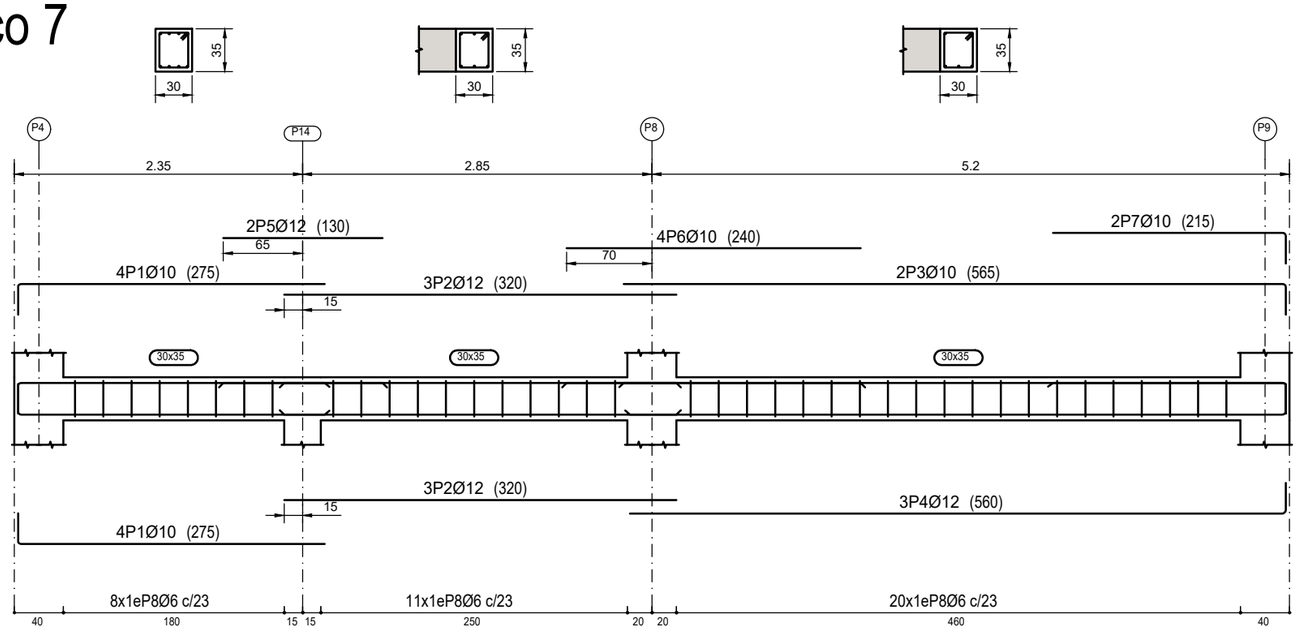
Pórtico 5

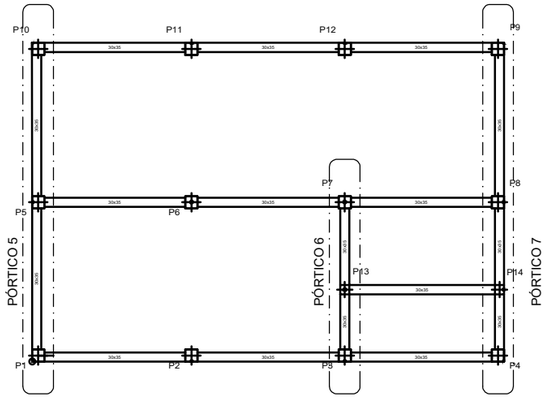


Pórtico 6



Pórtico 7





Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

Escala 1/50

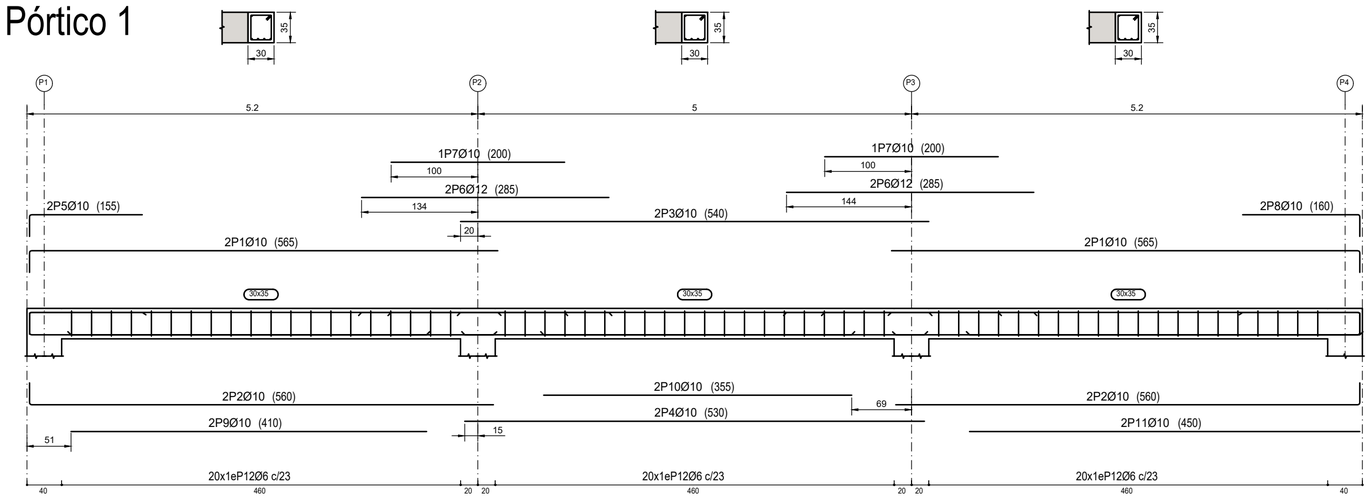
Titulo: PÓRTICOS II. FORJADO 1

Grado en Ing. Mecánica

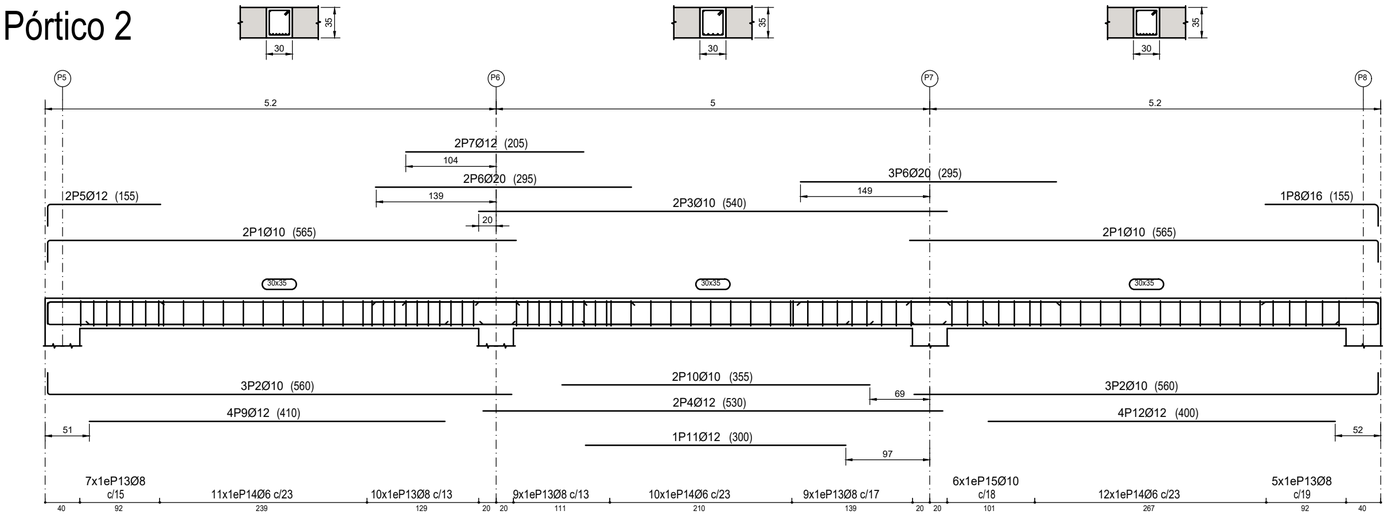
Plano Nº 21

A3

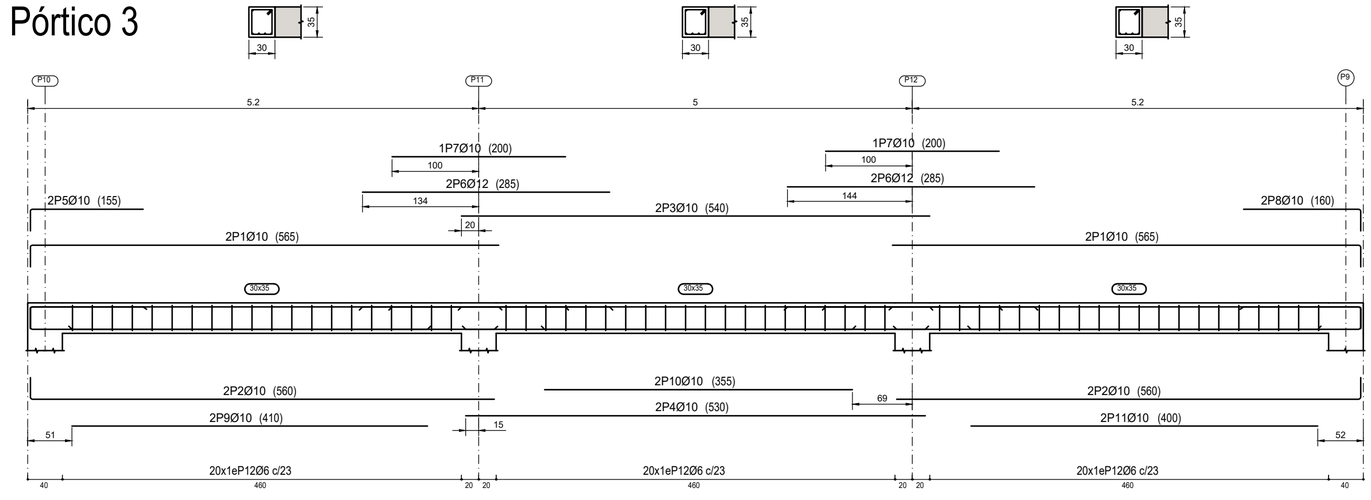
Pórtico 1



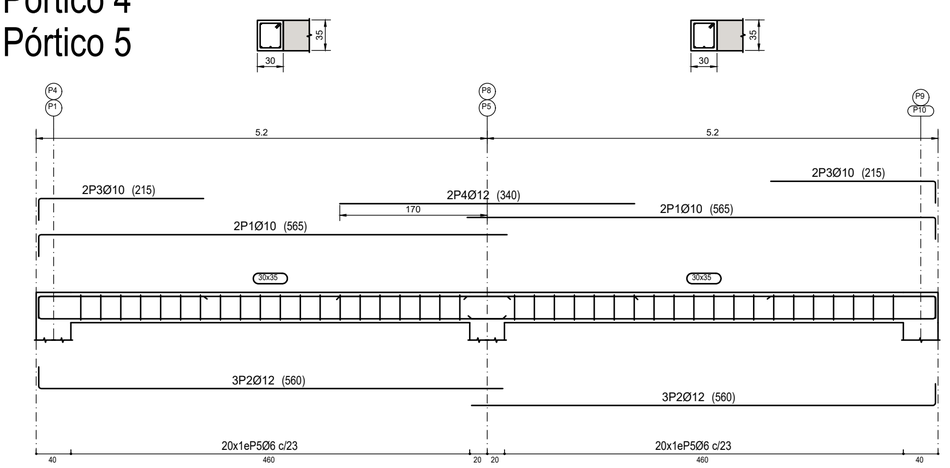
Pórtico 2

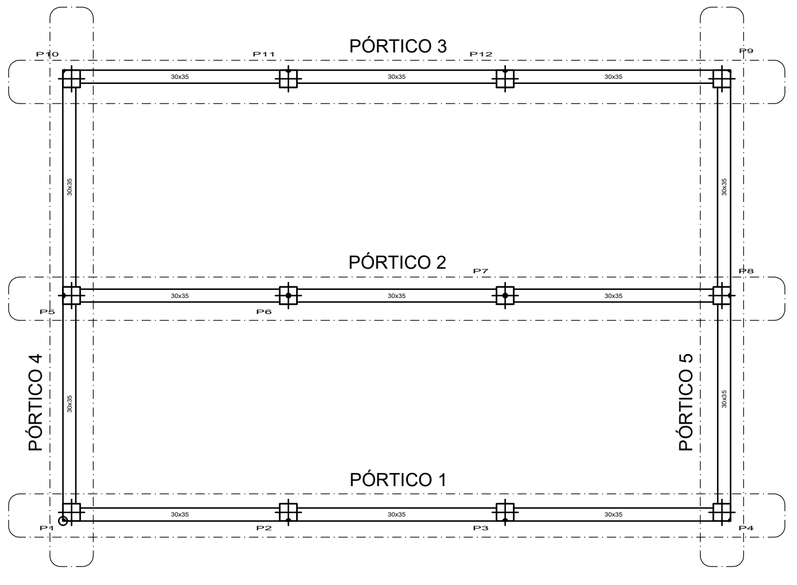


Pórtico 3



Pórtico 4
Pórtico 5





Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542

Escala 1/50

Titulo: PÓRTICOS. FORJADO 2

Grado en Ing. Mecánica

Plano Nº 22

A2

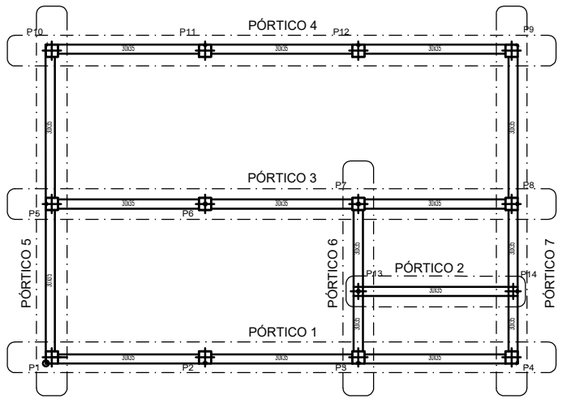
FORJADO 1

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
Pórtico 1	1	Ø10	4	540	565	2260	13.9
	2	Ø10	2	535	560	1120	6.9
	3	Ø10	2	540	540	1080	6.7
	4	Ø10	2	530	530	1060	6.5
	5	Ø12	3	535 K3	560	1680	14.9
	6	Ø12	1	120 K3	145	145	1.3
	7	Ø10	2	145 K3	170	340	2.1
	8	Ø12	3	320	320	960	8.5
	9	Ø10	4	200	200	800	4.9
	10	Ø12	2	315	315	630	5.6
	11	Ø10	2	190 K3	215	430	2.7
	12	Ø16	1	410	410	410	6.5
	13	Ø12	2	425	425	850	7.5
	14	Ø6	69	23 2 6	116	8004	17.8
					Total+10%		116.4
					Ø6:		19.6
					Ø10:		48.1
					Ø12:		41.6
					Ø16:		7.1
					Total:		116.4

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
Pórtico 2	1	Ø10	2	529 K3	579	1158	7.1
	2	Ø12	3	529 K3	579	1737	15.4
	3	Ø10	4	125 K3	150	600	3.7
	4	Ø6	21	23 2 6	116	2436	5.4
					Total+10%		34.8
Pórtico 5	1	Ø10	4	540 K3	565	2260	13.9
	2	Ø12	6	535 K3	560	3360	29.8
	3	Ø10	4	190 K3	215	860	5.3
	4	Ø12	2	340	340	680	6.0
	5	Ø10	1	200	200	200	1.2
	6	Ø6	40	23 2 6	116	4640	10.3
					Total+10%		73.2
Pórtico 6	1	Ø10	8	250 K3	275	2200	13.6
	2	Ø12	6	320 K3	345	2070	18.4
	3	Ø12	2	130	130	260	2.3
	4	Ø6	19	23 K3 6	116	2204	4.9
					Total+10%		43.1
					Ø6:		22.8
					Ø10:		49.3
					Ø12:		79.0
					Total:		151.1

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
Pórtico 7	1	Ø10	8	250 K3	275	2200	13.6
	2	Ø12	6	320	320	1920	17.0
	3	Ø10	2	540 K3	565	1130	7.0
	4	Ø12	3	535 K3	560	1680	14.9
	5	Ø12	2	130	130	260	2.3
	6	Ø10	4	240	240	960	5.9
	7	Ø10	2	190 K3	215	430	2.7
	8	Ø6	39	23 2 6	116	4524	10.0
					Total+10%:		80.7
					Ø6:		11.0
					Ø10:		32.1
					Ø12:		37.6
					Total:		80.7

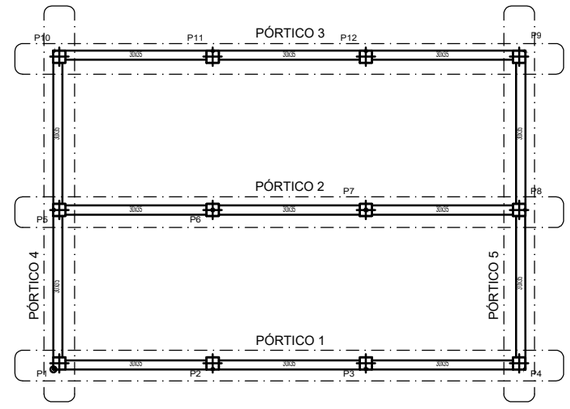
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
Pórtico 3	1	Ø10	3	540 K3	565	1695	10.5
	2	Ø10	4	535 K3	560	2240	13.8
	3	Ø10	3	540	540	1620	10.0
	4	Ø10	4	530	530	2120	13.1
	5	Ø12	2	540 K3	565	1130	10.0
	6	Ø12	2	535 K3	560	1120	9.9
	7	Ø12	3	120 K3	145	435	3.9
	8	Ø16	2	145 K3	170	340	5.4
	9	Ø12	8	285	285	2280	20.2
	10	Ø10	4	135 K3	160	640	3.9
	11	Ø12	7	250	250	1750	15.5
	12	Ø12	2	220	220	440	3.9
	13	Ø10	4	200	200	800	4.9
	14	Ø10	2	320	320	640	3.9
	15	Ø20	1	300	300	300	7.4
	16	Ø16	2	300	300	600	9.5
	17	Ø12	3	390	390	1170	10.4
	18	Ø8	28	23 2 6	119	3332	13.1
	19	Ø6	56	23 2 6	116	6496	14.4
	20	Ø10	18	23 2 10	122	2196	13.5
					Total+10%		216.9
Pórtico 4	1	Ø10	4	540 K3	565	2260	13.9
	2	Ø10	4	535 K3	560	2240	13.8
	3	Ø10	2	540	540	1080	6.7
	4	Ø10	2	530	530	1060	6.5
	5	Ø10	1	120 K3	145	145	0.9
	6	Ø12	2	145 K3	170	340	3.0
	7	Ø12	3	320	320	960	8.5
	8	Ø10	2	205	205	410	2.5
	9	Ø12	4	285	285	1140	10.1
	10	Ø10	2	170 K3	195	390	2.4
	11	Ø12	1	120 K3	145	145	1.3
	12	Ø12	2	410	410	820	7.3
	13	Ø16	1	425	425	425	6.7
	14	Ø16	1	390	390	390	6.2
	15	Ø6	73	23 2 6	116	8468	18.8
					Total+10%		119.5
					Ø6:		36.5
					Ø8:		14.4
					Ø10:		132.4
					Ø12:		114.3
					Ø16:		30.6
					Ø20:		8.2
					Total:		336.4



FORJADO 2

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
Pórtico 1	1	Ø10	4	540 K3	565	2260	13.9
	2	Ø10	4	535 K3	560	2240	13.8
	3	Ø10	2	540	540	1080	6.7
	4	Ø10	2	530	530	1060	6.5
	5	Ø10	2	130 K3	155	310	1.9
	6	Ø12	4	285	285	1140	10.1
	7	Ø10	2	200	200	400	2.5
	8	Ø10	2	135 K3	160	320	2.0
	9	Ø10	2	410	410	820	5.1
	10	Ø10	2	355	355	710	4.4
	11	Ø10	2	450	450	900	5.5
	12	Ø6	60	23 2 6	116	6960	15.4
					Total+10%		96.6
					Ø6:		17.0
					Ø10:		68.5
					Ø12:		11.1
					Total:		96.6

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
Pórtico 2	1	Ø10	4	540 K3	565	2260	13.9
	2	Ø10	6	535 K3	560	3360	20.7
	3	Ø10	2	540	540	1080	6.7
	4	Ø12	2	530	530	1060	9.4
	5	Ø12	2	130 K3	155	310	2.8
	6	Ø20	5	295	295	1475	36.4
	7	Ø12	2	205	205	410	3.6
	8	Ø16	1	130 K3	155	155	2.4
	9	Ø12	4	410	410	1640	14.6
	10	Ø10	2	355	355	710	4.4
	11	Ø12	1	300	300	300	2.7
	12	Ø12	4	400	400	1600	14.2
	13	Ø8	40	23 2 6	119	4760	18.8
	14	Ø6	33	23 2 6	116	3828	8.5
	15	Ø10	6	23 2 6	122	732	4.5
					Total+10%		180.0
Pórtico 3	1	Ø10	4	540 K3	565	2260	13.9
	2	Ø10	4	535 K3	560	2240	13.8
	3	Ø10	2	540	540	1080	6.7
	4	Ø10	2	530	530	1060	6.5
	5	Ø10	2	130 K3	155	310	1.9
	6	Ø12	4	285	285	1140	10.1
	7	Ø10	2	200	200	400	2.5
	8	Ø10	2	135 K3	160	320	2.0
	9	Ø10	2	410	410	820	5.1
	10	Ø10	2	355	355	710	4.4
	11	Ø10	2	400	400	800	4.9
	12	Ø6	60	23 2 6	116	6960	15.4
					Total+10%		95.9
Pórtico 4=Pórtico 5	1	Ø10	4	540 K3	565	2260	13.9
	2	Ø12	6	535 K3	560	3360	29.8
	3	Ø10	4	190 K3	215	860	5.3
	4	Ø12	2	340	340	680	6.0
	5	Ø6	40	23 2 6	116	4640	10.3
					Total+10% (x2):		71.8 143.6
					Ø6:		48.9
					Ø8:		20.7
					Ø10:		165.3
					Ø12:		142.0
					Ø16:		2.6
					Ø20:		40.0
					Total:		419.5



Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

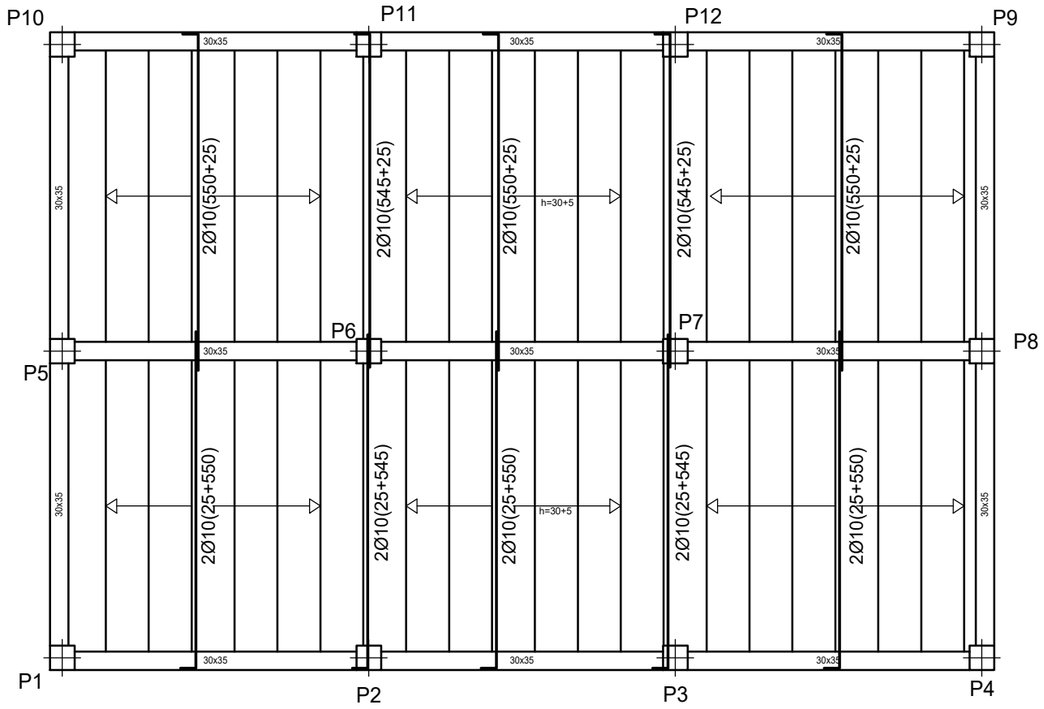
Escala 1/50

Titulo: TABLAS DE ARMADO DE FORJADO 1 y 2

Grado en Ing. Mecánica

Plano Nº 23

FORJADO 2



FORJADO 1

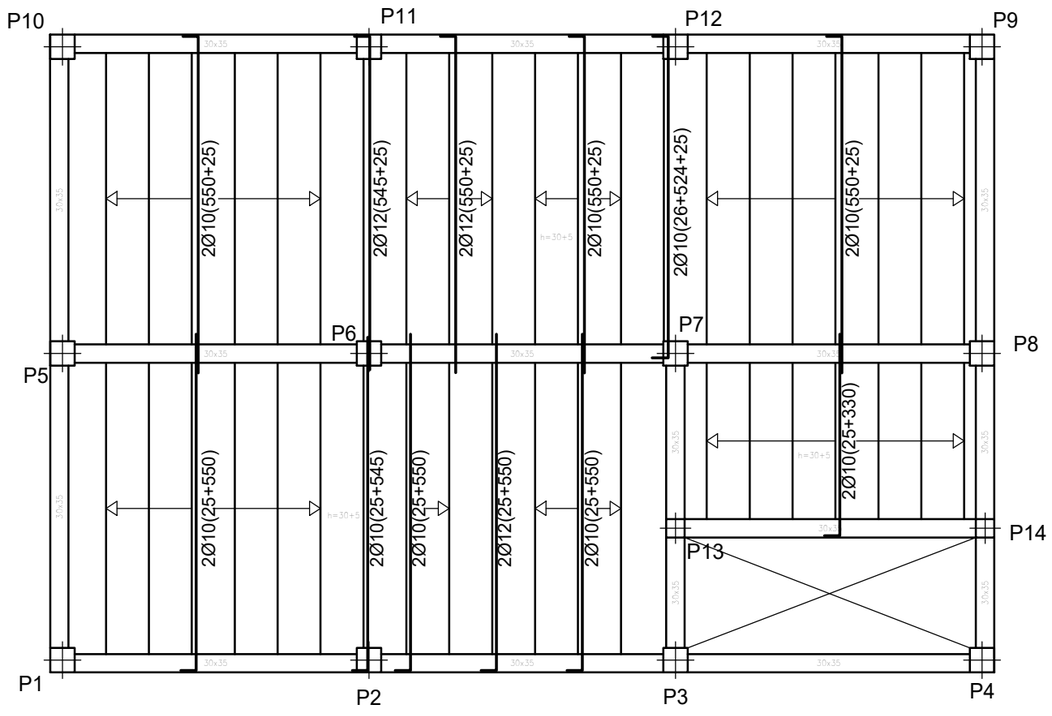


TABLA DE CARACTERÍSTICAS DE FORJADOS DE VIGUETAS
FORJADO DE VIGUETAS IN SITU
Canto de bovedilla: 30 cm
Espesor de la capa compresión: 5 cm
Intereje: 70 cm
Ancho del nervio: 12 cm
Ancho de la base: 12 cm
Bovedilla: 30+5
Peso propio: 4,03 kN/m2

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escala 1/100

Titulo: FORJADO DE VIGUETAS. ARMADO POSITIVOS

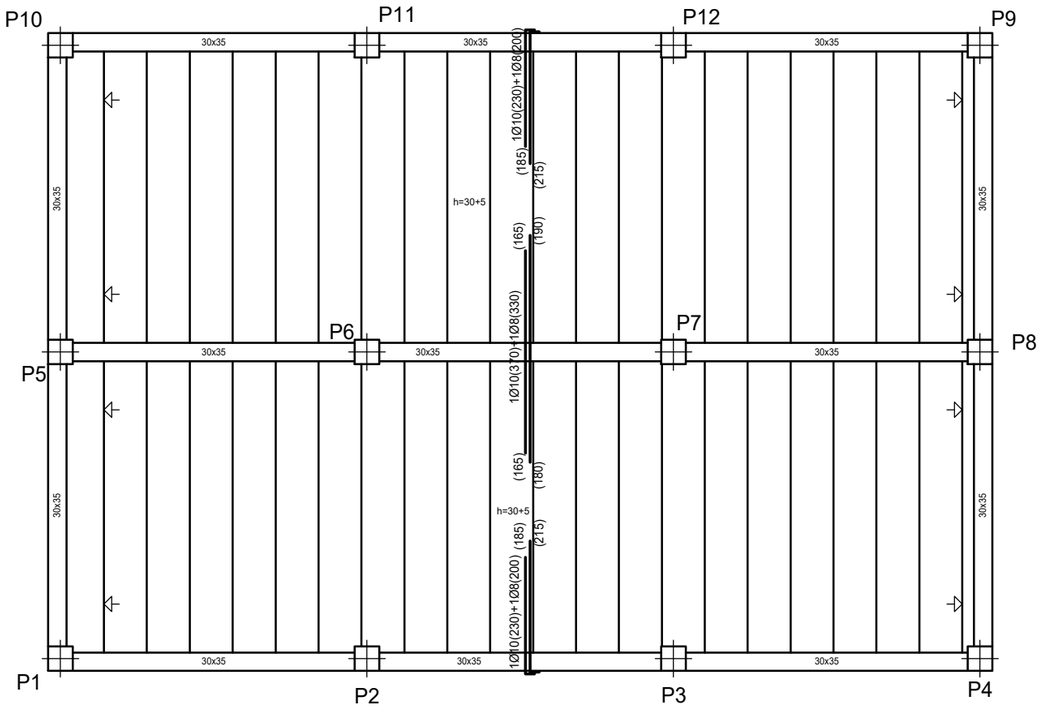
Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

Grado en Ing. Mecánica

Plano Nº 24

A3

FORJADO 2



FORJADO 1

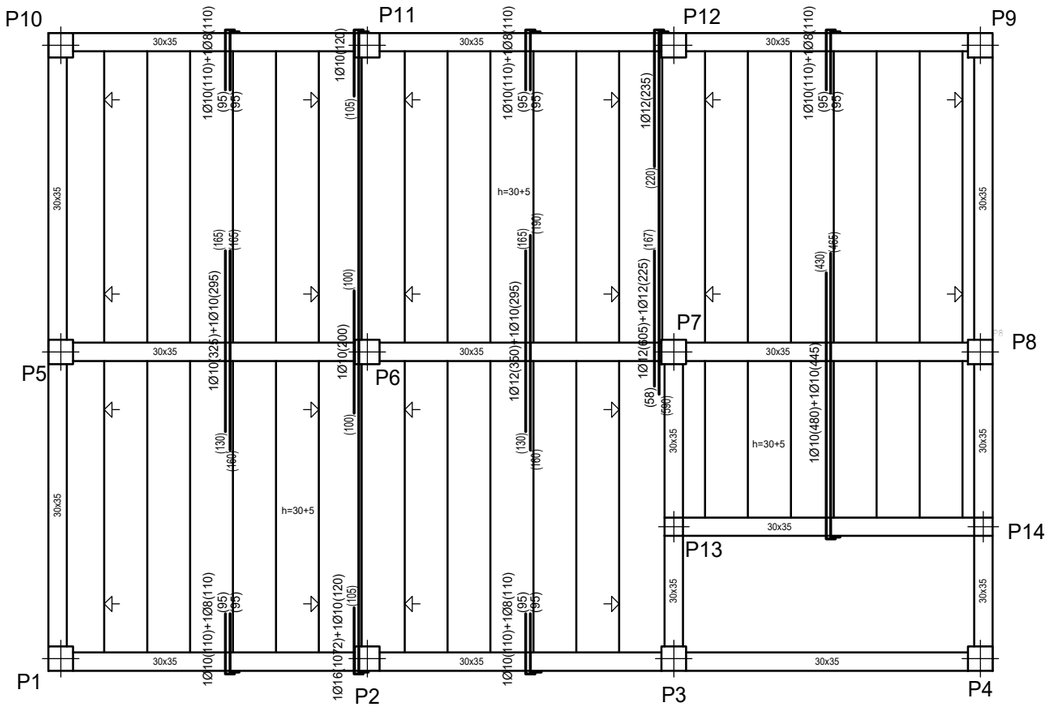


TABLA DE CARACTERÍSTICAS DE FORJADOS DE VIGUETAS
FORJADO DE VIGUETAS IN SITU
Canto de bovedilla: 30 cm
Espesor de la capa compresión: 5 cm
Intereje: 70 cm
Ancho del nervio: 12 cm
Ancho de la base: 12 cm
Bovedilla: 30+5
Peso propio: 4,03 kN/m2

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escala 1/100

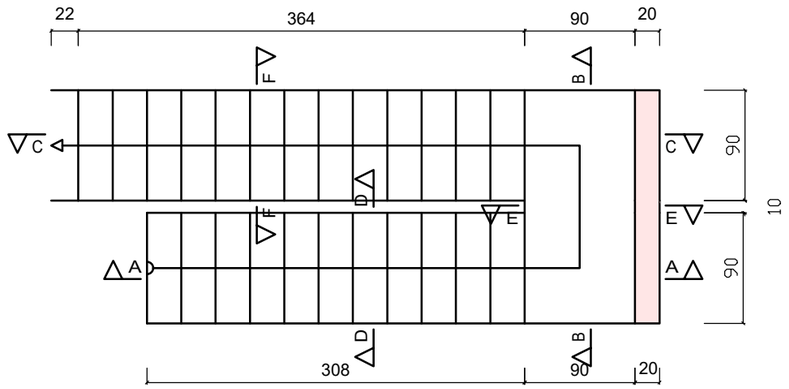
Titulo: FORJADO DE VIGUETAS. ARMADO NEGATIVOS

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

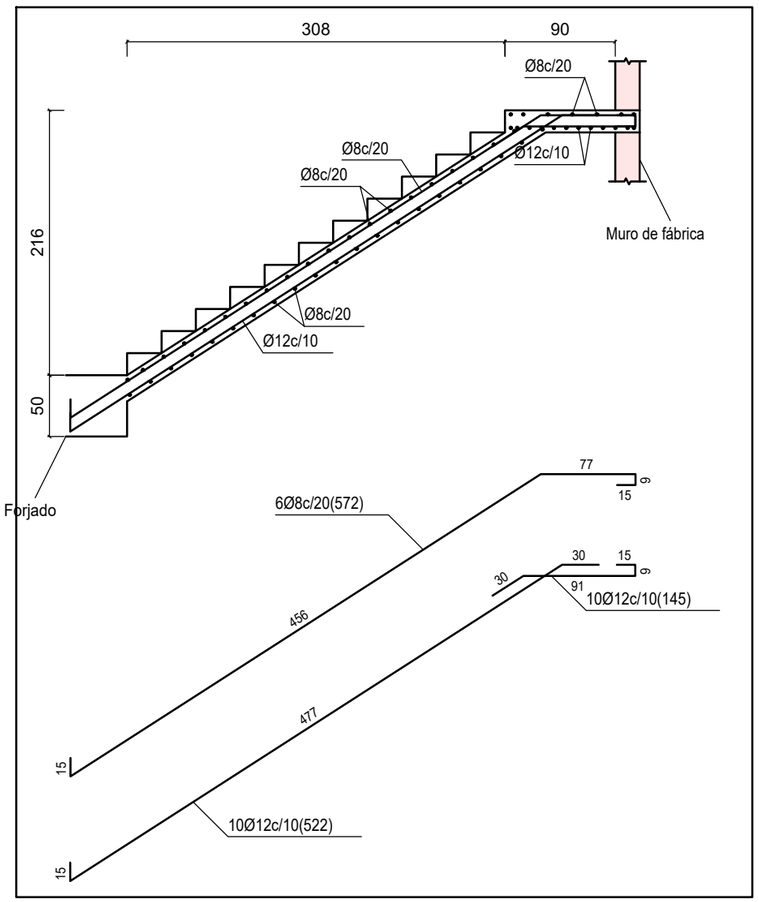
Grado en Ing. Mecánica

Plano Nº 25

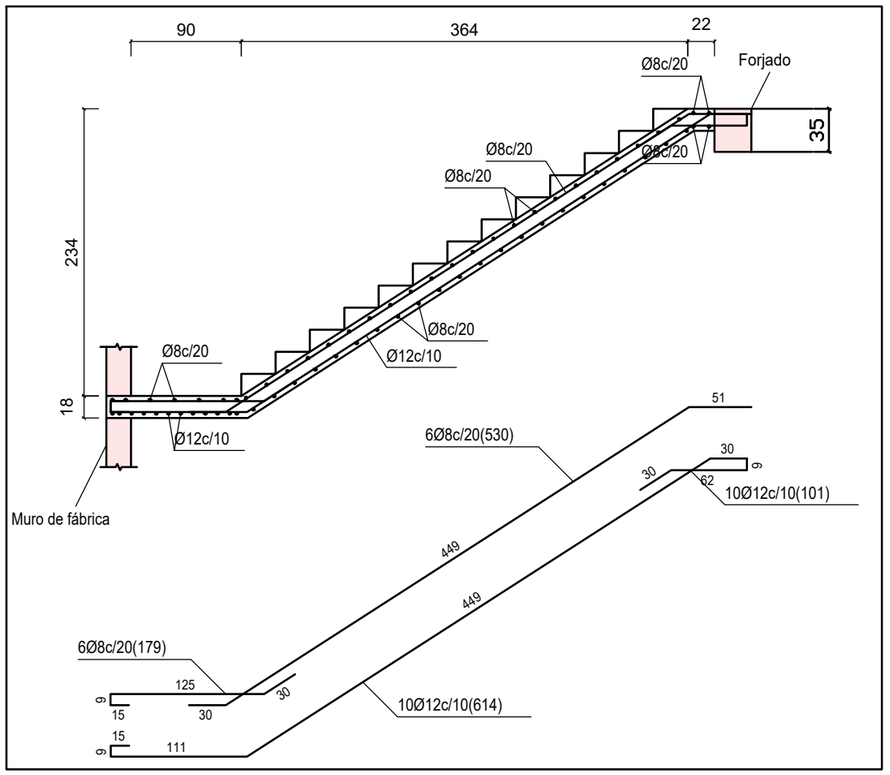
A3



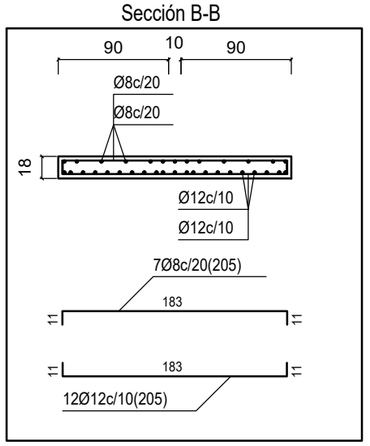
Sección A-A



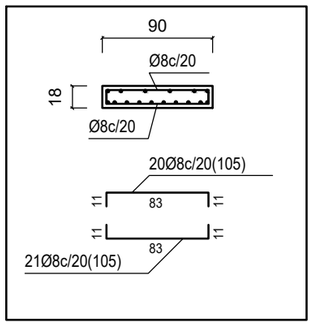
Sección C-C



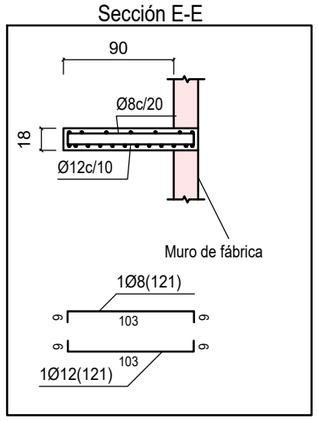
Sección B-B



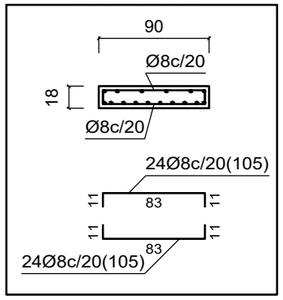
Sección D-D



Sección E-E



Sección F-F

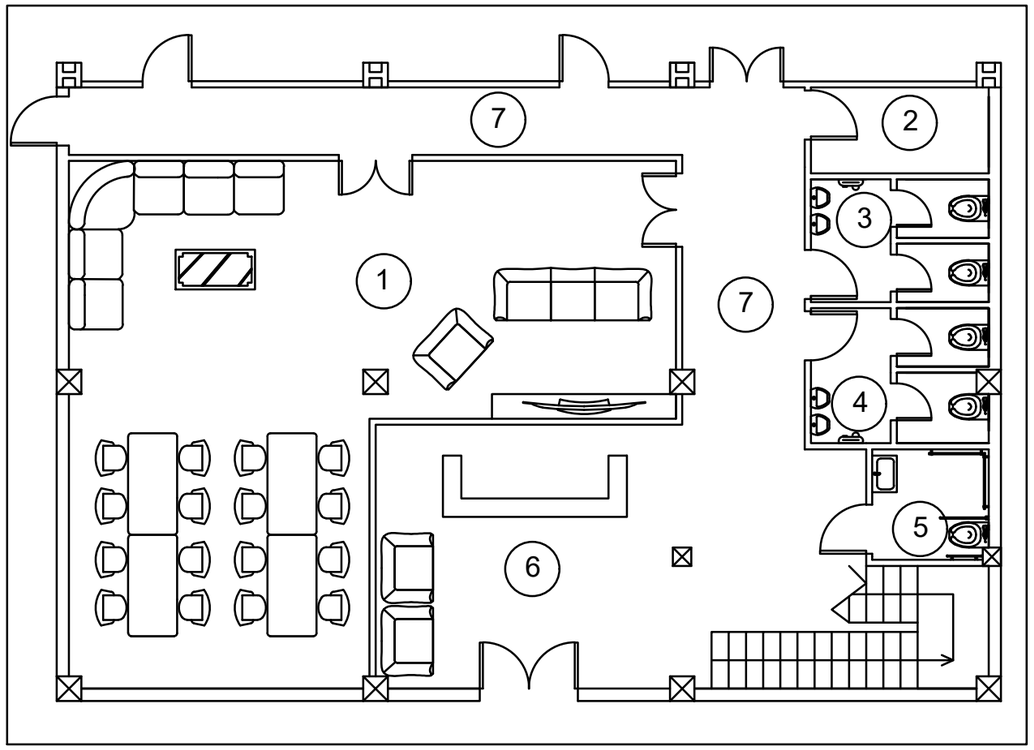


ESCALERA		
Geometría	Ámbito	0.900 m
	Espesor	0.18 m
	Huella	0.280 m
	Contrahuella	0.180 m
	Desnivel que salva	4.50 m
	Nº de escalones	25
	Planta final	Forjado 1
	Planta inicial	Cimentación
Cargas	Peso propio	4.41 kN/m2
	Peldañeado (Realizado con ladrillo)	1.19 kN/m2
	Solado	1.00 kN/m2
	Barandillas	3.00 kN/m
	Sobrecarga de uso	3.00 kN/m2
Materiales	Hormigón	HA-25, Yc=1.5
	Acero	B 500 S, Ys=1.15
	Rec. geométrico	3.0 cm

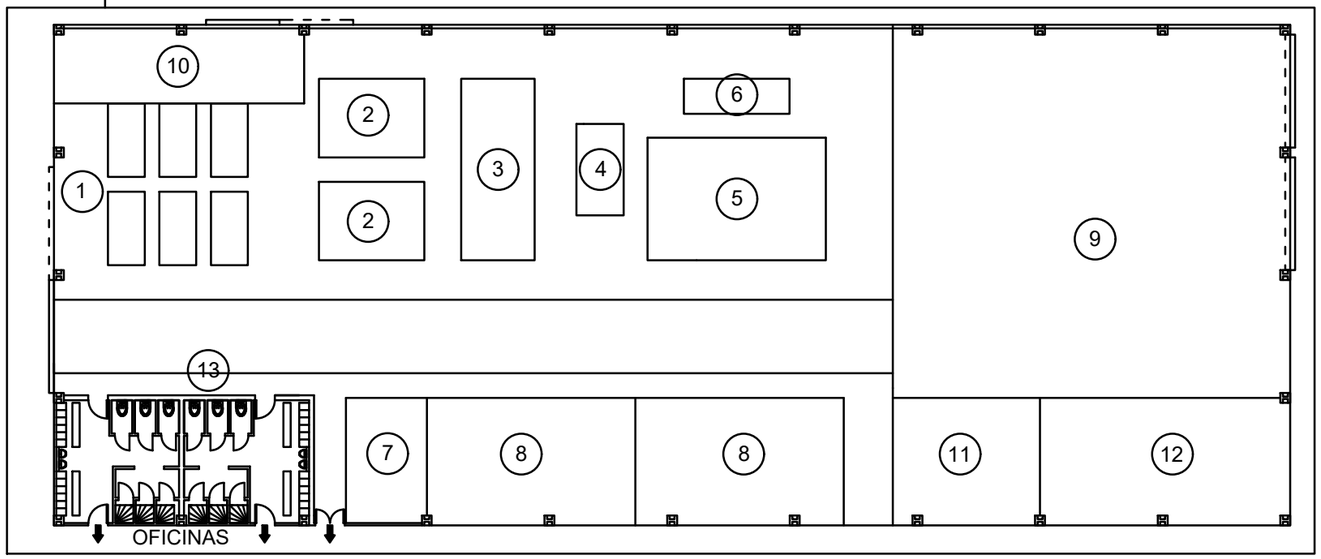
Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA		Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
Escala 1/20	Titulo ESCALERA			Grado en Ing. Mecánica
				Plano Nº 26

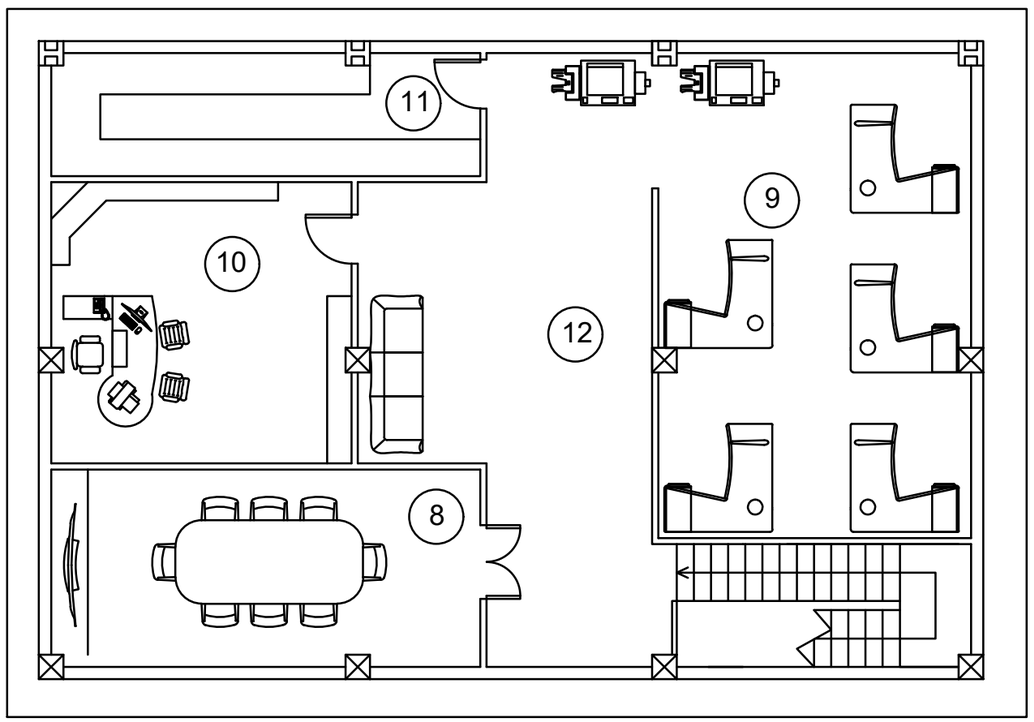
A3



PLANTA BAJA | E: 1/100



NAVE INDUSTRIAL | E: 1/250



PLANTA PRIMERA | E: 1/100

Sectores (Oficina, Pl. Baja)	m^2
(1) Comedor	62,80
(2) Cuarto de Limpieza	4,06
(3) Aseo Mujeres	5,57
(4) Aseo Hombres	6,06
(5) Aseo Minusvalidos	3,40
(6) Recepción	28,75
(7) Pasillo	21,92
Supercifie util Pl. Baja	**132,56**
Superficie construida Pl. Baja	**160**
Sectores (Oficina, Pl. Primera)	m^2
(8) Sala Reuniones	22,40
(9) Sala de Administración	40,00
(10) Despacho	22,33
(11) Archivador	13,89
(12) Pasillo	37,14
Supercifie util Pl. Primera	**135,76**
Superficie construida Pl. Primera	**160**

Superficies (Nave Industrial)	m^2
(1) Almacén de chapas	23,76
(2) Cortadora Laser	27,52
(3) Chapas cortadas	22,20
(4) Plegadora Hidráulica	6,00
(5) Chapas Plegadas	36,40
(6) Curvadora de chapas	6,12
(7) Carretillas elevadoras	17,20
(8) Soldadura	88,40
(9) Almacen de productos acabados	245,00
(10) Carga/Descarga	22,50
(11) Inspección	31,00
(12) Pintura	50,00
(13) Vestuarios	52,50
Superficie construida	**1.000**

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	*Nombre*	*Firma:*
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escala S/P

Titulo

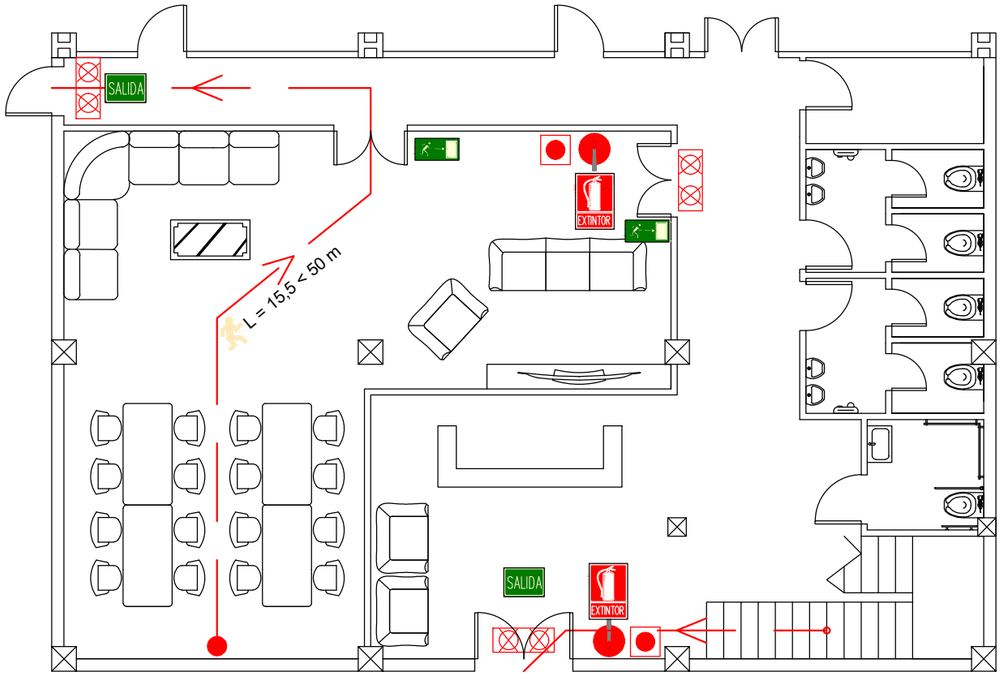
DISTRIBUCIÓN

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542

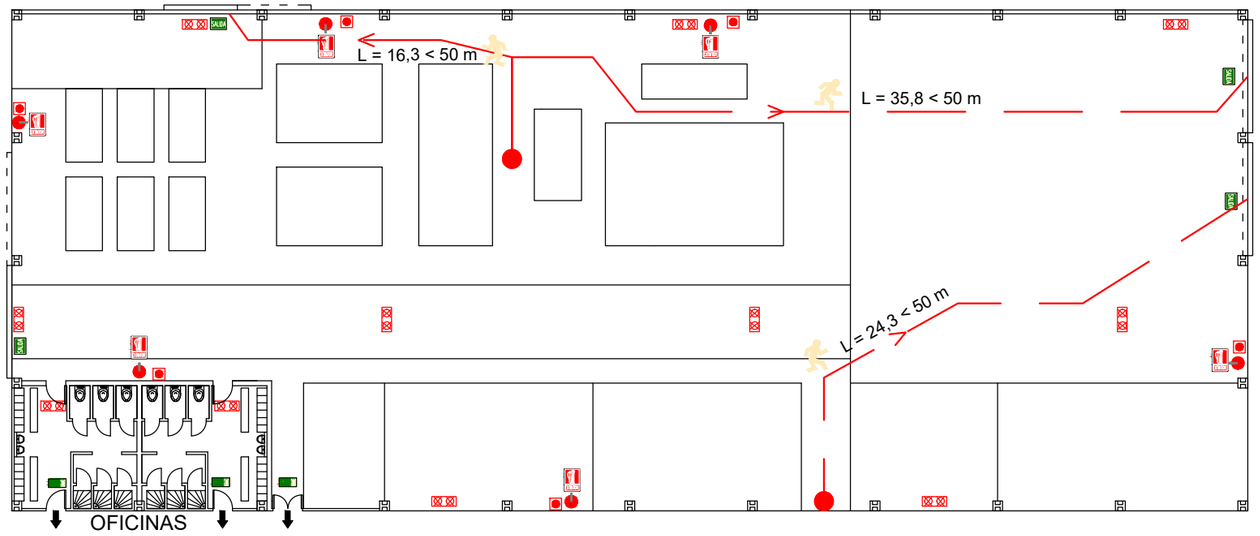
Grado en Ing. Mecánica

Plano Nº 27

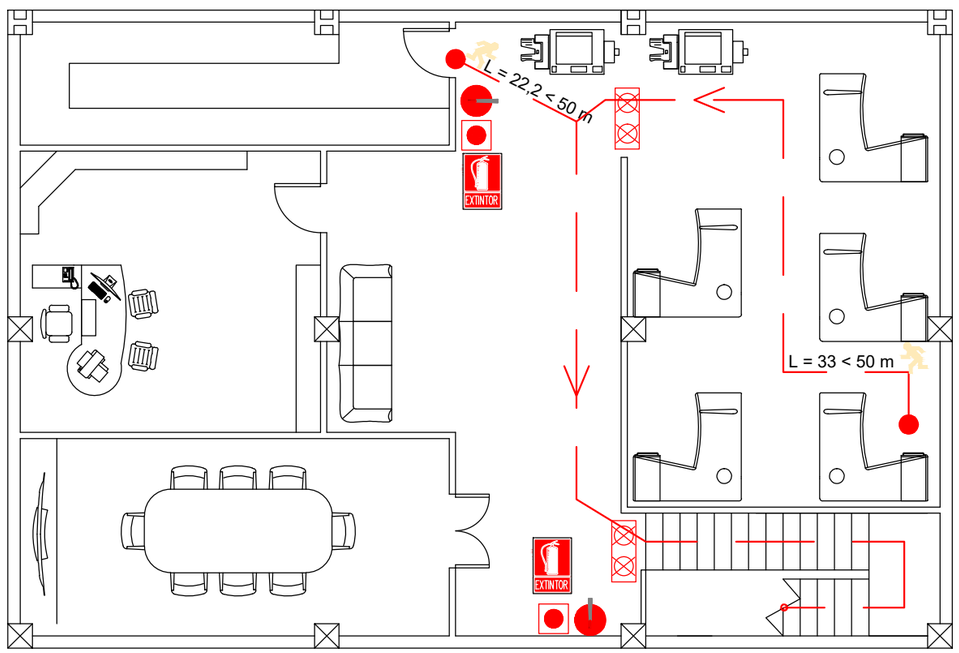
A3



PLANTA BAJA | E: 1/100



NAVE INDUSTRIAL | E: 1/250



PLANTA PRIMERA | E: 1/100

SIMBOLOGÍA PROTECCIÓN INCENDIOS

- ALUMBRADO DE EMERGENCIA
- EXTINTOR DE POLVO 21 A
- SEÑAL DE EXTINTOR
- SISTEMAS MANUALES DE ALARMA DE ENCENDIDO
- SEÑAL DE SALIDA DE EMERGENCIA
- SEÑAL DE SALIDA

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

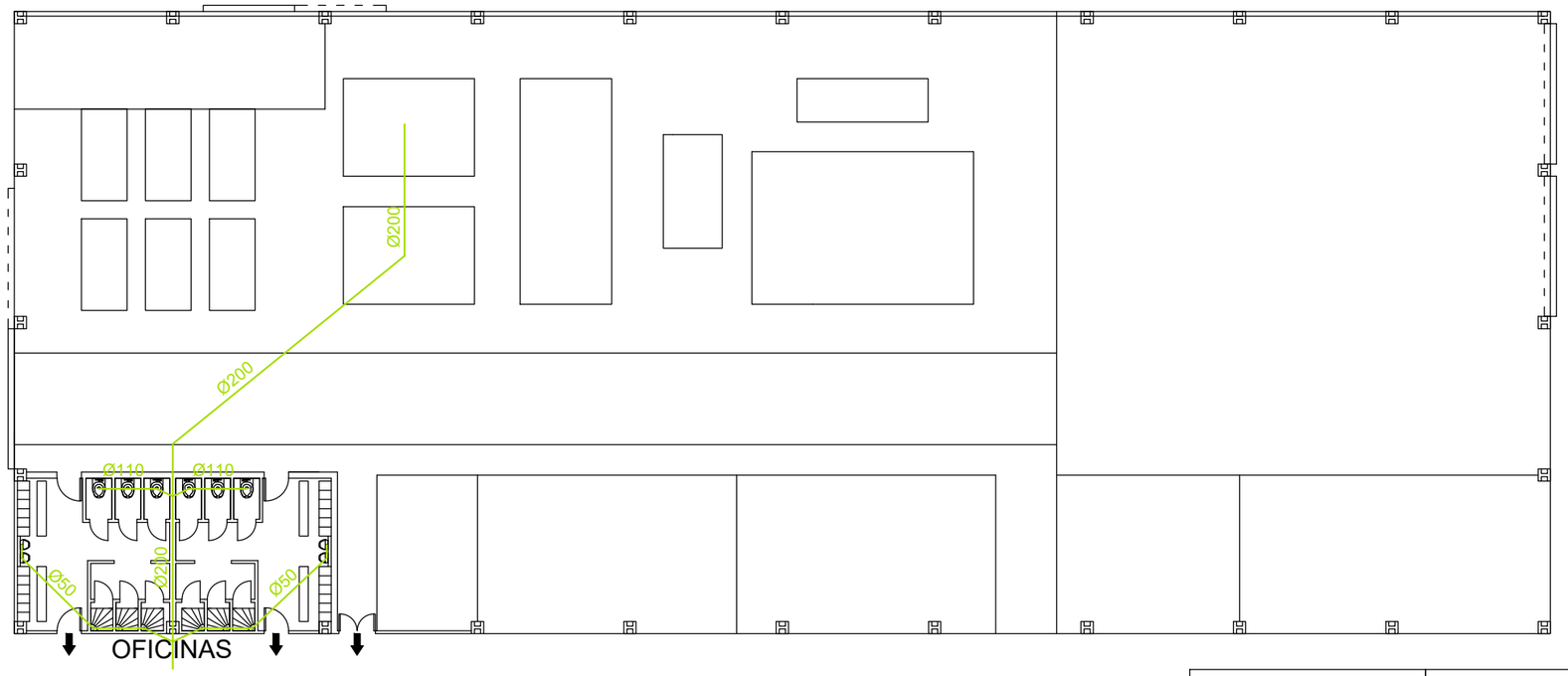
Escala: S/P

Titulo: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

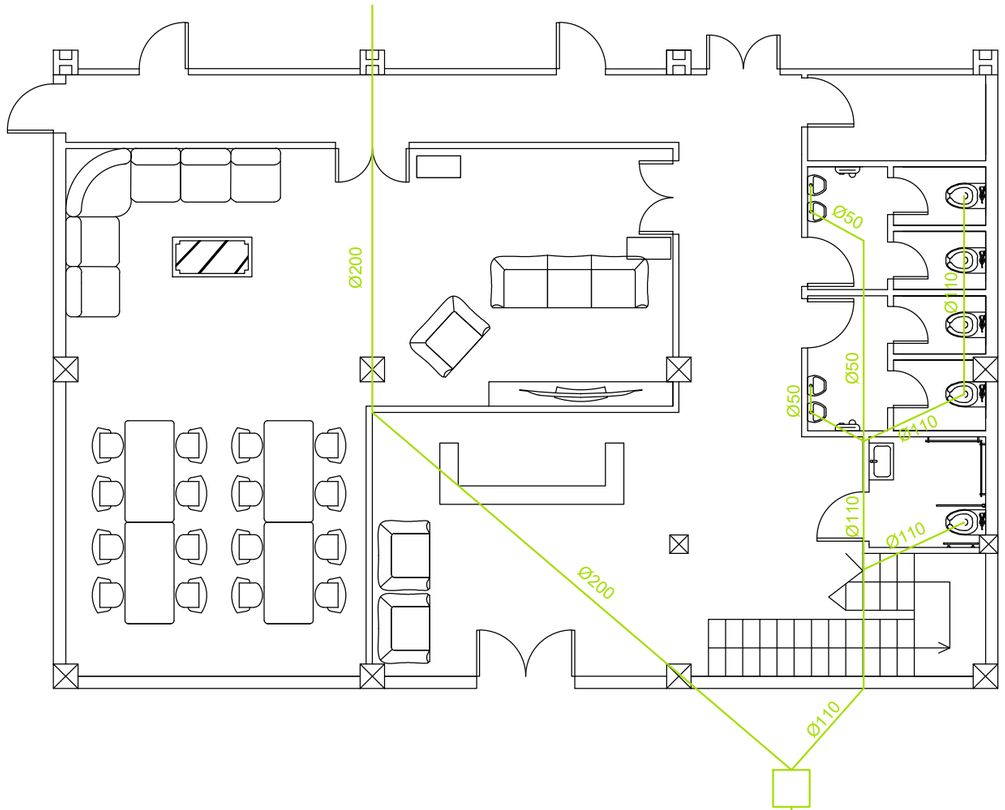
Grado en Ing. Mecánica

Plano Nº 28

A3



NAVE INDUSTRIAL | E: 1/200



PLANTA BAJA | E: 1/100

LEYENDA SANEAMIENTO

TUBO DE SANEAMIENTO

DUCHAS: Ø50 mm
LAVAMANOS: Ø50 mm
INODOROS: Ø110 mm
MAQUINARIA: Ø200 mm

ARQUETA GENERAL

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

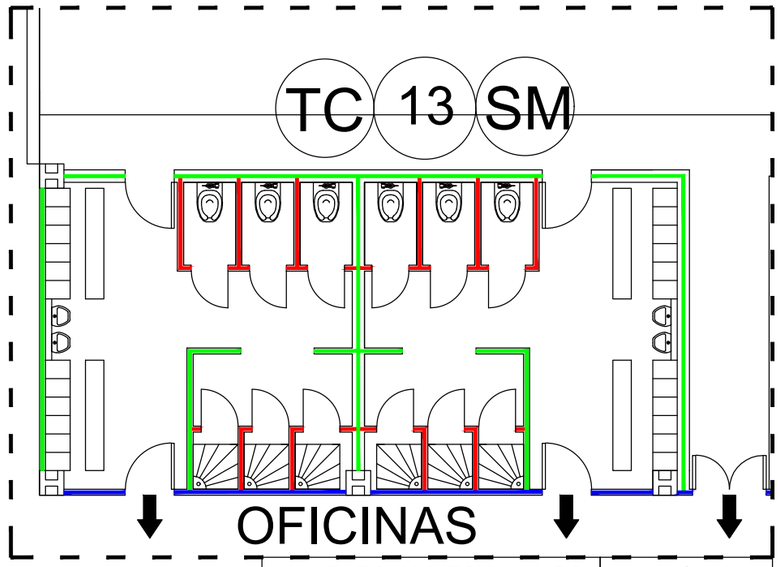
Escala: S/P

Titulo: SANEAMIENTO

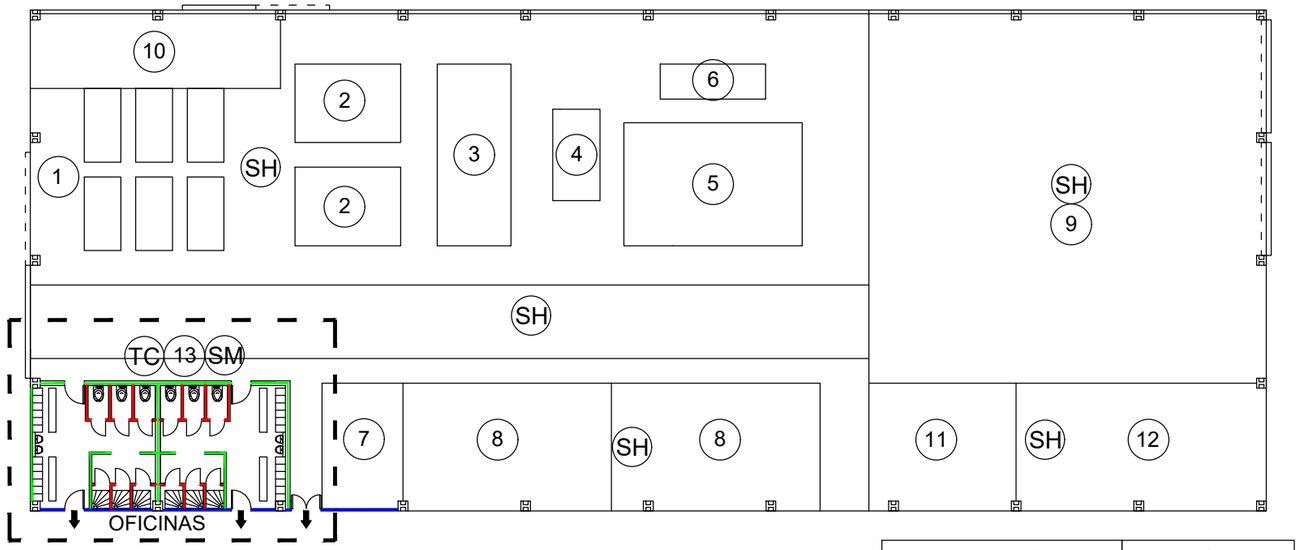
Grado en Ing. Mecánica

Plano Nº 29

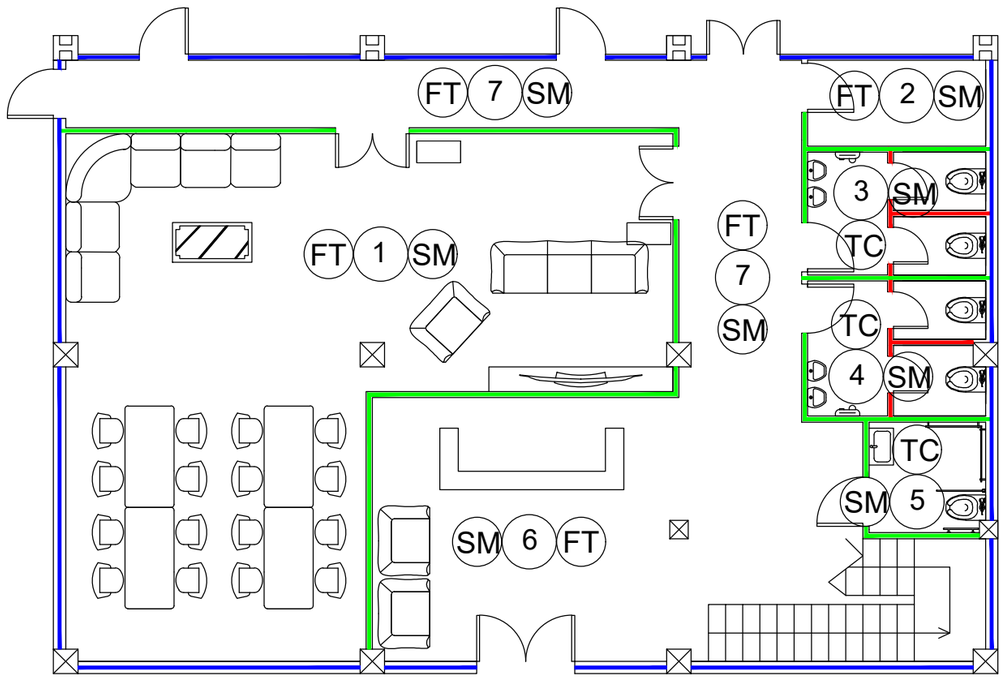
A3



NAVE. ZONA VESTUARIOS | E: 1/100



NAVE INDUSTRIAL | E: 1/250



PLANTA BAJA | E: 1/100

LEYENDA. CALIDADES			
FT	Falso Techo; Placas 100x60		Cerramiento Prefabricado
TC	Techo Continuo Escayola		Enlucido de yeso - 15 mm y Acabado
SH	Solera de Hormigón - 15 cm		Hoja de fabrica de ladrillo - 65 mm Enlucido de yeso - 15 cm y Acabado
SM	Suelo de Tablas de Madera		Panel aligerado de yeso - 70 mm

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	*Nombre*	*Firma:*
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA	
Comprobado			

Escala S/P

Titulo

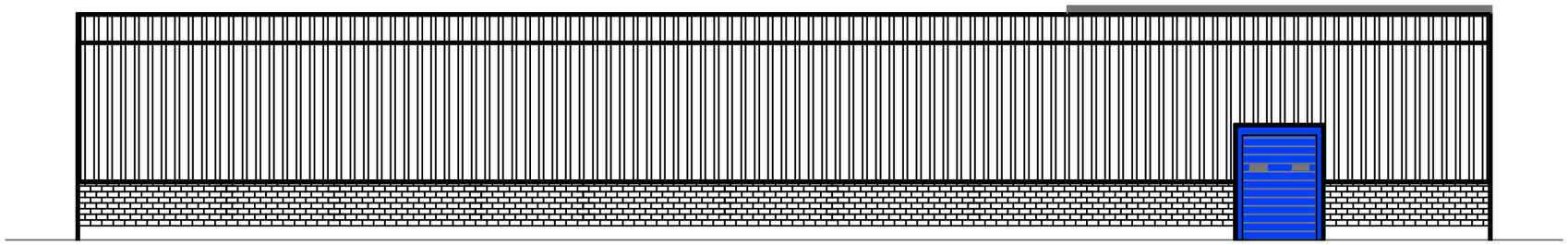
CARPINTERÍA Y CALIDADES

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

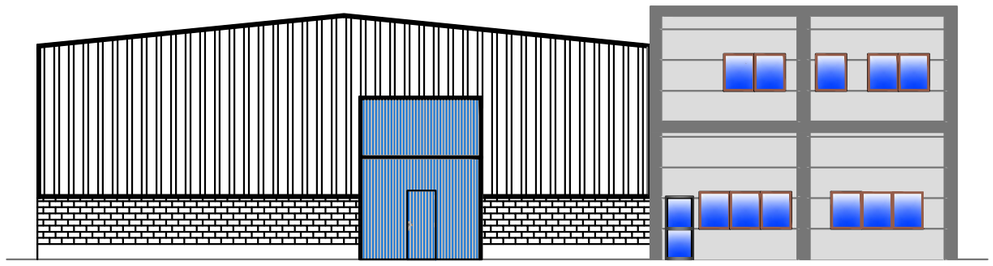
Grado en Ing. Mecánica

Plano Nº 30

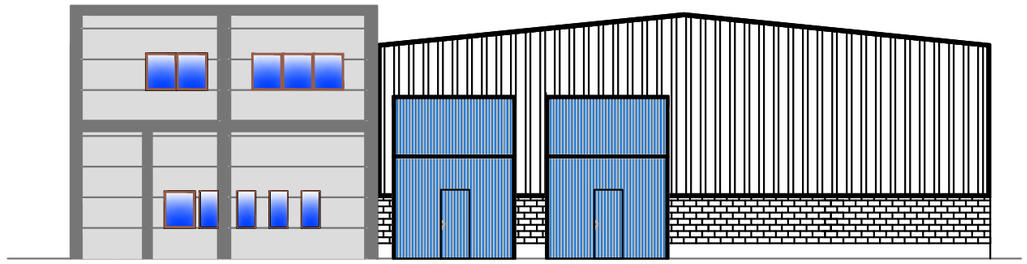
FACHADA ESTE



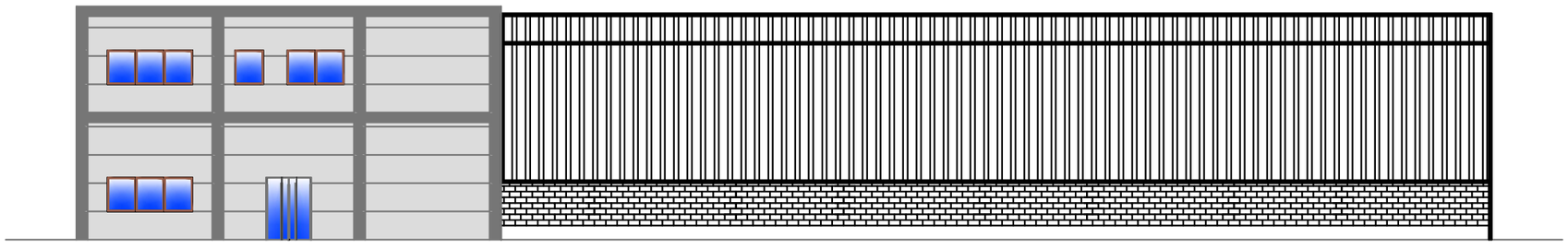
FACHADA NORTE



FACHADA SUR



FACHADA OESTE



Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina, destinadas a la fabricación de cazos de pala de maquinaria agrícola

	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	15/09/2022	IAGO BUETAS MATA		
Comprobado				Grado en Ing. Mecánica
Escala 1/200	Titulo ALZADOS			Plano Nº 31

A3

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina destinada a la fabricación de cazos de palas de maquinaria agrícola.

PLIEGO DE CONDICIONES

Autor

IAGO BUETAS MATA

Director/es

VICTOR TABUENCA CINTORA

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad de Zaragoza

2022

INDICE

1 PLIEGO DE CONDICIONES ADMINISTRATIVAS 9
1.1 DISPOSICIONES GENERALES 9
1.1.1 NATURALEZA Y OBJETO DEL PLIEGO GENERAL 9
1.1.2 DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA 9
1.2 DISPOSICIONES FACULTATIVAS 10
1.2.1 DELIMITACIÓN DE FUNCIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES 10
1.2.2 EL PROMOTOR 10
1.2.3 EL PROYECTISTA 11
1.2.4 EL CONSTRUCTOR 11
1.2.5 EL DIRECTOR DE OBRA 12
1.2.6 EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA. 13
1.2.7 EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 14
1.2.8 LAS ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN 14
1.3 OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA 15
1.3.1 VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO 15
1.3.2 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 15
1.3.3 PROYECTO DE CONTROL DE CALIDAD 15
1.3.4 OFICINA EN LA OBRA 15
1.3.5 REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA. JEFE DE OBRA 16
1.3.6 PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA 16
1.3.7 TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE 16
1.3.8 INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO 16
1.3.9 RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA 17
1.3.10 RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DEL PERSONAL NOMBRADO POR EL INGENIERO 17
1.3.11 FALTAS DEL PERSONAL 17
1.3.12 SUBCONTRATAS 17
1.4 RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE LA EDIFICACIÓN 18
1.4.1 DAÑOS MATERIALES 18
1.4.2 RESPONSABILIDAD CIVIL 18
1.5 PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y

MEDIOS AUXILIARES 19
1.5.1 CAMINOS Y ACCESOS 19
1.5.2 REPLANTEO 19
1.5.3 INICIO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 20
1.5.4 ORDEN DE LOS TRABAJOS 20
1.5.5 FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS 20
1.5.6 AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR 20
1.5.7 PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR 20
1.5.8 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA 20
1.5.9 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 21
1.5.10 DOCUMENTACIÓN DE OBRAS OCULTAS 21
1.5.11 TRABAJOS DEFECTUOSOS 21
1.5.12 VICIOS OCULTOS 21
1.5.13 MATERIALES Y APARATOS. SU PROCEDENCIA 22
1.5.14 PRESENTACIÓN DE MUESTRAS 22
1.5.15 MATERIALES NO UTILIZABLES 22
1.5.16 MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS 22
1.5.17 GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS 22
1.5.18 LIMPIEZA DE LAS OBRAS 23
1.5.19 OBRAS SIN PRESCRIPCIONES 23
1.6 RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS 23
1.6.1 ACTA DE RECEPCIÓN 23
1.6.2 RECEPCIÓN PROVISIONAL 24
1.6.3 DOCUMENTACIÓN FINAL 24
1.6.4 MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA 26
1.6.5 PLAZO DE GARANTÍA 26
1.6.6 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE 26
1.6.7 RECEPCIÓN DEFINITIVA 26
1.6.8 PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA 26
1.6.9 RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA 26
2 DISPOSICIONES ECONÓMICAS. 28
2.1 PRINCIPIO GENERAL. 28
2.2 FIANZAS 28

2.2.1 FIANZA EN SUBASTA PÚBLICA 28
2.2.2 EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA 28
2.2.3 DEVOLUCIÓN DE FIANZAS 29
2.2.4 DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES 29
2.3 PRECIOS 29
2.3.1 COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS 29
2.3.2 PRECIOS DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA 30
2.3.3 PRECIOS CONTRADICTORIOS 30
2.3.4 RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS 31
2.3.5 FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS 31
2.3.6 REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS 31
2.3.7 ACOPIO DE MATERIALES 31
2.4 OBRAS POR ADMINISTRACIÓN 31
2.4.1 ADMINISTRACIÓN 31
2.4.2 LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN 32
2.4.3 ABONO AL CONSTRUCTOR DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA 33
2.4.4 NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS ... 33
2.4.5 DEL CONSTRUCTOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS 33
2.4.6 RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR 34
2.5 VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS 34
2.5.1 FORMAS DE ABONO DE LAS OBRAS 34
2.5.2 RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES 35
2.5.3 MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS 36
2.5.4 ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA 36
2.5.5 ABONO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS 36
2.5.6 PAGOS 37
2.5.7 ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA 37
2.6 INDEMNIZACIONES MUTUAS 37
2.6.1 INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DEL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS 37
2.6.2 DEMORA DE LOS PAGOS POR PARTE DEL PROPIETARIO 37
2.7 VARIOS 38
2.7.1 MEJORAS, AUMENTOS Y/O REDUCCIONES DE OBRA 38

2.7.2 UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS, PERO ACEPTABLES 38
2.7.3 SEGURO DE LAS OBRAS 38
2.7.4 CONSERVACIÓN DE LA OBRA 39
2.7.5 USO POR EL CONTRATISTA DE EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO 40
2.7.6 PAGO DE ARBITRIOS 40
2.7.7 GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LACONSTRUCCIÓN 40
3 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES. PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES 41
3.1 CONDICIONES GENERALES 41
3.1.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES 41
3.1.2 PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES 41
3.1.3 MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO 41
3.1.4 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN 41
3.2 MATERIALES PARA HORMIGONES Y MORTEROS 41
3.2.1 ÁRIDOS 41
3.2.2 AGUA PARA AMASADO 42
3.2.3 ADITIVOS 42
3.2.4 CEMENTO 43
3.3 ACERO 43
3.3.1 ACERO DE ALTA ADHERENCIA EN REDONDOS PARA ARMADURAS 43
3.4 PRODUCTOS AUXILIARES DE HORMIGONES 44
3.4.1 PRODUCTOS PARA CURADO DE HORMIGONES 44
3.4.2 DESENCOFRANTES 44
3.5 ENCOFRADOS Y CIMBRAS 44
3.5.1 ENCOFRADOS EN MUROS 44
3.5.2 ENCOFRADO DE PILARES, VIGAS Y ARCOS 44
3.6 MATERIALES DE CUBIERTA 44
3.6.1 IMPERMEABILIZANTES 44
3.7 MATERIALES PARA FÁBRICA Y FORJADOS 45
3.7.1 FÁBRICA DE LADRILLO Y BLOQUE 45
3.7.2 BOVEDILLAS. 45
3.8 MATERIALES PARA CERRAMIENTOS. 45
3.8.1 PANELES SÁNDWICH. 45
3.8.2 CERRAMIENTOS INTERIORES DE YESO LAMINADO. 46
3.8.3 VIDRIO 46

3.9 MATERIALES PARA SOLADOS Y ALICATADOS. 46
3.9.1 BALDOSAS Y LOSAS DE TERRAZO. 46
3.9.2 RODAPIÉS DE TERRAZO. 47
3.9.3 AZULEJOS. 47
3.9.4 CERCOS. 48
3.10 CARPINTERÍA METÁLICA. 48
3.10.1 VENTANAS Y PUERTAS. 48
3.10.2 PINTURA AL TEMPLE. 48
3.11 FONTANERÍA. 48
3.11.1 TUBERÍA DE HIERRO GALVANIZADO. 48
3.11.2 BAJANTES. 49
3.11.3 TUBERÍA DE COBRE. 49
3.12 INSTALACIONES ELÉCTRICAS. 49
3.12.1 NORMAS. 49
3.12.2 CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN. 49
3.12.3 APARATOS DE ALUMBRADO INTERIOR. 50
3.13 MAQUINARIA Y EQUIPOS. 50
4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES. PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA Y PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO. 51
4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS. 51
4.1.1 EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS. 51
4.1.2 EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS. 52
4.1.3 PREPARACIÓN DE CIMENTACIONES. 53
4.2 HORMIGONES. 53
4.2.1 DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES. 53
4.2.2 FABRICACIÓN DE HORMIGONES. 53
4.2.3 MEZCLA EN OBRA. 54
4.2.4 TRANSPORTE DE HORMIGÓN. 54
4.2.5 PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN. 54
4.2.6 COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN. 55
4.2.7 CURADO DE HORMIGÓN. 55
4.2.8 JUNTAS EN EL HORMIGONADO. 55
4.2.9 TERMINACIÓN DE LOS PARAMENTOS VISTOS. 56
4.2.10 LIMITACIONES DE EJECUCIÓN. 56
4.2.11 MEDICIÓN Y ABONO. 57

4.3 MORTEROS. 57
4.3.1 DOSIFICACIÓN DE MORTEROS. 57
4.3.2 FABRICACIÓN DE MORTEROS. 57
4.3.3 MEDICIÓN Y ABONO. 57
4.4 ENCOFRADOS. 58
4.4.1 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE. 58
4.4.2 APEOS Y CIMBRAS. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE. 59
4.4.3 DESENCOFRADO Y DESCIMBRADO DEL HORMIGÓN. 59
4.4.4 MEDICIÓN Y ABONO. 60
4.5 ARMADURAS. 60
4.5.1 COLOCACIÓN, RECUBRIMIENTO Y EMPALME DE ARMADURAS. 60
4.5.2 MEDICIÓN Y ABONO. 60
4.6 FACHADA LIGERA. 60
4.6.1 CONTROL. 61
4.7 ALBAÑILERÍA. 61
4.7.1 FÁBRICA DE LADRILLO. 61
4.7.2 ENFOSCADOS DE CEMENTO. 62
4.7.3 FORMACIÓN DE PELDAÑOS. 64
4.7.4 PARTICIÓN INTERIOR DE YESO LAMINADO. 64
4.7.5 PARTICIÓN INTERIOR DE VIDRIO. 64
4.8 CUBIERTAS PLANAS. AZOTEAS 65
4.8.1 DESCRIPCIÓN. 65
4.8.2 CONDICIONES PREVIAS. 65
4.8.3 COMPONENTES. 65
4.8.4 EJECUCIÓN. 65
4.8.5 CONTROL. 66
4.8.6 MEDICIÓN. 66
4.8.7 MANTENIMIENTO. 66
4.9 AISLAMIENTOS. 67
4.9.1 DESCRIPCIÓN. 67
4.9.2 CONDICIONES PREVIAS. 67
4.9.3 EJECUCIÓN. 67
4.9.4 CONTROL. 68
4.9.5 MEDICIÓN. 68
4.9.6 MANTENIMIENTO. 68
4.10 SOLADOS Y ALICATADOS 69

4.10.1 SOLADO DE BALDOSAS DE TERRAZO. 69
4.10.2 SOLADOS. 69
4.10.3 ALICATADOS DE AZULEJOS. 69
4.11 CARPINTERÍA METÁLICA. 70
4.12 PINTURA. 70
4.12.1 CONDICIONES GENERALES DE PREPARACIÓN DEL SOPORTE. 70
4.12.2 APLICACIÓN DE LA PINTURA. 71
4.12.3 MEDICIÓN Y ABONO. 71
4.13 FONTANERÍA. 72
4.13.1 TUBERÍA DE COBRE. 72
4.13.2 TUBERÍA DE PVC. 72
4.14 INSTALACIÓN ELÉCTRICA. 72
4.14.1 CONDUCTORES ELÉCTRICOS. 73
4.14.2 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN. 73
4.14.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES. 73
4.14.4 TUBOS PROTECTORES. 73
4.14.5 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES. 73
4.14.6 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA. 74
4.14.7 APARATOS DE PROTECCIÓN. 74
4.14.8 PUNTOS DE UTILIZACIÓN. 75
4.14.9 PUESTA A TIERRA. 75
4.14.10 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES... 75

1 PLIEGO DE CONDICIONES ADMINISTRATIVAS

1.1 DISPOSICIONES GENERALES

1.1.1 NATURALEZA Y OBJETO DEL PLIEGO GENERAL

Artículo 1. El presente pliego general de condiciones tiene carácter supletorio del pliego de condiciones particulares del proyecto.

Ambos, como parte del proyecto, tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijandolos niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden,según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra, alcontratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al arquitecto y alaparejador o arquitecto técnico y a los laboratorios y entidades de control de calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

1.1.2 DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA

Artículo 2. Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.

2. El pliego de condiciones particulares.

3. El presente pliego general de condiciones.

4. El resto de la documentación de proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

Las órdenes e instrucciones de la dirección facultativa de la obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

1.2 DISPOSICIONES FACULTATIVAS

1.2.1 DELIMITACIÓN DE FUNCIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES

Artículo 3. Ámbito de aplicación de la Ley de Ordenación de la Edificación

La Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) es de aplicación al proceso de la edificación, entendiendo por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal está comprendido en el siguiente grupo de edificaciones destinadas a uso aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamientoe higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.

La titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

1.2.2 EL PROMOTOR

Será promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decida, impulse, programe o financie, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Son obligaciones del promotor:

a) Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
b) Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
c) Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
d) Designar al coordinador de seguridad y salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
e) Suscribir los seguros previstos en la LOE.
f) Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las administraciones competentes.

1.2.3 EL PROYECTISTA

Artículo 4. Son obligaciones del proyectista:

a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero industrial y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.

b) Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

1.2.4 EL CONSTRUCTOR

Artículo 5. Son obligaciones del constructor:

a) Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

b) Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.

c) Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.

d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.

e) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

f) Elaborar el plan de seguridad y salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.

g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.

h) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.

i) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.

j) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.

k) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos

constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del aparejador o arquitecto técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

l) Custodiar los libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de seguridad y salud y el del control de calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.

m) Facilitar al aparejador o arquitecto técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

n) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

o) Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.

p) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

q) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.

r) Facilitar el acceso a la obra a los laboratorios y entidades de control de calidad contratado y debidamente homologado para el cometido de sus funciones.

s) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el artículo 19 de la LOE.

1.2.5 EL DIRECTOR DE OBRA

Artículo 6. Corresponde al director de obra:

a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.

b) Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.

c) Dirigir la obra coordinándola con el proyecto de ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.

d) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.

e) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.

f) Coordinar, junto al aparejador o arquitecto técnico, el programa de desarrollo de la obra y el proyecto de control de calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación (CTE) y a las especificaciones del proyecto.

g) Comprobar, junto al aparejador o arquitecto técnico, los resultados de los análisis e

informes realizados por laboratorios y/o entidades de control de calidad.

h) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.

i) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.

j) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

k) Asesorar al promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.

l) Preparar con el contratista la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al promotor.

m) A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el libro del edificio y será entregada a los usuarios finales del edificio.

1.2.6 EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.

Artículo 7. Corresponde al aparejador o arquitecto técnico la dirección de la ejecución de la obra, que formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción yla calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.

b) Redactar el documento de estudio y análisis del proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.

c) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.

d) Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Estudio de seguridad y salud para la aplicación del mismo.

e) Redactar, cuando se le requiera, el proyecto de control de calidad de la edificación, desarrollando lo especificado en el proyecto de ejecución.

f) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del ingeniero y del constructor.

g) Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de seguridad y salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.

h) Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de

control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartiéndole, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda, dando cuenta al ingeniero.

i) Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.

j) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.

k) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.

l) Consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas.

m) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.

n) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

1.2.7 EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.

b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.

c) Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

d) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

1.2.8 LAS ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Artículo 8. Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica enla verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.
b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las comunidades autónomas con competencia en la materia.

1.3 OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA

1.3.1 VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Artículo 9. Antes de dar comienzo a las obras, el constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

1.3.2 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

Artículo 10. El constructor, a la vista del proyecto de ejecución conteniendo, en su caso, el estudio de seguridad y salud, presentará el plan de seguridad y salud de la obra a la aprobación del aparejador o arquitecto técnico de la dirección facultativa.

1.3.3 PROYECTO DE CONTROL DE CALIDAD

Artículo 11. El constructor tendrá a su disposición el proyecto de control de calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas e calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el proyecto por el ingeniero oaparejador de la dirección facultativa.

1.3.4 OFICINA EN LA OBRA

Artículo 12. El constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el contratista a disposición de la dirección facultativa:

- El proyecto de ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el ingeniero
- La licencia de obras.
- El libro de órdenes y asistencias.
- El plan de seguridad y salud y su libro de incidencias, si hay para la obra.

- El proyecto de control de calidad y su libro de registro, si hay para la obra.
- El reglamento y ordenanza de seguridad y salud en el trabajo.
- La documentación de los seguros suscritos por el constructor.

1.3.5 REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA. JEFE DE OBRA

Artículo 13. El constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del constructor según se especifica en el artículo 5.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el pliego de condiciones particulares de índole facultativa, el delegado del contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El pliego de condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al ingeniero para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

1.3.6 PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA

Artículo 14. El jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al ingeniero o al aparejador o arquitecto técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica delos reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

1.3.7 TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Artículo 15. Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado enlos documentos de proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación,lo disponga el arquitecto dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habilitenpara cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el pliego de condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20% del total del presupuesto en más de un 10%.

1.3.8 INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Artículo 16. El constructor podrá requerir del ingeniero o del aparejador o arquitecto técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al piede todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto del aparejador o arquitecto técnico como del ingeniero.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de 3 días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

1.3.9 RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Artículo 17. Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la dirección facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del ingeniero, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del ingeniero o del aparejador o arquitecto técnico, nose admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

1.3.10 RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DEL PERSONAL NOMBRADO POR EL INGENIERO

Artículo 18. El constructor no podrá recusar a los ingenieros, aparejadores o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado enel artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

1.3.11 FALTAS DEL PERSONAL

Artículo 19. El ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

1.3.12 SUBCONTRATAS

Artículo 20. El contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el pliego decondiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como contratista general de la obra.

1.4 RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE LA EDIFICACIÓN

1.4.1 DAÑOS MATERIALES

Artículo 21. Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

a) Durante 10 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

b) Durante 3 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del artículo 3 de la LOE.

El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazode 1 año.

1.4.2 RESPONSABILIDAD CIVIL

Artículo 22. La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la LOE se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción,actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.
Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirálas responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

1.5 PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

1.5.1 CAMINOS Y ACCESOS

Artículo 23. El constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. El aparejador o arquitecto técnico podrá exigir su modificación o mejora.

1.5.2 REPLANTEO

Artículo 24. El constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerará a cargo del contratista e incluidos en su oferta.

El constructor someterá el replanteo a la aprobación del aparejador o arquitecto técnico y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el ingeniero, siendo responsabilidad del constructor la omisión de este

trámite.

1.5.3 INICIO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Artículo 25. El constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el pliego de condiciones particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquel señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y,en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al ingeniero y al aparejador o arquitecto técnico del comienzo de los trabajos al menos con 3 días de antelación.

1.5.4 ORDEN DE LOS TRABAJOS

Artículo 26. En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la dirección facultativa.

1.5.5 FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

Artículo 27. De acuerdo con lo que requiera la dirección facultativa, el contratista general deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuiciode las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la dirección facultativa.

1.5.6 AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

Artículo 28. Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas porel ingeniero en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado.
El constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la direcciónde las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obrade carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignadoen un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

1.5.7 PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Artículo 29. Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prorroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del ingeniero. Para ello, el constructor expondrá, en escrito dirigido al ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

1.5.8 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA

Artículo 30. El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras

estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la direcciónfacultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesenproporcionado.

1.5.9 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Artículo 31. Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el ingeniero o el aparejador o arquitecto técnico al constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y deconformidad con lo especificado en el artículo 15.

1.5.10 DOCUMENTACIÓN DE OBRAS OCULTAS

Artículo 32. De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al ingeniero; otro, al aparejador; y, el tercero, al contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

1.5.11 TRABAJOS DEFECTUOSOS

Artículo 33. El constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones generales y particulares de índole técnica del pliego de condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al aparejador o arquitecto técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el aparejador o arquitecto técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleadoso los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de laejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva dela obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa ladecisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestiónante el ingeniero de la obra, quien resolverá.

1.5.12 VICIOS OCULTOS

Artículo 34. Si el aparejador o arquitecto técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al ingeniero.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la propiedad.

1.5.13 MATERIALES Y APARATOS. SU PROCEDENCIA

Artículo 35. El constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el pliego particular de condiciones técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el constructor deberá presentaral aparejador o arquitecto técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.5.14 PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

Artículo 36. A petición del ingeniero, el constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

1.5.15 MATERIALES NO UTILIZABLES

Artículo 37. El constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamentey en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., queno sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el pliegode condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el aparejador o arquitecto técnico, pero acordando previamente con el constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

1.5.16 MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS

Artículo 38. Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquel, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el ingeniero a instancias del aparejador o arquitecto técnico, dará orden al constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objetoa que se destinen.

Si a los 15 días de recibir el constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad cargando los gastos a la contrata.
Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del ingeniero, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquel determine, a no ser que el constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

1.5.17 GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Artículo 39. Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

1.5.18 LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Artículo 40. Es obligación del constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

1.5.19 OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

Artículo 41. En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este pliego ni en la restante documentación del proyecto, el constructor se atendrá, en primer término, a las instrucciones que dicte la dirección facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas dela buena construcción.

1.6 RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS

1.6.1 ACTA DE RECEPCIÓN

Artículo 42. La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con osin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

a) Las partes que intervienen.

b) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.

c) El coste final de la ejecución material de la obra.

d) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

e) Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.

f) Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra (ingeniero) y el

director de la ejecución de la obra (aparejador) y la documentación justificativa del control de calidad realizado.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los 30 días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo quese contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos 30 días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

1.6.2 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Artículo 43. Ésta se realizará con la intervención de la propiedad, del constructor, del ingeniero y del aparejador o arquitecto técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los técnicos de la dirección facultativa extenderán el correspondiente certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento afin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

1.6.3 DOCUMENTACIÓN FINAL

Artículo 44. El ingeniero, asistido por el contratista y los técnicos que hubieren intervenido enla obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la propiedad. Dicha documentación se adjuntará, al acta de recepción, con la relación identificativa de losagentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con lanormativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el libro del edificio, queha de ser encargado por el promotor y será entregado a los usuarios finales del edificio.

A su vez dicha documentación se divide en:

1. DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA

Dicha documentación según el CTE se compone de:

a) Libro de órdenes y asistencias, de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971, de 11 de marzo.

b) Libro de incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.

c) Proyecto, con sus anejos y modificaciones debidamente autorizadas por el director de la obra.

d) Licencia de obras, de apertura del centro de trabajo y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el director de la obra en su colegio de ingenieros

2. DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA

Su contenido, cuya recopilación es responsabilidad del director de ejecución de obra, se compone de:

a) Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, mássus anejos y modificaciones.

b) Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros, que debe ser proporcionada por el constructor, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.

c) En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su colegio profesional.

3. CERTIFICADO FINAL DE OBRA

Éste se ajustará al modelo publicado en el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, en donde el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obrasy controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

a) Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de lalicencia.

b) Relación de los controles realizados.

1.6.4 MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA

Artículo 45. Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el aparejador o arquitecto técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que,aprobada por el ingeniero con su firma, servirá para el abono por la propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza (según lo estipulado en el artículo6 de la LOE).

1.6.5 PLAZO DE GARANTÍA

Artículo 46. El plazo de garantía deberá estipularse en el pliego de condiciones particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a 9 meses (1 año en contratos con las administraciones públicas).

1.6.6 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Artículo 47. Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpiezay reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones porvicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

1.6.7 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Artículo 48. La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes ala normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

1.6.8 PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Artículo 49. Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el ingeniero director marcará al constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

1.6.9 RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA

Artículo 50. En el caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, enel plazo que se fije en el pliego de condiciones particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en este pliego de condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este pliego.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del ingeniero director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

2 DISPOSICIONES ECONÓMICAS.

2.1 PRINCIPIO GENERAL.

Artículo 51. Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación, con arreglo alas condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

2.2 FIANZAS.

Artículo 52. El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

a) Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4% y el 10% del precio total de contrata.

b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el pliego de condiciones particulares.

2.2.1 FIANZA EN SUBASTA PÚBLICA

Artículo 53. En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el pliego de condiciones particulares vigenteen la obra, de un 4% como mínimo, del total del presupuesto de contrata.

El contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta, o el que se determine en el pliego de condiciones particulares del proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el 10% de la cantidad por la que se haga la adjudicación de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el pliegode condiciones particulares, no excederá de 30 días naturales a partir de la fecha en que sele comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, yel adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

2.2.2 EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Artículo 54. Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el ingeniero director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuiciode las acciones a que tenga derecho el propietario, en el caso de que el importe de la fianzano bastara para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que nofuesen de recibo.

2.2.3 DEVOLUCIÓN DE FIANZAS

Artículo 55. La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 30 días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos…

2.2.4 DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES

Artículo 56. Si la propiedad, con la conformidad del ingeniero director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

2.3 PRECIOS

2.3.1 COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

Artículo 57. El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

1. COSTES DIRECTOS

   a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

   b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

   c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

   d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

   e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

2. COSTES INDIRECTOS

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

3. GASTOS GENERALES

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la administración pública este porcentaje se establece entre un 13% y un 17%).

4. BENEFICIO INDUSTRIAL

El beneficio industrial del contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la administración.

5. PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Se denominará precio de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial.

6. PRECIO DE CONTRATA

El precio de contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los gastos generales yel beneficio industrial.

El IVA se aplica sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

2.3.2 PRECIOS DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA

Artículo 58. En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, más el % sobre este último precio en concepto de beneficio industrial del contratista. El beneficio se estima normalmente en el 6%, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

2.3.3 PRECIOS CONTRADICTORIOS

Artículo 59. Se producirán precios contradictorios sólo cuando la propiedad por medio del ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el ingeniero y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el pliego de condiciones particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto

más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

2.3.4 RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS

Artículo 60. Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumentode los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

2.3.5 FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS

Artículo 61. En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al pliego general de condiciones técnicasy en segundo lugar, al pliego de condiciones particulares técnicas.

2.3.6 REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Artículo 62. Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al 3% del importe total del presupuesto de contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el pliego de condiciones particulares, percibiendo el contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3%.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijadosen el calendario de la oferta.

2.3.7 ACOPIO DE MATERIALES

Artículo 63. El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el contratista.

2.4 OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

2.4.1 ADMINISTRACIÓN

Artículo 64. Se denominan obras por administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

2.4.1.1 OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA

Artículo 65. se denominan obras por administración directa aquellas en las que el propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio ingeniero director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal ylos obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese,o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, ladoble personalidad de propietario y contratista.

2.4.1.2 OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DELEGADA O INDIRECTA

Artículo 66. Se entiende por obra por administración delegada o indirecta la que convienen un propietario y un constructor para que éste, por cuenta de aquel y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son por tanto, características peculiares de las obras por administración delegada o indirectalas siguientes:

a) Por parte del propietario, la obligación de abonar directamente, o por mediación del constructor, todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del ingeniero director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

b) Por parte del constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del propietario un % prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el constructor.

2.4.2 LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Artículo 67. Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las condiciones particularesde índole económica vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el constructor al propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformadospor el aparejador o arquitecto técnico:

a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.

b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando. a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un 15%, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivosde accidentes, los gastos generales que al constructor originen los trabajos por administración que realiza y el beneficio industrial del mismo.

2.4.3 ABONO AL CONSTRUCTOR DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA

Artículo 68. Salvo pacto distinto, los abonos al constructor de las cuentas de administración delegada los realizará el propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el aparejador o arquitecto técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al constructor, salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

2.4.4 NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS

Artículo 69. No obstante las facultades que en estos trabajos por administración delegada se reserva el propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al propietario, o en su representación al ingeniero director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

2.4.5 DEL CONSTRUCTOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS

Artículo 70. Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el constructor al ingeniero director, éste advirtiese que los rendimientos de la manode obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al constructor, con el fin de que éste haga lasgestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el ingeniero director.

Si hecha esta notificación al constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no

llegasen a los normales, el propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del 15% que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientosde la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

2.4.6 RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR

Artículo 71. En los trabajos de obras por administración delegada, el constructor sólo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros oa terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 70 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

2.5 VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

2.5.1 FORMAS DE ABONO DE LAS OBRAS

Artículo 72. Según la modalidad elegida para la contratación de las obras, y salvo que en el pliego particular de condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajosse efectuará así:

a) Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

b) Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto,los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

a) Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del ingeniero director.

Se abonará al contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

b) Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente pliego general de condiciones económicas determina.

c) Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

2.5.2 RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

Artículo 73. En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los pliegos de condiciones particulares que rijan en la obra, formará el contratista una relación valoradade las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrápracticado el aparejador.

Lo ejecutado por el contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente pliego general de condiciones económicas respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación,se le facilitarán por el aparejador los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de 10 días a partirde la fecha del recibo de dicha nota, pueda el contratista examinarlos y devolverlos firmadoscon su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los 10 días siguientes a su recibo, el ingeniero director aceptará o rechazará las reclamaciones del contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el propietario contra la resolución del ingeniero director en la forma referida en los pliegos generales de condiciones facultativas y legales.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el ingeniero director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tantopor cien que para la construcción de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del propietario, podrá certificarse hasta el 90% de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del % de contrata.

Las certificaciones se remitirán al propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el ingeniero director lo exigiera, las certificaciones se

extenderán al origen.

2.5.3 MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Artículo 74. Cuando el contratista, incluso con autorización del ingeniero director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyectoo sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutasecon mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta ysin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del ingeniero director,no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

2.5.4 ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

Artículo 75. Salvo lo preceptuado en el pliego de condiciones particulares de índole económica, vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada,se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuaciónse expresan:

a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al contratista, salvo el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el ingeniero director indicará al contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el pliego de condiciones particulares en concepto de gastos generales y beneficio industrial del contratista.

2.5.5 ABONO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS

Artículo 76. Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por cien del importe total que, en su caso, se especifique en el pliego de condiciones particulares.

2.5.6 PAGOS

Artículo 77. Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el ingeniero director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

2.5.7 ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA

Artículo 78. Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

a) Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el contratista a su debido tiempo; y el ingeniero director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los pliegos particulares o en su defecto en los generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

b) Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

c) Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.

2.6 INDEMNIZACIONES MUTUAS

2.6.1 INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DEL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

Artículo 79. La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra, salvo lo dispuesto en el pliego particular del presente proyecto.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

2.6.2 DEMORA DE LOS PAGOS POR PARTE DEL PROPIETARIO

Artículo 80. Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un 5% anual (o el que se defina en el pliego particular), en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la

mencionada certificación.

Si aún transcurrieran 2 meses a partir del término de dicho plazo de 1 mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempreque éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

2.7 VARIOS

2.7.1 MEJORAS, AUMENTOS Y/O REDUCCIONES DE OBRA

Artículo 76. No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el ingeniero director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidadde los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto a menos que el ingeniero director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes desu ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el ingeniero director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

2.7.2 UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS, PERO ACEPTABLES

Artículo 77. Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del ingeniero director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvoel caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerlacon arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

2.7.3 SEGURO DE LAS OBRAS

Artículo 78. El contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en

cuenta a nombre del propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al contratista se efectuará por certificaciones, como el resto delos trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del contratista,hecho en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la compañía aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el ingeniero director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debeser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de seguros, los pondrá el contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el artículo 81, en base al artículo 19 de la LOE.

2.7.4 CONSERVACIÓN DE LA OBRA

Artículo 79. Si el contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el propietario antes de la recepción definitiva, el ingeniero director, en representación del propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo queel ingeniero director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente pliego de condiciones económicas.

2.7.5 USO POR EL CONTRATISTA DE EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO

Artículo 80. Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el contratista, con la necesaria y previa autorización del propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientesal mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el propietario a costa de aquel y con cargo a la fianza.

2.7.6 PAGO DE ARBITRIOS

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario.

2.7.7 GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LACONSTRUCCIÓN

Artículo 81. El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establece en la LOE (el apartado c) exigible para edificios cuyo destino principal sea el de vivienda, según disposición adicional segunda de la LOE), teniendo como referente a las siguientes garantías:

a) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante 1 año, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.

b) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante 3 años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad especificados en el artículo 3 de la LOE.

c) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante 10 años, el resarcimiento de los daños materiales causados por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

3 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES. PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES

3.1 CONDICIONES GENERALES

3.1.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

3.1.2 PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado, y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por la dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

3.1.3 MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la dirección facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

3.1.4 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, aprobado por el Consejo Superior de los Colegios de Ingenieros en fecha 24 de abril de 1973, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la dirección facultativa, nopudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta para variar esa esmeradaejecución, ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

3.2 MATERIALES PARA HORMIGONES Y MORTEROS

3.2.1 ÁRIDOS

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características quese exijan a éste en el pliego de prescripciones técnicas particulares.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravasexistentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudiosrealizados en un laboratorio oficial. En cualquier caso cumplirá las condiciones de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o se vayana emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos oquímicos, según convengan a cada caso.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE 7243.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Se entiende por “arena” o “árido fino” el árido fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5 mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050); por “grava” o “árido grueso” el que resulta detenidopor dicho tamiz; y por “árido total” (o simplemente “árido”, cuando no hay lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

En lo referente a la limitación del tamaño, se cumplirán las condiciones señaladas en la EHE.

3.2.2 AGUA PARA AMASADO

Habrá de cumplir las siguientes prescripciones:

a) Acidez tal que el pH sea mayor de 5. (UNE 7234:71).

b) Sustancias solubles, menos de 15 gr/l, según UNE 7130:58.

c) Sulfatos expresados en SO4, menos de 1 gr/l, según ensayo UNE 7131:58.

d) Ion cloro para hormigón con armaduras, menos de 6 gr/l, según UNE 7178:60.

e) Grasas o aceites de cualquier clase, menos de 15 gr/l, según UNE 7235.

f) Carencia absoluta de azúcares o carbohidratos, según ensayo UNE 7132:58.

g) Demás prescripciones de la EHE.

3.2.3 ADITIVOS

Se definen como aditivos a emplear en hormigones y morteros aquellos productos sólidos o líquidos, excepto cemento, áridos o agua, que mezclados durante el amasado modifican o mejoran las características del mortero u hormigón, en especial en lo referente al fraguado, endurecimiento, plasticidad e inclusión de aire.

Se establecen los siguientes límites:

a) Si se emplea cloruro cálcico como acelerador, su dosificación será igual o menor del 2% del peso del cemento y si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, del 3,5% del peso del cemento.

b) Si se usan aireantes para hormigones normales su proporción será tal que la disminución de la resistencia a compresión producida por la inclusión del aireante sea inferior al 20%. En ningún caso la proporción de aireante será mayor del 4% del peso del cemento.

c) En caso de empleo de colorantes, la proporción será inferior al 10% del peso del cemento. No se emplearán colorantes orgánicos.

d) Cualquier otro que se derive de la aplicación de la EHE.

3.2.4 CEMENTO

Se entiende como tal un aglomerante hidráulico que responda a alguna de las definicionesde la Instrucción para la recepción de cementos (RC-03).

Podrá almacenarse en sacos o a granel. En el primer caso, el almacén protegerá contra la intemperie y la humedad, tanto del suelo como de las paredes. Si se almacenara a granel,no podrán mezclarse en el mismo sitio cementos de distintas calidades y procedencias.

Se exigirá al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio quelos cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días. Los métodos de ensayo serán los detallados en la RC-03. Se realizarán en laboratorios homologados.

Se tendrán en cuenta prioritariamente las determinaciones de la EHE.

3.3 ACERO

3.3.1 ACERO DE ALTA ADHERENCIA EN REDONDOS PARA ARMADURAS

Se aceptarán aceros de alta adherencia que lleven el sello de conformidad CIETSID.

Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusionesen su empleo. No presentarán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección superiores al 5%.

El módulo de elasticidad será igual o mayor que 21.000 kN/cm².

Entendiendo por límite elástico la mínima tensión capaz de producir una deformación permanente de 0,2%, se prevé el acero de límite elástico 42 kN/cm², cuya carga de rotura no será inferior a 52,5 kN/cm². Esta tensión de rotura es el valor de la ordenada máxima del diagrama tensión-deformación.

Se tendrán en cuenta prioritariamente las determinaciones de la EHE.

3.4 PRODUCTOS AUXILIARES DE HORMIGONES

3.4.1 PRODUCTOS PARA CURADO DE HORMIGONES

Se definen como productos para curado de hormigones hidráulicos los que, aplicados en forma de pintura pulverizada, depositan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para impedir la pérdida de agua por evaporación.

El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar. Esta capa deberá ser capaz de permanecer intacta durante 7 díasal menos después de una aplicación.

3.4.2 DESENCOFRANTES

Se definen como tales a los productos que, aplicados en forma de pintura a los encofrados, disminuyen la adherencia entre éstos y el hormigón, facilitando la labor de desmoldeo. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado, sin cuyo requisito no se podrán utilizar.

3.5 ENCOFRADOS Y CIMBRAS

3.5.1 ENCOFRADOS EN MUROS

Podrán ser de madera o metálicos, pero tendrán la suficiente rigidez, latiguillos y puntales para que la deformación máxima debida al empuje del hormigón fresco sea inferior a 1 cm respecto a la superficie teórica de acabado. Para medir estas deformaciones se aplicará sobre la superficie desencofrada una regla metálica de 2 m de longitud, recta si se trata deuna superficie plana, o curva si ésta es reglada.

Los encofrados para hormigón visto necesariamente habrán de ser de madera.

3.5.2 ENCOFRADO DE PILARES, VIGAS Y ARCOS

Podrán ser de madera o metálicos, pero cumplirán la condición de que la deformación máxima de una arista encofrada respecto a la teórica, sea menor o igual de 1 cm de la longitud teórica. Igualmente deberán tener el confrontado lo suficientemente rígido para soportar los efectos dinámicos del vibrado del hormigón, de forma que el máximo movimiento local producido por esta causa sea de 5 mm.

3.6 MATERIALES DE CUBIERTA

3.6.1 IMPERMEABILIZANTES

Las láminas impermeabilizantes podrán ser bituminosas, plásticas o de caucho. Las láminasy las imprimaciones deberán llevar una etiqueta identificativa indicando la clase de producto,el fabricante, las dimensiones y el peso por m². Dispondrán de Sello INCE/Marca AENOR yde homologación MICT, o de un sello o certificación de conformidad incluido en el registro del CTE del Ministerio de la Vivienda.

Podrán ser bituminosos, ajustándose a uno de los sistemas aceptados por el DB correspondiente del CTE, cuyas condiciones cumplirá, o, no bituminosos o bituminosos modificados teniendo concedido Documento de Idoneidad Técnica de IETCC, cumpliendo todas sus condiciones.

3.7 MATERIALES PARA FÁBRICA Y FORJADOS

3.7.1 FÁBRICA DE LADRILLO Y BLOQUE

Las piezas utilizadas en la construcción de fábricas de ladrillo o bloque se ajustarán a lo estipulado en el artículo 4 del DB SE-F Seguridad Estructural Fábrica del CTE.

La resistencia normalizada a compresión mínima de las piezas será de 5 N/mm².

Los ladrillos serán de primera calidad según queda definido en el Pliego general de condiciones para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción (RL-88). Las dimensiones de los ladrillos se medirán de acuerdo con la UNE 7267. La resistencia a compresión de los ladrillos será como mínimo:

a) Ladrillos macizos = 1 kN/cm².

b) Ladrillos perforados = 1 kN/cm².

c) Ladrillos huecos = 0,5 kN/cm².

3.7.2 BOVEDILLAS.

Las características se deberán exigir directamente al fabricante a fin de ser aprobadas.

3.8 MATERIALES PARA CERRAMIENTOS.

3.8.1 PANELES SÁNDWICH.

Los cerramientos opacos del edificio sin función estructural, están constituidos por elementos prefabricados ligeros con sujeción a la estructura del edificio. Se compone de los paneles propiamente dichos, el sistema de sujeción, juntas y sellado.

El panel es suministrara con su sistema de sujeción a la estructura del edificio que garantizará, una vez colocado el panel, su estabilidad así como la su resistencia a las solicitaciones previstas.

Los cantos de los paneles presentaran la forma adecuada y se suministraran con los elementos accesorios necesarios para que las juntas resultantes de la unió entre paneles ylos elementos de la fachada, una vez sellados y acabados sean estancos al aire y al agua yno den lugar a puentes térmicos.

Cuando la rigidez de los paneles no permita un sistema de sujeción directo a la estructura del edificio, el sistema incluirá elementos auxiliares como correas en Z o C, perfiles intermedios de acero, etc, a través de los cuales es realizará la fijación. Se indicaran las tolerancias que permitan el sistema de fijación, el aplomo entre los elementos de fijación y ladistancia entre planos horizontales de fijación. Los elementos metálicos que comprenden el sistema de sujeción quedaran protegidos de la corrosión.

3.8.2 CERRAMIENTOS INTERIORES DE YESO LAMINADO.

Cerramiento de paneles prefabricados de yeso laminado unidos con adhesivos en base de escayola, que constituyen las particiones interiores.

Se deberán verificar las condiciones del fabricante.

3.8.3 VIDRIO.

Partición interior, formada por dos vidrios separados por una cámara de aire, anclada con juntas y bastidor de PVC.

El material de sellado deberá ser de naturaleza imputrescible e impermeable.

En el soporte se colocará cartón asfáltico de 0,30 cm de grosor antes de comenzar la ejecución del panel.

3.9 MATERIALES PARA SOLADOS Y ALICATADOS.

3.9.1 BALDOSAS Y LOSAS DE TERRAZO.

Se compondrán como mínimo de una capa de huella de hormigón o mortero de cemento, triturados de piedra o mármol, y, en general, colorantes y de una capa base de mortero menos rico y árido más grueso.

Los áridos estarán limpios y desprovistos de arcilla y materia orgánica. Los colorantes no serán orgánicos y se ajustarán a la UNE 41060.

Las tolerancias en dimensiones serán:

a) Para medidas superiores a 10 cm, cinco décimas de milímetro en más o en menos.

b) Para medidas de 10 cm o menos tres décimas de milímetro en más o en menos.

c) El espesor medido en distintos puntos de su contorno no variará en más de 1,5 mm y no será inferior a los valores indicados a continuación.

d) Se entiende a estos efectos por lado, el mayor del rectángulo si la baldosa es rectangular, y si es de otra forma, el lado mínimo del cuadrado circunscrito.

e) El espesor de la capa de la huella será uniforme y no menor en ningún punto de 7 mm, y en las destinadas a soportar tráfico o en las losas no menor de 8 mm.

f) La variación máxima admisible en los ángulos, medida sobre un arco de 20 cm de radio, será de ±0,5 mm.

g) La flecha mayor de una diagonal no sobrepasará el 4‰ de la longitud, en más o en menos.

h) El coeficiente de absorción de agua determinado según la UNE 7008 será menor o igual al 15%.

i) El ensayo de desgaste se efectuará según la UNE 7015, con un recorrido de 250 m en húmedo y con arena como abrasivo; el desgaste máximo admisible será de 4 mm y sin que aparezca la segunda capa tratándose de baldosas para interiores y de 3 mm en baldosas de aceras o destinadas a soportar tráfico.

j) Las muestras para los ensayos se tomarán por azar, 20 unidades como mínimo del millar y 5 unidades por cada millar más, desechando y sustituyendo por otras las que tengan defectos visibles, siempre que el número de desechadas no exceda del 5%.

3.9.2 RODAPIÉS DE TERRAZO.

Las piezas para rodapié estarán hechas de los mismos materiales que las del solado, tendrán un canto romo y sus dimensiones serán de 40x10 cm. Las exigencias técnicas seránanálogas a las del material de solado.

3.9.3 AZULEJOS.

Se definen como azulejos las piezas poligonales, con base cerámica recubierta de una superficie vidriada de colorido variado, que sirven para revestir paramentos.

Deberán cumplir las siguientes condiciones:

a) Ser homogéneos, de textura compacta y resistente al desgaste.

b) Carecer de grietas, coqueras, planos y exfoliaciones y materias extrañas que pueden disminuir su resistencia y duración.

c) Tener color uniforme y carecer de manchas eflorescentes.

d) La superficie vitrificada será completamente plana, salvo cantos romos o terminales.

e) Los azulejos estarán perfectamente moldeados y su forma y dimensiones serán las señaladas en los planos.

f) La superficie de los azulejos será brillante, salvo que, explícitamente, se exija que la tengan mate.

g) Los azulejos situados en las esquinas no serán lisos sino que presentarán, según los casos, un canto romo, largo o corto, o un terminal de esquina izquierda o derecha, o un terminal de ángulo entrante con aparejo vertical u horizontal.

h) La tolerancia en las dimensiones será de un 1% en menos y un 0% en más, para los de primera clase.

i) La determinación de los defectos en las dimensiones se hará aplicando una escuadra perfectamente ortogonal a una vertical cualquiera del azulejo, haciendo coincidir una de las aristas con un lado de la escuadra. La desviación del extremo de la otra arista respecto al lado de la escuadra es el error absoluto, que se traducirá a porcentual.

3.9.4 CERCOS

Los cercos de los marcos interiores serán de primera calidad, con una escuadría mínima de 7x5 cm.

3.10 CARPINTERÍA METÁLICA.

3.10.1 VENTANAS Y PUERTAS.

Los perfiles empleados en la confección de ventanas y puertas metálicas, serán especialesde doble junta y cumplirán todas las prescripciones legales. No se admitirán rebabas ni curvaturas, rechazándose los elementos que adolezcan de algún defecto de fabricación.

3.10.2 PINTURA AL TEMPLE.

Estará compuesta por una cola disuelta en agua y un pigmento mineral finamente disperso con la adición de un antifermento tipo formol para evitar la putrefacción de la cola. Los pigmentos a utilizar podrán ser:

a) Blanco de cinc, que cumplirá la UNE 48041.

b) Litopón, que cumplirá la UNE 48040.

c) Bióxido de titanio, según la UNE 48044.

También podrán emplearse mezclas de estos pigmentos con carbonato cálcico y sulfato básico. Estos dos últimos productos, considerados como cargas, no podrán entrar en una proporción mayor del 25% del peso del pigmento.

3.11 FONTANERÍA.

3.11.1 TUBERÍA DE HIERRO GALVANIZADO.

La designación de pesos, espesores de pared, tolerancias, etc. se ajustarán a las correspondientes normas DIN. Los manguitos de unión serán de hierro maleable galvanizado

con junta esmerilada.

3.11.2 BAJANTES.

Las bajantes tanto de aguas pluviales como fecales serán de materiales plásticos que dispongan autorización de uso. No se admitirán bajantes de diámetro inferior a 90 mm.

Todas las uniones entre tubos y piezas especiales se realizarán mediante uniones Gibault.

3.11.3 TUBERÍA DE COBRE.

Las designaciones, pesos, espesores de pared y tolerancias se ajustarán a las normas correspondientes de la citada empresa.

Las válvulas a las que se someterá a una presión de prueba superior en un 50% a la presiónde trabajo serán de marca aceptada por la empresa suministradora y con las característicasque ésta indique.

3.12 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

3.12.1 NORMAS.

Todos los materiales que se empleen en la instalación eléctrica, tanto de alta como de baja tensión deberán cumplir las prescripciones técnicas que dictan las normas internacionales CBI, los reglamentos en vigor, así como las normas técnico-prácticas de la compañía suministradora de energía.

3.12.2 CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.

Los conductores de los cables serán de cobre desnudo recocido, normalmente con formación e hilo único hasta 6 mm².

La cubierta será de policloruro de vinilo tratada convenientemente de forma que asegure mejor resistencia al frío, a la laceración, a la abrasión respecto al policloruro de vinilo normal (PVC).
La acción sucesiva del sol y de la humedad no deben provocar la más mínima alteración dela cubierta. El relleno que sirve para dar forma al cable aplicado por extrusión sobre las almas del cableado debe ser de material adecuado de manera que pueda ser fácilmente separado para la confección de los empalmes y terminales.

Los cables denominados de “instalación”, normalmente alojados en tubería protectora, seránde cobre con aislamiento de PVC. La tensión de servicio será de 750 V y la tensión de ensayo de 2.000 V.

La sección mínima que se utilizará en los cables destinados tanto a circuitos de alumbrado como de fuerza será de 1,5 m²

Los ensayos de tensión y de resistencia de aislamiento se efectuarán con la tensión de prueba de 2.000 V, de igual forma que en los cables anteriores.

3.12.3 APARATOS DE ALUMBRADO INTERIOR.

Las luminarias se construirán con chasis de chapa de acero de calidad, con espesor o nervaduras suficientes para alcanzar la rigidez necesaria.

Los enchufes con toma de tierra tendrán esta toma dispuesta de forma que sea la primera en establecerse y la última en desaparecer y serán irreversibles, sin posibilidad de error en la conexión.

3.13 MAQUINARIA Y EQUIPOS.

Las características de la maquinaria y los diferentes equipos, así como su instalación se deberán exigir directamente al fabricante, a fin de ser aprobadas.

4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES. PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA Y PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO.

4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

4.1.1 EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS.

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terrenoasí como las zonas de préstamos que puedan necesitarse y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, que no se hubiera extraído en el desbroce, se aceptará para su utilización posterior en protección de superficies erosionables.

En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación, excepción hecha de la tierra vegetal, se podrán utilizar en la formación de rellenos y demás usos fijados en este pliego y se transportarán directamente a las zonas previstas dentro del solar, o vertedero si no tuvieran aplicación dentro de la obra.

En cualquier caso no se desechará ningún material excavado sin previa autorización. Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendránen perfectas condiciones de drenaje.

El material excavado no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga de los rellenos contiguos.

Las operaciones de desbroce y limpieza se efectuaran con las precauciones necesarias, para evitar daño a las construcciones colindantes y existentes.

Los árboles a derribar caerán hacia el centro de la zona objeto de la limpieza, acotándose las zonas de vegetación o arbolado destinadas a permanecer en su sitio.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cmpor debajo de la superficie natural del terreno.
Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al existente, compactándose hasta que su superficie se ajuste al nivel pedido.

No existe obligación por parte del constructor de trocear la madera a longitudes inferiores a 3 metros.

La ejecución de estos trabajos se realizara produciendo las menores molestias posibles a las zonas habitadas próximas al terreno desbrozado.

4.1.2 EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS.

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir emplazamiento adecuado para las obras de fábrica y estructuras, y sus cimentaciones; comprenden zanjas de drenajeu otras análogas. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito olugar de empleo.

El contratista de las obras notificará con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se puedan efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación o se modificará ni renovará sin autorización.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad en que aparezca el firme y obtenerse una superficie limpia y firme, a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la dirección facultativa podrá modificar la profundidad, si a la vista de las condiciones del terreno lo estimara necesario, a fin de conseguir una cimentación satisfactoria.

El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación.

Se llevará en obra un control detallado de las mediciones de la excavación de las zanjas.

El comienzo de la excavación de zanjas se realizará cuando existan todos los elementos necesarios para su excavación, incluida la madera para una posible entibación.

La dirección facultativa indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la zanja, aunque sea distinta a la de proyecto, siendo su acabado limpio, a nivel o escalonado.

La contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daño a personaso a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la dirección facultativa.

La dirección facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.

Se adoptarán por la contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose las ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.

Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes y el fondo de la excavación de la zanja.

El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capasde terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado u hormigón.

La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no será mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas más de 8 días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos.

Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja para cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.

Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.

Los productos resultantes de la excavación de las zanja, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de 0,60 m como mínimo, dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

4.1.3 PREPARACIÓN DE CIMENTACIONES.

La excavación de cimientos se profundizará hasta el límite indicado en el proyecto. Las corrientes o aguas pluviales o subterráneas que pudieran presentarse, se cegarán o desviarán en la forma y empleando los medios convenientes.

Antes de proceder al vertido del hormigón y la colocación de las armaduras de cimentación,se dispondrá de una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor debidamente nivelada.

El importe de esta capa de hormigón se considera incluido en los precios unitarios de cimentación.

4.2 HORMIGONES.

4.2.1 DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES.

Corresponde al contratista efectuar el estudio granulométrico de los áridos, dosificación de agua y consistencia del hormigón de acuerdo con los medios y puesta en obra que empleeen cada caso, y siempre cumpliendo lo prescrito en la EHE.

4.2.2 FABRICACIÓN DE HORMIGONES.

En la confección y puesta en obra de los hormigones se cumplirán las prescripciones generales de la EHE.

Los áridos, el agua y el cemento deberán dosificarse automáticamente en peso. Las instalaciones de dosificación, lo mismo que todas las demás para la fabricación y puesta en obra del hormigón habrán de someterse a lo indicado en la normativa vigente.

Las tolerancias admisibles en la dosificación serán del 2% para el agua y el cemento, 5% para los distintos tamaños de áridos y 2% para el árido total. En la consistencia del hormigónse admitirá una tolerancia de 20 mm medida con el cono de Abrams.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse.

Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, éste se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose la dosificación de este elemento en un periodo de tiempo que no deberá ser inferior a 5 segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se hayan introducido en el mezclador. Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido.

No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

4.2.3 MEZCLA EN OBRA.

La ejecución de la mezcla en obra se hará de la misma forma que la señalada para la mezcla en central.

4.2.4 TRANSPORTE DE HORMIGÓN.

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Al cargar los elementos de transporte no debe formarse con las masas montones cónicos, que favorecerían la segregación.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra deberá realizarse empleando camiones provistos de agitadores.

4.2.5 PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN.

Como norma general no deberá transcurrir más de 1 hora entre la fabricación del hormigón,su

puesta en obra y su compactación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a 1 m, quedando prohibido arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo, o hacerlo avanzar másde 0,5 m de los encofrados.

Al verter el hormigón se removerá enérgica y eficazmente para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidadde acero, y procurando que se mantengan los recubrimientos y la separación entre las armaduras.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones yla lechada escurra a lo largo del encofrado.

4.2.6 COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN.

La compactación de hormigones deberá realizarse por vibración. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente enla tongada subyacente y retirarse también longitudinalmente sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los 10 cm/s, con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entrelos puntos sucesivos de inmersión no será superior a 75 cm, y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de 10 cm dela pared del encofrado.

4.2.7 CURADO DE HORMIGÓN.

Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso de curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar.

En cualquier caso, deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez humedecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies, mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos durante 3 días si el conglomerante empleado fuese cemento Portland I-35, aumentándose este plazo en el casode que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento.

4.2.8 JUNTAS EN EL HORMIGONADO.

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción o dilatación, debiendo cumplir lo especificado en los planos.

Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones en el hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, o donde sus efectos seanmenos perjudiciales.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán juntas abiertas durante

algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto, y se humedecerá su superficie sin exceso de agua, aplicando en toda su superficie lechada de cemento antes de verter el nuevo hormigón. Se procurará alejar las juntas de hormigonado de las zonas en que la armadura esté sometida a fuertes tracciones.

4.2.9 TERMINACIÓN DE LOS PARAMENTOS VISTOS.

Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que pueden presentar los paramentos planos, medida respecto a una regla de dos 2 m de longitud aplicada en cualquier dirección será la siguiente:

a) Superficies vistas: 6 mm.

b) Superficies ocultas: 25 mm.

4.2.10 LIMITACIONES DE EJECUCIÓN.

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de la lluvia a las masas de hormigón fresco o lavado de superficies. Si esto llegara a ocurrir, se habrá de picar la superficie lavada, regarlay continuar el hormigonado después de aplicar lechada de cemento.

Antes de hormigonar:

a) Replanteo de ejes, cotas de acabado.

b) Colocación de armaduras.

c) Limpieza y humedecido de los encofrados.

Durante el hormigonado:

a) El vertido se realizará desde una altura máxima de 1 m, salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30 cm. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueras y se mantenga el recubrimiento adecuado.

b) Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0º C, o lo vaya a hacer en las próximas 48 h. Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, pero bajo la autorización de la dirección facultativa.

c) No se dejarán juntas horizontales, pero si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento, y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido másde 48 h se tratará la junta con resinas epoxi.

d) No se mezclarán hormigones de distintos tipos de cemento.

Después del hormigonado:

a) El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies de las piezas hasta que se alcance un 70% de su resistencia.

b) Se procederá al desencofrado en las superficies verticales pasados 7 días, y de las horizontales no antes de los 21 días. Todo ello siguiendo las indicaciones de la dirección facultativa.

4.2.11 MEDICIÓN Y ABONO.

El hormigón se medirá y abonará por m³ realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el cuadro de precios la unidad de hormigón se exprese por m², como es el caso de soleras, forjado, etc.,se medirá de esta forma por m² realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si enel cuadro de precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por m³ o por m². En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

4.3 MORTEROS.

4.3.1 DOSIFICACIÓN DE MORTEROS.

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cuálha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

4.3.2 FABRICACIÓN DE MORTEROS.

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una pasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

4.3.3 MEDICIÓN Y ABONO.

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidadesa las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcionalse medirá y abonará por m³, obteniéndose su precio del cuadro de precios, si lo hay, u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

4.4 ENCOFRADOS.

4.4.1 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE.

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados, deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que con la marcha prevista de hormigonado, y especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puestaen obra, ni durante su periodo de endurecimiento, así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a los 5 mm.

Los enlaces de los distintos elementos o planos de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje se verifique con facilidad.

Los encofrados de los elementos rectos o planos de más de 6 m de luz libre se dispondráncon la contraflecha necesaria para que, una vez encofrado y cargado el elemento, éste conserve una ligera cavidad en el intradós.
Los moldes ya usados y que vayan a servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificados y limpiados.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiarán especialmente los fondos dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las distintas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado, para lo cual se podrá realizar un sellado adecuado.

Se tendrán en cuenta los planos de la estructura y de despiece de los encofrados.Confección de las diversas partes del encofrado:

a) Montaje según un orden determinado según sea la pieza a hormigonar: si es un muro primero se coloca una cara, después la armadura y, por último la otra cara; si es en pilares, primero la armadura y después el encofrado, y si es en vigas primero el encofrado y a continuación la armadura.

b) No se dejarán elementos separadores o tirantes en el hormigón después de desencofrar, sobre todo en ambientes agresivos.

c) Se anotará la fecha de hormigonado de cada pieza, con el fin de controlar su desencofrado.

d) El apoyo sobre el terreno se realizará mediante tablones/durmientes.

e) Si la altura es excesiva para los puntales, se realizarán planos intermedios con tablones colocados perpendicularmente a estos; las líneas de puntales inferiores irán arriostrados.

f) Se vigilará la correcta colocación de todos los elementos antes de hormigonar, así como la limpieza y humedecido de las superficies.

g) El vertido del hormigón se realizará a la menor altura posible.

h) Se aplicarán los desencofrantes antes de colocar las armaduras.

Los encofrados deberán resistir las acciones que se desarrollen durante la operación de vertido y vibrado, y tener la rigidez necesaria para evitar deformaciones.

4.4.2 APEOS Y CIMBRAS. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE.

Las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir su peso propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas (operarios, maquinaria, viento, etc.).

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesaria para que en ningún momento los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado sobrepasen los 5 mm, ni los de conjunto la milésima de la luz (1/1.000).

4.4.3 DESENCOFRADO Y DESCIMBRADO DEL HORMIGÓN.

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse a 1 díade hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas y otras cosas capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto no deberán retirarse antes delos 2 días con las mismas salvedades apuntadas anteriormente, a menos que se emplee curado a vapor.

El descimbrado podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias y temperatura, en el resultado de las pruebas de resistencia el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrar. El descimbrado se hará de modo suave y uniforme, recomendándose el empleode cunas, gatos, cajas de arena y otros dispositivos, cuando el elemento a descimbrar seade cierta importancia.

Condiciones de desencofrado:

a) No se procederá al desencofrado hasta transcurrido un mínimo de 7 días para los soportes y 3 días para los demás casos, siempre con la aprobación de la dirección facultativa.

b) Los tableros de fondo y los planos de apeo se desencofrarán siguiendo las indicaciones de la NTE-EH y la EHE, con la previa aprobación de la dirección facultativa. Se procederá al aflojado de las cuñas, dejando el elemento separado unos 3 cm durante 12 h, realizando entonces la comprobación de la flecha para ver si es admisible.

c) Cuando el desencofrado sea dificultoso se regará abundantemente, también se podrá aplicar desencofrante superficial.

d) Se apilarán los elementos de encofrado que se vayan a reutilizar, después de una cuidadosa limpieza.

4.4.4 MEDICIÓN Y ABONO.

Los encofrados se medirán siempre por m² de superficie en contacto con el hormigón, no siendo de abono las obras o excesos de encofrado, así como los elementos auxiliares de sujeción o apeos necesarios para mantener el encofrado en una posición correcta y segura contra esfuerzos de viento, etc. En este precio se incluyen, además, los desencofrantes y las operaciones de desencofrado y retirada del material. En el caso de que en el cuadro de precios esté incluido el encofrado la unidad de hormigón, se entiende que tanto el encofrado como los elementos auxiliares y el desencofrado van incluidos en la medición del hormigón.

4.5 ARMADURAS.

4.5.1 COLOCACIÓN, RECUBRIMIENTO Y EMPALME DE ARMADURAS.

Todas estas operaciones se efectuarán de acuerdo con la EHE.

4.5.2 MEDICIÓN Y ABONO.

De las armaduras de acero empleadas en el hormigón armado se abonarán los kg realmente empleados, deducidos de los planos de ejecución, por medición de su longitud, añadiendo la longitud de los solapes de empalme, medida en obra y aplicando los pesos unitarios correspondientes a los distintos diámetros empleados.

En ningún caso se abonará con solapes un peso mayor del 5% del peso del redondo resultante de la medición efectuada en el plano sin solapes.

El precio comprenderá a la adquisición, los transportes de cualquier clase hasta el punto de empleo, el pesaje, la limpieza de armaduras, si es necesario, el doblado de las mismas, el izado, sustentación y colocación en obra, incluido el alambre para ataduras y separadores, la pérdida por recortes y todas cuantas operaciones y medios auxiliares sean necesarios.

4.6 FACHADA LIGERA.

Se replantearán los ejes verticales y los ejes horizontales de juntas y se fijarán los elementosde sujeción de los paneles.

Se sujetarán provisionalmente los paneles, se alinearán, nivelarán y aplomarán todos los paneles de una misma planta. Se medirá el ancho de la junta en todo el su perímetro. Se sujetarán definitivamente los paneles a los elementos que previamente se habrán ancoradoa la estructura del edificio.

El producto de sellado se aplicará en todo el perímetro de las juntas para garantizar su estanquidad y acabado exterior, comprobando antes que estas estarán limpias de polvo, aceites o grasas.

4.6.1 CONTROL.

Las condiciones de no aceptación de los elementos se darán cuando:

a) La alineación entre los cantos de los paneles presenten variaciones superiores a 2 mm.

b) El aplomo entre dos paneles presente variaciones superiores a 2 mm, comprobado con regla d'1 m.

c) La sujeción sea diferente a la especificada.

d) Existan elementos metálicos sin protección a la oxidación.

e) El ancho de la junta vertical sea inferior al ancho mínimo.

f) El ancho de la junta horizontal sea inferior al ancho mínimo.

4.7 ALBAÑILERÍA.

4.7.1 FÁBRICA DE LADRILLO.

Los ladrillos se colocan según los aparejos presentados en el proyecto. Antes de colocarlosse humedecerán en agua. El humedecimiento deberá ser hecho inmediatamente antes de su empleo, debiendo estar sumergidos en agua 10 min al menos. Salvo especificaciones en contrario, el tendel debe tener un espesor de 10 mm.

Todas las hiladas deben quedar perfectamente horizontales y con la cara buena perfectamente plana, vertical y a plano con los demás elementos que deba coincidir. Para ello se hará uso de las miras necesarias, colocando la cuerda en las divisiones o marcas hechas en las miras.

Salvo indicación en contra se empleará un mortero de 250 kg de cemento I-35 por m³ de pasta.

Al interrumpir el trabajo, se quedará el muro en adaraja para trabar al día siguiente la fábricacon la anterior. Al reanudar el trabajo se regará la fábrica antigua limpiándola de polvo y repicando el mortero.

Las unidades en ángulo se harán de manera que se deje medio ladrillo de un muro contiguo, alternándose las hilaras.

La medición se hará por m², según se expresa en el cuadro de precios. Se medirán las unidades realmente ejecutadas, descontándose los huecos.

Los ladrillos se colocarán siempre "a restregón".

Los muros tendrán juntas de dilatación y de construcción. Las juntas de dilatación serán las

estructurales, quedarán arriostradas y se sellarán con productos sellantes adecuados.

En el arranque del cerramiento se colocará una capa de mortero de 1 cm de espesor en todala anchura del muro. Si el arranque no fuese sobre forjado, se colocará una lámina de barrera antihumedad.

En el encuentro del cerramiento con el forjado superior se dejará una junta de 2 cm que se rellenará posteriormente con mortero de cemento, preferiblemente al rematar todo el cerramiento.

Los apoyos de cualquier elemento estructural se realizarán mediante una zapata y/o una placa de apoyo.

Los muros conservarán durante su construcción los plomos y niveles de las llagas, y serán estancos al viento y a la lluvia.

Todos los huecos practicados en los muros irán provistos de su correspondiente cargadero.

Al terminar la jornada de trabajo, o cuando haya que suspenderla por las inclemencias del tiempo, se arriostrarán los paños realizados y sin terminar.

Se protegerá de la lluvia la fábrica recientemente ejecutada.

Si ha helado durante la noche se revisará la obra del día anterior. No se trabajará mientras esté helando.

El mortero se extenderá sobre la superficie de asiento en cantidad suficiente para que la llaga y el tendel rebosen.

No se utilizarán piezas menores de ½ ladrillo.

Los encuentros de muros y esquinas se ejecutarán en todo su espesor y en todas sus hiladas.

4.7.2 ENFOSCADOS DE CEMENTO.

Los enfoscados de cemento se harán con cemento de 550 kg de cemento por m³ de pastaen paramentos exteriores, y de 500 kg de cemento por m³ en paramentos interiores, empleándose arena de río o de barranco, lavada para su confección.

Antes de extender el mortero se preparará el paramento sobre el cual haya de aplicarse.

En todos los casos se limpiarán bien de polvo los paramentos y se lavarán, debiendo estar húmeda la superficie de la fábrica antes de extender el mortero. La fábrica debe estar en su interior perfectamente seca. Las superficies de hormigón se picarán, regándolas antes de proceder al enfoscado.

Preparada así la superficie, se aplicará con fuerza el mortero sobre una parte del paramentopor medio de la llana, evitando echar una porción de mortero sobre otra ya aplicada. Así se

extenderá una capa que se irá regularizando al mismo tiempo que se coloca para lo cual se recogerá con el canto de la llana el mortero. Sobre el revestimiento blando todavía se volveráa extender una segunda capa, continuando así hasta que la parte sobre la que se haya operado tenga conveniente homogeneidad. Al emprender la nueva operación habrá fraguado la parte aplicada anteriormente. Será necesario pues, humedecer sobre la junta deunión antes de echar sobre ellas las primeras llanas del mortero.

La superficie de los enfoscados debe quedar áspera para facilitar la adherencia del revoco que se echa sobre ellos. En el caso de que la superficie deba quedar fratasada se dará una segunda capa de mortero fino con el fratás.

Si las condiciones de temperatura y humedad lo requieren, a juicio de la dirección facultativa,se humedecerán diariamente los enfoscados, bien durante la ejecución o bien después de terminada, para que el fraguado se realice en buenas condiciones.

a) Preparación del mortero:

Las cantidades de los diversos componentes necesarios para confeccionar el mortero vendrán especificadas en la documentación técnica; en caso contrario, cuando las especificaciones vengan dadas en proporción, se seguirán los criterios establecidos, para cada tipo de mortero y dosificación, en la tabla 5 de la NTE-RPE.

No se confeccionará mortero cuando la temperatura del agua de amasado exceda de la banda comprendida entre 5º C y 40º C.

El mortero se batirá hasta obtener una mezcla homogénea. Los morteros de cemento y mixtos se aplicarán a continuación de su amasado, en tanto que los de cal no se podrán utilizar hasta 5 h después.

Se limpiarán los útiles de amasado cada vez que se vaya a confeccionar un nuevo mortero.

b) Condiciones generales de ejecución:

Antes de la ejecución del enfoscado se comprobará que:

Las superficies a revestir no se verán afectadas, antes del fraguado del mortero, por la acción lesiva de agentes atmosféricos de cualquier índole o por las propias obras que se ejecutan simultáneamente.

Los elementos fijos como rejas, ganchos, cercos, etc. han sido recibidos previamente cuando el enfoscado ha de quedar visto.

Se han reparado los desperfectos que pudiera tener el soporte y éste se halla fraguado cuando se trate de mortero u hormigón.

c) Durante la ejecución:

Se amasará la cantidad de mortero que se estime puede aplicarse en óptimas condiciones antes de que se inicie el fraguado; no se admitirá la adición de agua una vez amasado.

Antes de aplicar mortero sobre el soporte se humedecerá ligeramente éste, a fin de que no absorba agua necesaria para el fraguado.

Cuando el espesor del enfoscado sea superior a 15 mm se realizará por capas sucesivas,sin que ninguna de ellas supere este espesor.

Se reforzarán, con tela metálica o malla de fibra de vidrio indesmallable y resistente a la alcalinidad del cemento, los encuentros entre materiales distintos, particularmente, entre elementos estructurales y cerramientos o particiones, susceptibles de producir fisuras en el enfoscado; dicha tela se colocará tensa y fijada al soporte con solape mínimo de 10 cm a ambos lados de la línea de discontinuidad.

d) Después de la ejecución:

Transcurridas 24 h desde la aplicación del mortero se mantendrá húmeda la superficie enfoscada, hasta que el mortero haya fraguado.

No se fijarán elementos en el enfoscado hasta que haya fraguado totalmente y no antes de 7 días.

4.7.3 FORMACIÓN DE PELDAÑOS.

Se construirán con ladrillo hueco doble tomado con mortero de cemento.

4.7.4 PARTICIÓN INTERIOR DE YESO LAMINADO.

Una vez replanteadas las particiones y los marcos de las puertas, se colocarán reglas telescópicas en cantos, encuentros y a lo largo de la partición cada 2-3 m. nivelará el suelo para enganchar una banda elástica que reciba los paneles.

Las regatas para fontanería y electricidad no serán superiores a un tercio del grosor de la partición. Los encuentros de las particiones con otros cerramientos se realizarán mediante regata suficiente para recibir las placas y una banda de poliestireno para realizar la junta.

La partición ha de ser estable, plana y aplomada. En cualquier punto ha de ser resistente a una fuerza normal de penetración de 100 kg y a una energía de impacto de 12 kg x m, sin que se produzca deformación aparente.

4.7.5 PARTICIÓN INTERIOR DE VIDRIO.

Se colocará cartón asfáltica en el suporte inferior antes de comenzar la ejecución del paño.

Se trabajará a una temperatura ambiente que oscilará entre los 5 °C y los 40 °C.
El cerramiento será estanco y su colocación eliminará la posibilidad que pueda llegar a actuar tensiones estructurales.

Las juntas de dilatación y estanquidad estarán selladas y rellenadas de material elástico. El bastidor se fijará a la obra de manera que quede aplomado y nivelado.

4.8 CUBIERTAS PLANAS. AZOTEAS

4.8.1 DESCRIPCIÓN.

Cubierta o techo exterior cuya pendiente está comprendida entre el 1% y el 5% no transitables, sólo para trabajos de mantenimiento.

4.8.2 CONDICIONES PREVIAS.

a) Planos acotados de obra, con definición de la solución constructiva adoptada.

b) Ejecución del último forjado o soporte, bajantes, petos perimetrales…

c) Limpieza de forjado para el replanteo de faldones y elementos singulares.

d) Acopio de materiales y disponibilidad de equipo de trabajo.

4.8.3 COMPONENTES.

Los materiales empleados en la composición de estas cubiertas, naturales o elaborados, abarcan una gama muy amplia debido a las diversas variantes que pueden adoptarse tanto para la formación de pendientes, como para la ejecución de la membrana impermeabilizante, la aplicación de aislamiento, los solados o acabados superficiales, los elementos singulares,etc.

4.8.4 EJECUCIÓN.

Siempre que se rompa la continuidad de la membrana de impermeabilización se dispondrán refuerzos. Si las juntas de dilatación no estuvieran definidas en proyecto, se dispondrán éstas en consonancia con las estructurales, rompiendo la continuidad de éstas desde el último forjado hasta la superficie exterior.

Las limahoyas, canalones y cazoletas de recogida de agua pluvial tendrán la sección necesaria para evacuarla sobradamente, calculada en función de la superficie que recojan yla zona pluviométrica de enclave del edificio. Las bajantes de desagüe pluvial no distarán más de 20 m entre sí.

La membrana impermeable puede colocarse independiente del soporte y de la protección (sistema no adherido o flotante). Cuando no se pueda garantizar su permanencia en la cubierta, por succión de viento, erosiones de diversa índole o pendiente excesiva, la adherencia de la membrana será total. La membrana será monocapa,

Las láminas impermeabilizantes se colocarán empezando por el nivel más bajo, disponiéndose un solape mínimo de 8 cm entre ellas. Dicho solape de lámina, en las limahoyas, será de 50 cm y de 10 cm en el encuentro con sumideros. En este caso, se reforzará la membrana impermeabilizante con otra lámina colocada bajo ella que debe llegar hasta la bajante y debe solapar 10 cm sobre la parte superior del sumidero.

La humedad del soporte al hacerse la aplicación deberá ser inferior al 5%; en otro caso pueden producirse humedades en la parte inferior del forjado.

La imprimación será del mismo material que la lámina impermeabilizante. En el caso de disponer láminas adheridas al soporte no quedarán bolsas de aire entre ambos.

La barrera de vapor se colocará siempre sobre el plano inclinado que constituye la formaciónde pendiente. Sobre la misma, se dispondrá el aislamiento térmico. La barrera de vapor, quese colocará cuando existan locales húmedos bajo la cubierta (baños, cocinas,...), estará formada por oxiasfalto (1,5 kg/m²) previa imprimación con producto de base asfáltica o de pintura bituminosa.

4.8.5 CONTROL.

El control de ejecución se llevará a cabo mediante inspecciones periódicas en las que se comprobarán espesores de capas, disposiciones constructivas, colocación de juntas, dimensiones de los solapes, humedad del soporte, humedad del aislamiento, etc.

Acabada la cubierta, se efectuará una prueba de servicio consistente en la inundación de los paños hasta un nivel de 5 cm por debajo del borde de la impermeabilización en su entrega a paramentos. La presencia del agua no deberá constituir una sobrecarga superior a la de servicio de la cubierta. Se mantendrá inundada durante 24 h, transcurridas las cuales no deberán aparecer humedades en la cara inferior del forjado. Si no fuera posible la inundación, se regará continuamente la superficie durante 48 h, sin que tampoco en estecaso deban aparecer humedades en la cara inferior del forjado.

Ejecutada la prueba, se procederá a evacuar el agua, operación en la que se tomarán precauciones a fin de que no lleguen a producirse daños en las bajantes.

En cualquier caso, una vez evacuada el agua, no se admitirá la existencia de remansos o estancamientos.

4.8.6 MEDICIÓN.

La medición y valoración se efectuará, generalmente, por m² de azotea, medida en su proyección horizontal, incluso entrega a paramentos y parte proporcional de remates, terminada y en condiciones de uso.

Se tendrán en cuenta, no obstante, los enunciados señalados para cada partida de la medición o presupuesto, en los que se definen los diversos factores que condicionan el precio descompuesto resultante.

4.8.7 MANTENIMIENTO.

Las reparaciones a efectuar sobre las azoteas serán ejecutadas por personal especializado con materiales y solución constructiva análogos a los de la construcción original.

No se recibirán sobre la azotea elementos que puedan perforar la membrana impermeabilizante como antenas, mástiles, etc., o dificulten la circulación de las aguas y su deslizamiento hacia los elementos de evacuación.

El personal que tenga asignada la inspección, conservación o reparación deberá ir provistode calzado con suela blanda. Similares disposiciones de seguridad regirán en los trabajos de

mantenimiento que en los de construcción.

4.9 AISLAMIENTOS.

4.9.1 DESCRIPCIÓN.

Son sistemas constructivos y materiales que, debido a sus cualidades, se utilizan en las obras de edificación para conseguir aislamiento térmico, corrección acústica, absorción de radiaciones o amortiguación de vibraciones en cubiertas, terrazas, techos, forjados, muros, cerramientos verticales, cámaras de aire, falsos techos o conducciones, e incluso sustituyendo cámaras de aire y tabiquería interior.

4.9.2 CONDICIONES PREVIAS.

Ejecución o colocación del soporte o base que sostendrá al aislante.

La superficie del soporte deberá encontrarse limpia, seca y libre de polvo, grasas u óxidos. Deberá estar correctamente saneada y preparada, si así procediera, con la adecuada imprimación que asegure una adherencia óptima.

Los salientes y cuerpos extraños del soporte deben eliminarse, y los huecos importantes deben ser rellenados con un material adecuado.

En el aislamiento de forjados bajo el pavimento, se deberá construir todos los tabiques previamente a la colocación del aislamiento, o al menos levantarlos dos hiladas.

En caso de aislamiento por proyección, la humedad del soporte no superará a la indicada por el fabricante como máxima para la correcta adherencia del producto proyectado.

En rehabilitación de cubiertas o muros, se deberán retirar previamente los aislamientos dañados, pues pueden dificultar o perjudicar la ejecución del nuevo aislamiento.

4.9.3 EJECUCIÓN.

Se seguirán las instrucciones del fabricante en lo que se refiere a la colocación o proyecciónde l material.

Las placas deberán colocarse solapadas, a tope o a rompejuntas, según el material.

Cuando se aísle por proyección, el material se proyectará en pasadas sucesivas de 10 a 15 mm, permitiendo la total espumación de cada capa antes de aplicar la siguiente. Cuando haya interrupciones en el trabajo deberán prepararse las superficies adecuadamente para su reanudación. Durante la proyección se procurará un acabado con textura uniforme, que no requiera el retoque a mano. En aplicaciones exteriores se evitará que la superficie de la espuma pueda acumular agua, mediante la necesaria pendiente.

El aislamiento quedará bien adherido al soporte, manteniendo un aspecto uniforme y sin defectos.

Se deberá garantizar la continuidad del aislamiento, cubriendo toda la superficie a tratar, poniendo especial cuidado en evitar los puentes térmicos.

El material colocado se protegerá contra los impactos, presiones u otras acciones que lo puedan alterar o dañar. También se ha de proteger de la lluvia durante y después de la colocación, evitando una exposición prolongada a la luz solar.

El aislamiento irá protegido con los materiales adecuados para que no se deteriore con el paso del tiempo. El recubrimiento o protección del aislamiento se realizará de forma que éste quede firme y lo haga duradero.

4.9.4 CONTROL.

Durante la ejecución de los trabajos deberán comprobarse, mediante inspección general, los siguientes apartados:

a) Estado previo del soporte, el cual deberá estar limpio, ser uniforme y carecer de fisuras o cuerpos salientes.

b) Homologación oficial AENOR, en los productos que la tengan.

c) Fijación del producto mediante un sistema garantizado por el fabricante que asegure una sujeción uniforme y sin defectos.

d) Correcta colocación de las placas solapadas, a tope o a rompejuntas, según los casos.
e) Ventilación de la cámara de aire, si la hubiera.

4.9.5 MEDICIÓN.

En general, se medirá y valorará el m² de superficie ejecutada en verdadera dimensión. En casos especiales, podrá realizarse la medición por unidad de actuación. Siempre estarán incluidos los elementos auxiliares y remates necesarios para el correcto acabado, como adhesivos de fijación, cortes, uniones y colocación.

4.9.6 MANTENIMIENTO.

Se deben realizar controles periódicos de conservación y mantenimiento cada 5 años, o antes si se descubriera alguna anomalía, comprobando el estado del aislamiento y,particularmente, si se apreciaran discontinuidades, desprendimientos o daños. En caso deser preciso algún trabajo de reforma en la impermeabilización, se aprovechará paracomprobar el estado de los aislamientos ocultos en las zonas de actuación. De ser observado algún defecto, deberá ser reparado por personal especializado, con materiales análogos a los empleados en la construcción original.

4.10 SOLADOS Y ALICATADOS

4.10.1 SOLADO DE BALDOSAS DE TERRAZO.

Las baldosas, bien saturadas de agua, a cuyo efecto deberán tenerse sumergidas en agua 1h antes de su colocación; se asentarán sobre una capa de mortero de 400 kg/m³ confeccionado con arena, vertido sobre otra capa de arena bien igualada y apisonada, cuidando que el material de agarre forme una superficie continua de asiento y recibido de solado, y que las baldosas queden con sus lados a tope.

Terminada la colocación de las baldosas se las enlechará con lechada de cemento Portland, pigmentada con el color del terrazo, hasta que se llenen perfectamente las juntas, repitiéndose esta operación a las 48 h.

4.10.2 SOLADOS.

El solado debe formar una superficie totalmente plana y horizontal, con perfecta alineaciónde sus juntas en todas direcciones. Colocando una regla de 2 m de longitud sobre el solado,en cualquier dirección; no deberán aparecer huecos mayores a 5 mm.

Se impedirá el tránsito por los solados hasta transcurridos 4 días como mínimo, y en caso deser éste indispensable, se tomarán las medidas precisas para que no se perjudique al solado.

Los pavimentos se medirán y abonarán por m² de superficie de solado realmente ejecutada.

Los rodapiés y los peldaños de escalera se medirán y abonarán por metro lineal. El precio comprende todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para terminar completamente cada unidad de obra con arreglo a las prescripciones de este pliego.

4.10.3 ALICATADOS DE AZULEJOS.

Los azulejos que se emplean en el chapado de cada paramento o superficie, se entonarán perfectamente dentro de su color para evitar contrastes, salvo que expresamente se ordenelo contrario por la dirección facultativa.

El chapado estará compuesto por piezas lisas y las correspondientes y necesarias piezas especiales y de canto romo, y se sentará de modo que la superficie quede tersa y unida, sin alabeo ni deformación a junta seguida, formando las juntas línea seguida en todos los sentidos, sin quebrantos ni desplomes.

Los azulejos, sumergidos en agua 12 h antes de su empleo, se colocarán con mortero de cemento, no admitiéndose el yeso como material de agarre.

Todas las juntas se rejuntarán con cemento blanco o de color pigmentado, según los casos,y deberán ser terminadas cuidadosamente.

La medición se hará por metro cuadrado realmente realizado, descontándose huecos y midiéndose jambas y mochetas.

4.11 CARPINTERÍA METÁLICA.

Para la construcción y montaje de elementos de carpintería metálica se observarán rigurosamente las indicaciones de los planos del proyecto.

Todas las piezas de carpintería metálica deberán ser montadas, necesariamente, por la casa fabricante o personal autorizado por la misma, siendo el suministrador el responsable del perfecto funcionamiento de todas y cada una de las piezas colocadas en obra.

Todos los elementos se harán en locales cerrados y desprovistos de humedad, asentadaslas piezas sobre rastreles de madera, procurando que queden bien niveladas y no haya ninguna que sufra alabeo o torcedura alguna.

La medición se hará por m² de carpintería, midiéndose entre lados exteriores. En el precio se incluyen los herrajes, junquillos, retenedores, etc., pero quedan exceptuadas la vidriera, pintura y colocación de cercos.

4.12 PINTURA.

4.12.1 CONDICIONES GENERALES DE PREPARACIÓN DEL SOPORTE.

La superficie que se va a pintar debe estar seca, desengrasada, sin óxido ni polvo, para lo cual se empleará cepillos, sopletes de arena, ácidos y alices cuando sean metales.

Los poros, grietas, desconchados, etc., se llenarán con másticos o empastes para dejar las superficies lisas y uniformes. Se harán con un pigmento mineral y aceite de linaza o barniz yun cuerpo de relleno para las maderas. En los paneles se empleará yeso amasado con aguade cola, y sobre los metales se utilizarán empastes compuestos de 60-70% de pigmento (albayalde), ocre, óxido de hierro, litopón, etc. y cuerpos de relleno (creta, caolín, tiza, espato pesado), 30-40% de barniz copal o ámbar y aceite de maderas.

Los másticos y empastes se emplearán con espátula en forma de masilla; los líquidos con brocha o pincel o con el aerógrafo o pistola de aire comprimido. Los empastes, una vez secos, se pasarán con papel de lija en paredes y se alisarán con piedra pómez, agua y fieltro, sobre metales.

Antes de su ejecución se comprobará la naturaleza de la superficie a revestir, así como su situación interior o exterior y condiciones de exposición al roce o agentes atmosféricos, contenido de humedad y si existen juntas estructurales.

Estarán recibidos y montados todos los elementos que deben ir en el paramento, como cerco de puertas, ventanas, canalizaciones, instalaciones, etc.

Se comprobará que la temperatura ambiente no sea mayor de 28º C ni menor de 6º C.
El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación.
La superficie de aplicación estará nivelada y lisa.

En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no esté protegido.

Al finalizar la jornada de trabajo se protegerán perfectamente los envases y se limpiarán los útiles de trabajo.

4.12.2 APLICACIÓN DE LA PINTURA.

Las pinturas se podrán dar con pinceles y brocha, con aerógrafo, con pistola, (pulverizando con aire comprimido) o con rodillos.

Las brochas y pinceles serán de pelo de diversos animales, siendo los más corrientes el cerdo o jabalí, marta, tejón y ardilla. Podrán ser redondos o planos, clasificándose por números o por los gramos de pelo que contienen. También pueden ser de nylon.

Los aerógrafos o pistolas constan de un recipiente que contiene la pintura con aire a presión(1-6 atmósferas), el compresor y el pulverizador, con orificio que varía desde 0,2 mm hasta 7mm, formándose un cono de 2 cm al metro de diámetro.

Dependiendo del tipo de soporte se realizarán una serie de trabajos previos, con objeto de que al realizar la aplicación de la pintura o revestimiento, consigamos una terminación de gran calidad.

Sistemas de preparación en función del tipo de soporte:

a) Yesos y cementos así como sus derivados:

Se realizará un lijado de las pequeñas adherencias e imperfecciones. A continuación se aplicará una mano de fondo impregnado los poros de la superficie del soporte.

Posteriormente se realizará un plastecido de faltas, repasando las mismas con una mano de fondo. Se aplicará seguidamente el acabado final con un rendimiento no menor del especificado por el fabricante.

b) Metales:

Se realizará un rascado de óxidos mediante cepillo, seguido inmediatamente de una limpieza manual esmerada de la superficie.

A continuación se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva, con un rendimiento no inferior al especificado por el fabricante.

Pasado el tiempo de secado se aplicarán dos manos de acabado de esmalte, con un rendimiento no menor al especificado por el fabricante.

4.12.3 MEDICIÓN Y ABONO.

La pintura se medirá y abonará en general, por m² de superficie pintada, efectuándose la medición en la siguiente forma:

Pintura sobre muros, tabiques y techos: se medirá descontando los huecos. Las molduras se medirán por superficie desarrollada.

Pintura sobre carpintería: se medirá por las dos caras, incluyéndose los tapajuntas.
Pintura sobre ventanales metálicos: se medirá una cara.
En los precios respectivos está incluido el coste de todos los materiales y operaciones necesarias para obtener la perfecta terminación de las obras, incluso la preparación, lijado, limpieza, plastecido, etc. y todos cuantos medios auxiliares sean precisos.

4.13 FONTANERÍA.

4.13.1 TUBERÍA DE COBRE.

Toda la tubería se instalará de forma que presente un aspecto limpio y ordenado. Se usarán accesorios para todos los cambios de dirección y los tendidos de tubería se realizarán de forma paralela o en ángulo recto a los elementos estructurales del edificio.

La tubería estará colocada en su sitio sin necesidad de forzarla ni flexarla; irá instalada de forma que se contraiga y dilate libremente sin deterioro para ningún trabajo ni para sí misma.

Las uniones se harán de soldadura blanda con capilaridad. Las grapas para colgar la conducción de forjado serán de latón espaciadas 40 cm.

4.13.2 TUBERÍA DE PVC.

Se realizará el montaje enterrado, rematando los puntos de unión con cemento. Todos los cambios de sección, dirección y acometida, se efectuarán por medio de arquetas registrables.

En la citada red de saneamiento se situarán pozos de registro con pates para facilitar el acceso.

La pendiente mínima será del 1% en aguas pluviales, y superior al 1,5% en aguas fecales y sucias.

La medición se hará por m lineal de tubería realmente ejecutada, incluyéndose en ella el lecho de hormigón y los corchetes de unión. Las arquetas se medirán a parte por unidades.

4.14 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

La ejecución de las instalaciones se ajustará a lo especificado en los reglamentos vigentes ya las disposiciones complementarias que puedan haber dictado la Delegación de Industriaen el ámbito de su competencia. Así mismo, en el ámbito de las instalaciones que sea necesario, se seguirán las normas de la compañía suministradora de energía.

Se cuidará en todo momento que los trazados guarden las:

a) Maderamen, redes y nonas en número suficiente de modo que garanticen la seguridad de los operarios y transeúntes.

b) Maquinaria, andamios, herramientas y todo el material auxiliar para llevar a cabo los trabajos de este tipo.

c) Todos los materiales serán de la mejor calidad, con las condiciones que impongan los documentos que componen el Proyecto, o los que se determine en el transcurso de la obra, montaje o instalación.

4.14.1 CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

Serán de cobre electrolítico, aislados adecuadamente, siendo su tensión nominal de 0,6/1 kilovoltios para la línea repartidora y de 750 voltios para el resto de la instalación, debiendo estar homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-06.

4.14.2 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.

Serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndosea este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de energía. La sección mínima de estos conductores será la obtenida utilizando la tabla 2 de lainstrucción ITC-BT-19, apartado 2.3, en función de la sección de los conductores de la instalación.

4.14.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.

Deberán poder ser identificados por el color de su aislamiento:

a) Azul claro para el conductor neutro.

b) Amarillo-verde para el conductor de tierra y protección.

c) Marrón, negro y gris para los conductores activos o fases.

4.14.4 TUBOS PROTECTORES.

Los tubos a emplear serán aislantes flexibles (corrugados) normales, con protección de grado 5 contra daños mecánicos, y que puedan curvarse con las manos, excepto los que vayan a ir por el suelo o pavimento de los pisos, canaladuras o falsos techos, que serán deltipo Preplás, Reflex o similar, y dispondrán de un grado de protección de 7.
Los diámetros interiores nominales mínimos, medidos en milímetros, para los tubos protectores, en función del número, clase y sección de los conductores que deben alojar, se indican en las tablas de la instrucción ITC-BT-21. Para más de 5 conductores por tubo, y para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior deéste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores, especificando únicamente los que realmente se utilicen.

4.14.5 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES.

Serán de material plástico resistente o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente

y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y de 80 mm para el diámetro o lado interior.

La unión entre conductores, se realizaran siempre dentro de las cajas de empalme exceptoen los casos indicados en el apartado 3.1 de la ITC-BT-21, no se realizará nunca por simple retorcimiento entre sí de los conductores, sino utilizando bornes de conexión, conforme a la instrucción ITC-BT-19.

4.14.6 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA.

Son los interruptores y conmutadores, que cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda excederen ningún caso de 65º C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

4.14.7 APARATOS DE PROTECCIÓN.

Son los disyuntores eléctricos, fusibles e interruptores diferenciales.

Los disyuntores serán de tipo magnetotérmico de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito estará de acuerdo conla intensidad del cortocircuito que pueda presentarse en un punto de la instalación, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regularán para una temperatura inferior alos 60 ºC. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como elsigno indicador de su desconexionado. Estos automáticos magnetotérmicos serán de corte omnipolar, cortando la fase y neutro a la vez cuando actúe la desconexión.

Los interruptores diferenciales serán como mínimo de alta sensibilidad (30 mA) y además de corte omnipolar. Podrán ser “puros”, cuando cada uno de los circuitos vayan alojados en tubo o conducto independiente una vez que salen del cuadro de distribución, o del tipo con protección magnetotérmica incluida cuando los diferentes circuitos deban ir canalizados porun mismo tubo.

Los fusibles a emplear para proteger los circuitos secundarios o en la centralización de contadores serán calibrados a la intensidad del circuito que protejan. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán construidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Deberán poder ser reemplazados bajo tensión sin peligro alguno,y llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

4.14.8 PUNTOS DE UTILIZACIÓN.

Las tomas de corriente a emplear serán de material aislante, llevarán marcadas suintensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas depuesta a tierra. El número de tomas de corriente a instalar, en función de los m² de la vivienda y el grado de electrificación, será como mínimo el indicado en la instrucción ITC-BT-25 en su apartado 4.

4.14.9 PUESTA A TIERRA.

Las puestas a tierra podrán realizarse mediante placas de 500x500x3 mm o bien mediante electrodos de 2 m de longitud, colocando sobre su conexión con el conductor de enlace su correspondiente arqueta registrable de toma de tierra, y el respectivo borne de comprobacióno dispositivo de conexión. El valor de la resistencia será inferior a 20 ohmios.

4.14.10 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Las cajas generales de protección se situarán en el exterior de la finca edificio, según la instrucción ITC-BT-13, artículo 1.1. Si la caja es metálica, deberá llevar un borne para su puesta a tierra.

Los cuadros generales de distribución se situarán en el interior de la fábrica, tal y como se indica en los planos, en lugar fácilmente accesible y de uso general. Deberán estar realizados con materiales no inflamables, y se situarán a una distancia tal que entre la superficie del pavimento y los mecanismos de mando haya 200 cm.

El conexionado entre los dispositivos de protección situados en estos cuadros se ejecutará ordenadamente, procurando disponer regletas de conexionado para los conductores activosy para el conductor de protección. Se fijará sobre los mismos un letrero de material metálicoen el que debe estar indicado el nombre del instalador, el grado de electrificación y la fechaen la que se ejecutó la instalación.

La ejecución de las instalaciones interiores se efectuará bajo tubos protectores, siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectuará la instalación.

Deberá ser posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de haber sido colocados y fijados éstos y sus accesorios, debiendo disponer de los registros que se consideren convenientes.

Los conductores se alojarán en los tubos después de ser colocados éstos. La unión de los conductores en los empalmes o derivaciones no se podrá efectuar por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, pudiendo utilizarse bridas de conexión. Estas uniones se realizarán siempre en el interior de las cajas de empalme o derivación.

No se permitirán más de tres conductores en los bornes de conexión.

Las conexiones de los interruptores unipolares se realizarán sobre el conductor de fase.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en la que derive.

Las tomas de corriente de un mismo local deben estar conectadas a la misma fase. En caso contrario, entre las tomas alimentadas por fases distintas debe haber una separación de 1,5m, como mínimo.

Las cubiertas, tapas o envolturas, manivela y pulsadores de maniobra de los aparatos instalados cuartos de baño o aseos, así como en aquellos locales en los que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.

El circuito eléctrico del alumbrado de la escalera se instalará completamente independiente de cualquier otro circuito eléctrico.

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia mínima del aislamiento por lo menos igual a 1.000xU ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios,con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión continua, suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre los 500 y los 1.000 voltios, y como mínimo 250 voltios, con una carga externa de 100.000 ohmios.

Se dispondrá punto de puesta a tierra accesible y señalizado, para poder efectuar la medición de la resistencia de tierra.

Todas las bases de toma de corriente situadas en la cocina, cuartos de baño, cuartos de aseo y lavaderos, así como de usos varios, llevarán obligatoriamente un contacto de toma detierra. En cuartos de baño y aseos se realizarán las conexiones equipotenciales.

Los circuitos eléctricos derivados llevarán una protección contra sobreintensidades, mediante un interruptor automático o un fusible de cortocircuito, que se deberán instalar siempre sobre el conductor de fase propiamente dicho, incluyendo la desconexión del neutro.

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina destinada a la fabricación de cazos de palas de maquinaria agrícola.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Autor
IAGO BUETAS MATA

Director/es
VICTOR TABUENCA CINTORA

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad de Zaragoza
2022

INDICE

1 NORMATIVA 2
2 DERECHOS Y OBLIGACIONES 3
2.1 DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES 3
2.2 PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA 3
2.3 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS 3
2.4 EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN. 5
2.5 INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES. 5
2.6 FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES. 5
2.7 MEDIDAS DE EMERGENCIA. 6
2.8 RIESGO GRAVE E INMINENTE. 6
2.9 VIGILANCIA DE LA SALUD. 6
2.10 DOCUMENTACIÓN. 6
2.11 COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES. 7
2.12 PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS. 7
2.13 PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD. 7
2.14 PROTECCIÓN DE LOS MENORES. 7
2.15 RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL. 7
2.16 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS. 8
3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN. 9
3.1 PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES. 9
3.2 SERVICIOS DE PREVENCIÓN. 9
4 CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES. 10
4.1 CONSULTA DE LOS TRABAJADORES. 10
4.2 DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN. 10
4.3 DELEGADOS DE PREVENCIÓN. 10
5 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO. 11
5.1 OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO. 11
5.2 CONDICIONES CONSTRUCTIVAS. 11
5.3 ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN. 12
5.4 CONDICIONES AMBIENTALES. 13
5.5 ILUMINACIÓN. 13

5.6 SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO. 14
5.7 MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS. 14
6 DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. 15
6.1 OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO. 15
7 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO. 16
7.1 OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO. 16
7.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO. 17
7.3 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES. 18
7.4 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS. 18
7.5 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL. 18
7.6 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA. 20
8 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. 22
8.1 RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. 22
8.2 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL. 23
8.3 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO 25
8.3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS. EXCAVACIÓN DE POZOS Y ZANJAS. 25
8.3.2 RELLENO DE TIERRAS. 26
8.3.3 ENCOFRADOS. 27
8.3.4 TRABAJOS CON FERRALLA, MANIPULACIÓN Y PUESTA EN OBRA. 27
8.3.5 TRABAJOS DE MANIPULACIÓN DEL HORMIGÓN. 27
8.3.6 MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA. 28
8.3.7 MONTAJE DE PREFABRICADOS. 28
8.3.8 ALBAÑILERÍA. 29
8.3.9 CUBIERTAS. 29
8.3.10 ALICATADOS. 29
8.3.11 ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS. 29
8.3.12 SOLADOS CON MÁRMOLES, TERRAZOS, PLAQUETAS Y ASIMILABLES. 29
8.3.13 CARPINTERÍA METÁLICA Y CERRAJERÍA. 29
8.3.14 MONTAJE DE VIDRIO. 30
8.3.15 PINTURA Y BARNIZADOS. 30

8.3.16 INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA. 30
8.3.17 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA, APARATOS SANITARIOS, CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO. 32
8.4 DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS. 32
9 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL. 33
9.1 OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO. 33
9.2 PROTECTORES DE LA CABEZA. 33
9.3 PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS. 33
9.4 PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS. 33
9.5 PROTECTORES DEL CUERPO. 34

1 NORMATIVA

Las exigencias básicas del CTE Documento Básico Seguridad de Utilización, que tiene por objetivo reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso previsto de los edificios.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley, establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

2 DERECHOS Y OBLIGACIONES

2.1 DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

2.2 PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

2.3 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá

hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.

- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.

- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.

- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.

- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.

- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.

- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
    - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
    - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina. o Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
    - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.

- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
    - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
    - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.

- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o

móvil y la sobrepasa.

- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.

- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de ”tijera“ entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

2.4 EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.

- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello. El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

2.5 INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riegos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.

- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

2.6 FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

2.7 MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

2.8 RIESGO GRAVE E INMINENTE.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.

- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

2.9 VIGILANCIA DE LA SALUD.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

2.10 DOCUMENTACIÓN.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.

- Medidas de protección y prevención a adoptar.

- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.

- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

2.11 COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

2.12 PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

2.13 PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

2.14 PROTECCIÓN DE LOS MENORES.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

2.15 RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

2.16 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.

- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.

- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.

- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

3.1 PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En el caso particular de esta empresa, al ser el número de trabajadores menor de seis, podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoria o evaluación externa.

3.2 SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

4 CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

4.1 CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

4.2 DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

4.3 DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal.

5 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

5.1 OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

5.2 CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbes o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m3 por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos

será de 100 cm. Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75º con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionados para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparamenta eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcasas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

5.3 ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan

originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

5.4 CONDICIONES AMBIENTALES.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 ºC. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 ºC.

- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50%.

- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:

    - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s. o Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
    - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m3 de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m3 en los casos restantes.

- Se evitarán los olores desagradables.

5.5 ILUMINACIÓN.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux • Áreas o locales de uso habitual: 100 lux

- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.

- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.

- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.

- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

5.6 SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO.

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

5.7 MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

6 DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

6.1 OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxica, corrosiva o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

7 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

7.1 OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

7.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

7.3 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

7.4 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con ”pestillos de seguridad“ y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

7.5 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados ”silenciosos“ en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruido y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

7.6 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en

el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

8 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

8.1 RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).

- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

8.2 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos

(Vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc.), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad. Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes,

botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

8.3 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

8.3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS. EXCAVACIÓN DE POZOS Y ZANJAS.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al limite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m.,, en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

8.3.2 RELLENO DE TIERRAS.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

8.3.3 ENCOFRADOS.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablones, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

8.3.4 TRABAJOS CON FERRALLA, MANIPULACIÓN Y PUESTA EN OBRA.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

8.3.5 TRABAJOS DE MANIPULACIÓN DEL HORMIGÓN.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

8.3.6 Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1,50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

8.3.7 MONTAJE DE PREFABRICADOS.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

8.3.8 ALBAÑILERÍA.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

8.3.9 CUBIERTAS.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

8.3.10 ALICATADOS.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

8.3.11 ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS.

Las "miras", reglas, tablones, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

8.3.12 SOLADOS CON MÁRMOLES, TERRAZOS, PLAQUETAS Y ASIMILABLES.

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

8.3.13 CARPINTERÍA METÁLICA Y CERRAJERÍA.

Los recortes metálicos, objetos punzantes y cascotes producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

8.3.14 MONTAJE DE VIDRIO.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

8.3.15 PINTURA Y BARNIZADOS.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

8.3.16 INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.

- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

8.3.17 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA, APARATOS SANITARIOS, CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

8.4 DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

9 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

9.1 OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

9.2 PROTECTORES DE LA CABEZA.

Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.

- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

9.3 PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

9.4 PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.

- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

9.5 PROTECTORES DEL CUERPO.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

Diseño y cálculo estructural de una nave industrial y una oficina destinada a la fabricación de cazos de palas de maquinaria agrícola.

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Autor

IAGO BUETAS MATA

Director/es

VICTOR TABUENCA CINTORA

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad de Zaragoza

2022

INDICE

1 MEDICIONES 03
2 PRESUPUESTO 22

Presupuesto parcial nº 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº	Ud	Descripción	Medición

1.1 **Ud** **Estudio geotécnico en un terreno de cohesión media, para una superficie de solar de 1.000 a 2,000 m2, realizado con combinación de penetrómetro y sondeos, para una profundidad aproximada de 10 m., realizando tres perforaciones con el equipo de sondeo, y tres penetraciones, hasta el rechazo, con el equipo de penetración dinámica, en puntos representativos del terreno, a fin de poder trazar, con los resultados obtenidos, tres planos del perfil del terreno; incluyendo el levantamiento de los niveles del terreno, extracción, tallado y rotura de dos muestras inalteradas del sondeo, realización de dos SPT por sondeo, ensayos de laboratorio para la clasificación del suelo, para determinar su deformabilidad y su capacidad portante, y para determinar el contenido en sulfatos, incluso emisión del informe.**

Total ud .....: 3,000

1.2 **M² Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Total Parcela	4.764				4.764,000	
					4.764,000	*4.764,000*

Total m² .....: 4.764,000

1.3 **M² Compactación de terrenos a cielo abierto, por medios mecánicos, sin aporte de tierras, incluso regado de los mismos, sin definir grado de compactación mínimo, y con p.p. de medios auxiliares.**

Total m² .....: 4.764,000

1.4 **M³ Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZAPATAS						
Z1 (2,2x3,25)	6	2,200	3,250	1,100	47,190	
Z2 (1,6x2,2)	6	1,600	2,200	1,100	23,232	
Z3 (2x2,8)	12	2,000	2,800	1,100	73,920	
Z4 (2,6x2,1)	1	2,600	2,100	1,100	6,006	
Z5 (1,6x1,6)	6	1,600	1,600	1,100	16,896	
Z6 (1,8x1,8)	2	1,800	1,800	1,100	7,128	
Z7 (1x1)	2	1,000	1,000	1,100	2,200	
Z8 (2,3x1,8)	1	2,300	1,800	1,100	4,554	
Z9 (2,2x1,7)	1	2,200	1,700	1,100	4,114	
Z10 (2x1,5)	1	2,000	1,500	1,100	3,300	
VIGAS CENTRADORTAS						
C.1	3	2,275	0,400	0,500	1,365	
	4	2,800	0,400	0,500	2,240	
	1	3,162	0,400	0,500	0,632	
	3	2,800	0,400	0,500	1,680	
	3	2,900	0,400	0,500	1,740	
	10	3,000	0,400	0,500	6,000	
	1	2,950	0,400	0,500	0,590	
	1	3,050	0,400	0,500	0,610	
	1	3,250	0,400	0,500	0,650	
	1	3,400	0,400	0,500	0,680	
	1		0,400	0,500	0,200	
	1		0,400	0,500	0,200	
	1		0,400	0,500	0,200	
	1		0,400	0,500	0,200	
	1		0,400	0,500	0,200	
	1		0,400	0,500	0,200	
	1		0,400	0,500	0,200	
	1		0,400	0,500	0,200	
	3	3,400	0,400	0,500	2,040	
	1	3,300	0,400	0,500	0,660	
CB.2.1			0,400	0,500	0,200	
		3,400	0,400	0,500	0,680	
					209,707	*209,707*

Total m³ .....: 209,707

1.5 **M³** **Carga y transporte de escombros al vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 15 t. de peso, cargados con pala cargadora media, incluso canon de vertedero.**

Total m³ .....: 209,707

Presupuesto parcial nº 2 CIMENTACION

Nº	Ud	Descripción	Medición
2.1.- Superficiales			
2.1.1.- Zapatas			
2.1.1.1	M³	Hormigón en masa HM-5/B/40, de 5 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx.40 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación.	
		Total m³ .....:	17,160
2.1.1.2	M³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m³.	
		Total m³ .....:	171,400
2.2.- Arriostramientos			
2.2.1.- Vigas entre zapatas			
2.2.1.1	M³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 60 kg/m³.	
		Total m³ .....:	19,900
2.2.1.2	M³	Hormigón en masa HM-5/B/40, de 5 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx.40 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación.	
		Total m³ .....:	4,910

Presupuesto parcial nº 3 ESTRUCTURA

Nº	Ud	Descripción	Medición

3.1.- Acero

3.1.1.- Pilares

3.1.1.1 Kg Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.

	Uds.	Parcial	Subtotal
IPE-330 [A]	7.567,71	7.567,710	
IPE-200 [A]	1.029	1.029,000	
		8.596,710	*8.596,710*
		Total kg .....:	**8.596,710**

3.1.2.- Vigas

3.1.2.1 Kg Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.

	Uds.	Largo	Peso/m	Parcial	Subtotal
UPN-180 [A*B*C]	18	5,000	22,420	2.017,800	
IPE-240 [A*B*C]	18	5,000	31,294	2.816,460	
				4.834,260	*4.834,260*

	Uds.	Largo	Alto	Parcial	Subtotal
IPE-220 [A]	262,19			262,190	
IPE-160 [A]	634,29			634,290	
IPE-270 [A]	4.532,69			4.532,690	
				5.429,170	*5.429,170*
				10.263,430	*10.263,430*
				Total kg .....:	**10.263,430**

3.1.2.2 Kg Acero S275JR en vigas, con piezas compuestas formadas por perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.

	Uds.	Parcial	Subtotal
IPE-270 con cartela [A]	2.607,09	2.607,090	
		2.607,090	*2.607,090*
		Total kg .....:	**2.607,090**

3.1.3.- Varios

3.1.3.1 Kg Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado y colocado en obra con tornillos.

	Uds.	Largo	Peso/m	Alto	Parcial	Subtotal
C120x2.5 [A*B*C]	56	10,000	4,780		2.676,800	
C160x2.5 [A*B*C]	50	10,000	5,950		2.975,000	
					5.651,800	*5.651,800*
					Total kg .....:	**5.651,800**

3.1.3.2 Kg Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado y colocado en obra con tornillos.

	Largo	Peso/m	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
R10 [A*B]	99,64	0,617			61,478	
R20 [A*B]	113,12	2,470			279,406	
					340,884	*340,884*
					Total kg .....:	**340,884**

3.1.3.3 Kg Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado y colocado en obra con tornillos.

	Uds.	Largo	Peso/m	Alto	Parcial	Subtotal
#80.4 [A*B*C]	12	5,000	9,110		546,600	
					546,600	*546,600*
					Total kg .....:	**546,600**

3.2.- Hormigón armado

3.2.1.- Pilares

Presupuesto parcial nº 3 ESTRUCTURA

Nº	Ud	Descripción	Medición

3.2.1.1 M³ Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 120 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables, entre 4 y 5 m de altura libre y 40x40 cm de sección media.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Primera Planta	12	0,400	0,400	4,150	7,968	
					7,968	*7,968*

Total m³ .....: 7,968

3.2.1.2 M³ Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 120 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables, entre 4 y 5 m de altura libre y 30x30 cm de sección media.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Primera Planta	2	0,300	0,300	4,150	0,747	
					0,747	*0,747*

Total m³ .....: 0,747

3.2.1.3 M³ Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 120 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables, entre 3 y 4 m de altura libre y 40x40 cm de sección media.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Segunda Planta	12	0,400	0,400	3,400	6,528	
					6,528	*6,528*

Total m³ .....: 6,528

3.2.2.- Vigas

3.2.2.1 M³ Viga plana de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 150 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de madera, en planta de entre 4 y 5 m de altura libre.

Total m³ .....: 8,164

3.2.2.2 M³ Viga plana de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 150 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de madera, en planta de entre 3 y 4 m de altura libre.

Total m³ .....: 15,200

3.2.3.- Forjados unidireccionales

3.2.3.1 M² Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 35 = 30+5 cm; vigas planas; altura libre de planta de entre 4 y 5 m. Sin incluir repercusión de pilares.

Total m² .....: 128,490

3.2.3.2 M² Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 35 = 30+5 cm; vigas planas; altura libre de planta de entre 3 y 4 m. Sin incluir repercusión de pilares.

Total m² .....: 140,300

3.2.4.- Escaleras

Presupuesto parcial nº 3 ESTRUCTURA

Nº	Ud	Descripción	Medición

3.2.4.1 M² **Losa de escalera de hormigón armado de 18 cm de espesor, con peldañeado de hormigón, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 18 kg/m²; montaje y desmontaje de sistema de encofrado, con acabado tipo industrial para revestir en su cara inferior y laterales, en planta de entre 4 y 5 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de tablones de madera de pino, amortizables en 10 usos, estructura soporte horizontal de tablones de madera de pino, amortizables en 10 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso alambre de atar, separadores y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.**
Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra.
Incluye: Replanteo y marcado de niveles de plantas y rellanos. Montaje del sistema de encofrado. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado.
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida por su intradós en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá, por el intradós, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Total m² .....: 8,000

3.3.- Cerramientos

3.3.1 M² **Fachada simple, de chapa perfilada de acero galvanizado, de 0,75 mm de espesor, con nervios de entre 40 y 50 mm de altura de cresta, a una separación de entre 250 y 270 mm, colocada en posición vertical con un solape de la chapa superior de 70 mm y un solape lateral de un trapecio y fijada mecánicamente a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de las chapas.**
Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares.
Incluye: Replanteo de las chapas. Corte, preparación y colocación de las chapas. Fijación mecánica de las chapas.
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².
Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
cubierta	1	50,000	20,000		1.000,000	
fachadas norte y sur	2	20,000	7,500		300,000	
fachadas este y oeste	2	50,000	7,000		700,000	
					2.000,000	*2.000,000*

Total m² .....: 2.000,000

3.3.2 M **Coronación para fachada metálica, con con chapa plegada de acero galvanizado, de 0,8 mm de espesor, 30 cm de desarrollo y 4 pliegues. Incluso accesorios de fijación de las piezas a los paneles.**
Incluye: Replanteo y colocación del remate. Fijación mecánica.
Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto, incrementada en 5 cm a cada lado.
Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, incluyendo las entregas en los apoyos.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
coronación	4	10,000			40,000	
	2	50,000			100,000	
esquinas	4	7,000			28,000	
					168,000	*168,000*

Total m .....: 168,000

Presupuesto parcial nº 3 ESTRUCTURA

Nº	Ud	Descripción	Medición

3.3.3 **M²** **Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 14 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color gris a una cara, dispuestos en posición horizontal.**
Incluye: Replanteo de los paneles. Colocación del cordón de caucho adhesivo. Posicionado de los paneles en su lugar de colocación. Aplomo y apuntalamiento de los paneles. Soldadura de los elementos metálicos de conexión. Sellado de juntas y retacado final con mortero de retracción controlada.
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².
Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
cerramiento oficina	2	10,000		8,250	165,000	
	2	15,000		8,250	247,500	
					412,500	*412,500*
					Total m² .....:	**412,500**

3.3.4 **M²** **Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, pendiente del 1% al 5%, para tráfico peatonal privado. FORMACIÓN DE PENDIENTES: mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de arcilla expandida, vertida en seco y consolidada en su superficie con lechada de cemento, proporcionando una resistencia a compresión de 1 MPa y con una conductividad térmica de 0,087 W/(mK), con espesor medio de 10 cm; con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 4 cm de espesor, acabado fratasado; AISLAMIENTO TÉRMICO: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; IMPERMEABILIZACIÓN: tipo bicapa, adherida, compuesta por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30-FV y una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30-FP, totalmente adheridas con soplete, sin coincidir sus juntas; CAPA SEPARADORA BAJO PROTECCIÓN: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, (200 g/m²); CAPA DE PROTECCIÓN: pavimento de baldosas cerámicas de gres rústico, 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso de fraguado normal, C1 sin ninguna característica adicional, color gris, sobre una capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, de 4 cm de espesor, rejuntadas con mortero de juntas cementoso mejorado, con absorción de agua reducida y resistencia elevada a la abrasión tipo CG 2 W A, color blanco, para juntas de 2 a 15 mm. Incluso crucetas de PVC.**
Criterio de valoración económica: El precio no incluye la ejecución y el sellado de las juntas ni la ejecución de remates en los encuentros con paramentos y desagües.
Incluye: Replanteo de los puntos singulares. Replanteo de las pendientes y trazado de limatesas, limahoyas y juntas. Formación de pendientes mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo. Relleno de juntas con poliestireno expandido. Vertido en seco de la arcilla expandida hasta alcanzar el nivel de coronación de las maestras, y consolidación con lechada de cemento. Vertido, extendido y regleado del mortero de regularización. Revisión de la superficie base en la que se realiza la fijación del aislamiento de acuerdo con las exigencias de la técnica a emplear. Corte, ajuste y colocación del aislamiento. Limpieza y preparación de la superficie. Colocación de la impermeabilización. Colocación de la capa separadora bajo protección. Vertido, extendido y regleado del material de agarre o nivelación. Replanteo de las juntas del pavimento. Replanteo del pavimento y fajeado de juntas y puntos singulares. Colocación de las baldosas con junta abierta. Sellado de juntas de pavimento y perimetrales. Rejuntado del pavimento.
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.
Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
cubierta oficinas		15,000	10,000		150,000	
					150,000	*150,000*
					Total m² .....:	**150,000**

Presupuesto parcial nº 4 URBANIZACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición

4.1 **M² Muro de carga de 20 cm de espesor de fábrica de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color blanco, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²), con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel.**

Criterio de valoración económica: El precio no incluye los zunchos horizontales ni la formación de los dinteles de los huecos del paramento.

Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo, planta a planta. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Repaso de juntas y limpieza del paramento. Resolución de esquinas y encuentros. Limpieza.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
cierre de parcela	1	60,000		1,000	60,000	
	1	16,500		1,000	16,500	
	1	45,000		1,000	45,000	
	1	60,000		1,000	60,000	
	1	80,000		1,000	80,000	
					261,500	*261,500*

Total m² .....: 261,500

4.2 **M Vallado de parcela formado por paneles de malla electrosoldada, de 50x50 mm de paso de malla y 4 mm de diámetro, acabado galvanizado y plastificado en color verde RAL 6015, con bastidor de perfil hueco de acero galvanizado y plastificado en color verde RAL 6015 de sección 20x20x1,5 mm y postes de perfil hueco de acero galvanizado y pintado, de sección cuadrada 50x50x1,5 mm y 1,5 m de altura, separados 2,5 m entre sí y empotrados en muros de fábrica u hormigón. Incluso mortero de cemento para recibido de los postes y accesorios para la fijación de los paneles de malla electrosoldada a los postes metálicos.**

Criterio de valoración económica: El precio no incluye el muro.

Incluye: Replanteo. Apertura de huecos para colocación de los postes. Colocación de los postes. Vertido del mortero. Aplomado y alineación de los postes. Colocación de los paneles de malla.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de longitud mayor de 1 m.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de longitud mayor de 1 m.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
cierre de parcela	1	60,000		1,000	60,000	
	1	16,500		1,000	16,500	
	1	50,000		1,000	50,000	
	1	70,000		1,000	70,000	
	1	80,000		1,000	80,000	
					276,500	*276,500*

Total m .....: 276,500

4.3 **Ud Puerta cancela metálica de chapa de acero galvanizado, acabado lacado, de hoja corredera, dimensiones 500x200 cm, perfiles rectangulares en cerco zócalo inferior realizado con chapa grecada de 1,2 mm de espesor a dos caras, para acceso de vehículos. Apertura automática con equipo de automatismo recibido a obra para apertura y cierre automático de puerta (incluido en el precio). Incluso pórtico lateral de sustentación y tope de cierre, guía inferior con UPN 100 y cuadradillo macizo de 25x25 mm sentados con hormigón HM-25/B/20/X0 y recibidos a obra; ruedas para deslizamiento, con rodamiento de engrase permanente, material de conexionado eléctrico, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante y accesorios.**

Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de los perfiles guía. Instalación de la puerta cancela. Vertido del hormigón. Montaje del sistema de apertura. Montaje del sistema de accionamiento. Conexionado eléctrico. Repaso y engrase de mecanismos y guías. Puesta en marcha.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Total Ud .....: 3,000

Presupuesto parcial nº 4 URBANIZACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición

4.4 **Ud** **Puerta cancela de chapa de acero galvanizado, acabado lacado, de una hoja abatible, dimensiones 100x200 cm, perfiles rectangulares en cerco zócalo inferior realizado con chapa grecada de 1,2 mm de espesor a dos caras, para acceso peatonal. Apertura manual. Incluso bisagras o anclajes metálicos laterales de los bastidores sentados con hormigón HM-25/B/20/X0, armadura portante de la cancela y recibidos a obra, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante y accesorios.**
Incluye: Instalación de la puerta cancela. Montaje del sistema de apertura. Montaje del sistema de accionamiento. Repaso y engrase de mecanismos.
Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Total Ud .....: 2,000

4.5 **M²** **Aplicación manual de dos manos de pintura plástica, color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 15 a 20% de agua y la siguiente diluida con un 5 a 10% de agua o sin diluir, (rendimiento: 0,1 l/m² cada mano); previa aplicación de una mano de imprimación acrílica, reguladora de la absorción, sobre paramento exterior.**
Criterio de valoración económica: El precio incluye la protección de los elementos del entorno que puedan verse afectados durante los trabajos y la resolución de puntos singulares.
Incluye: Preparación, limpieza y lijado previo del soporte. Preparación de la mezcla. Aplicación de una mano de fondo. Aplicación de dos manos de acabado.
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base.
Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Pintado de plazas de aparcamiento y diferentes indicaciones	1	275,000		0,050	13,750	
					13,750	*13,750*

Total m² .....: 13,750

4.6 **M** **Rígola formada por piezas prefabricadas de hormigón bicapa, 8/6,5x50x50 cm, sobre base de hormigón en masa HM-20/P/20/X0 de 20 cm de espesor, vertido desde camión, extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado, según pendientes del proyecto y colocado sobre explanada con índice CBR > 5 (California Bearing Ratio), no incluida en este precio.**
Incluye: Vertido y extendido del hormigón. Colocación de las piezas. Relleno de juntas con mortero. Asentado y nivelación.
Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
zona de aparcamientos	1	60,000			60,000	
zona trasera	1	80,000			80,000	
					140,000	*140,000*

Total m .....: 140,000

4.7 **M²** **Pavimento continuo exterior de hormigón en masa, con juntas, de 10 cm de espesor, realizado con hormigón HM-20/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual; con lámina de polietileno como capa separadora bajo el pavimento; tratado superficialmente con capa de rodadura de mortero decorativo de rodadura para pavimento de hormigón, color gris, rendimiento 3 kg/m², con acabado fratasado mecánico.**
Incluye: Preparación y limpieza de la superficie soporte. Colocación de la capa separadora. Replanteo de las juntas de construcción, de dilatación y de retracción. Colocación de encofrados. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Curado del hormigón. Aplicación manual del mortero, asegurándose de la total cubrición del hormigón fresco. Retirada de encofrados. Fratasado mecánico de la superficie.
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Total m² .....: 3.600,000

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERIA

Nº	Ud	Descripción	Medición

5.1.- Tabiquería

5.1.1 M² Partición interior para tabiquería, realizada mediante el sistema "DBBLOK", formada por una hoja de fábrica de 6,5 cm de espesor de ladrillo de hormigón hueco acústico, Geroblok Tabique "DBBLOK", para revestir, de 49x6,5x19 cm, recibida con mortero de cemento, industrial, M-7,5, revestida por ambas caras con 15 mm de yeso de construcción B1, proyectado, acabado enlucido con yeso de aplicación en capa fina C6.

	Uds.	Parcial	Subtotal
OFICINA [A]	251,31	251,310	
NAVE [A]	90	90,000	
		341,310	*341,310*
		Total m² .....:	**341,310**

5.1.2 M² Partición interior (separación dentro de una misma unidad de uso), sistema tabique TC-9 "PANELSYSTEM", de 90 mm de espesor total, de panel aligerado de yeso reforzado con fibra de vidrio, TC-9 "PANELSYSTEM", de 90 mm de espesor.

	Uds.	Parcial	Subtotal
OFICINA [A]	16,28	16,280	
NAVE [A]	67,76	67,760	
		84,040	*84,040*
		Total m² .....:	**84,040**

5.2.- Falsos Techos

5.2.1 M² Falso techo continuo para revestir, situado a una altura menor de 4 m, de placas nervadas de escayola, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, suspendidas del forjado mediante estopadas colgantes.

	Uds.	Parcial	Subtotal
PRIMERA PLANTA. OFICINA [A]	112,3	112,300	
SEGUNDA PLANTA. OFICINA [A]	140	140,000	
		252,300	*252,300*
		Total m² .....:	**252,300**

5.2.2 M² Falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, liso con estructura metálica (12,5+27+27), formado por una placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12,5 / borde afinado.

	Uds.	Parcial	Subtotal
PRIMERA PLANTA. OFICINA [A]	16,26	16,260	
VESTUARIOS. NAVE [A]	55	55,000	
		71,260	*71,260*
		Total m² .....:	**71,260**

5.3.- Solado

5.3.1 M² Pavimento continuo de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, extendido y vibrado manual, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; tratado superficialmente con mortero de rodadura, color Gris Natural, con áridos de cuarzo, pigmentos y aditivos, rendimiento 3 kg/m², con acabado fratasado mecánico.

	Total m² .....:	**1.150,000**

5.3.2 M² Pavimento de tarima flotante de tablas de madera maciza de pino, de 17 mm, ensambladas con adhesivo y colocadas a rompejuntas sobre lámina de espuma de polietileno de alta densidad de 3 mm de espesor.

	Uds.	Parcial	Subtotal
VESTUARIOS. NAVE [A]	50	50,000	
PRIMERA PLANTA. OFICINAS [A]	150	150,000	
SEGUNDA PLANTA. OFICINAS [A]	150	150,000	
		350,000	*350,000*
		Total m² .....:	**350,000**

5.4.- Puertas y Ventanas

5.4.1 Ud Puerta de paso ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado, chapado con pino país, barnizada en taller, con plafones de forma recta; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 70x10 mm; con herrajes de colgar y de cierre.

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERIA

Nº	Ud	Descripción	Medición
		Total Ud .....:	**8,000**
5.4.2	**Ud**	**Puerta de paso ciega, de una hoja de 203x62,5x3,5 cm, de tablero de fibras acabado en melamina de color gris claro, con alma alveolar de papel kraft; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con revestimiento de melamina, color gris claro de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con revestimiento de melamina, color gris claro de 70x10 mm; con herrajes de colgar y de cierre.**	
		Total Ud .....:	**16,000**
5.4.3	**Ud**	**Puerta cortafuegos de acero galvanizado homologada, EI2 30-C5, de una hoja, 800x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco, con cierrapuertas para uso frecuente.**	
		Total Ud .....:	**3,000**
5.4.4	**Ud**	**Puerta cortafuegos de acero galvanizado homologada, EI2 30-C5, de dos hojas, 1100x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco, ambas hojas provistas de cierrapuertas para uso moderado, barra antipánico, tapa ciega para la cara exterior.**	
		Total Ud .....:	**1,000**
5.4.5	**Ud**	**Puerta de paso ciega, de dos hojas de 203x62,5x3,5 cm, de tablero aglomerado, chapado con pino país, barnizada en taller, con plafones de forma recta; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 70x10 mm; con herrajes de colgar y de cierre.**	
		Total Ud .....:	**3,000**
5.4.6	**Ud**	**Puerta de entrada de acero galvanizado de dos hojas, 1640x2040 mm de luz y altura de paso, troquelada con un cuarterón superior y otro inferior a dos caras, cerradura con tres puntos de cierre, y premarco.**	
		Total Ud .....:	**1,000**
5.4.7	**M²**	**Doble acristalamiento estándar, 4/6/4, con calzos y sellado continuo.**	

	Uds.	Largo	Ancho	Parcial	Subtotal
Ventanas 1x1,2 m [A*B*C]	26	1,200	1,000	31,200	
Ventanas 1x0,6 m [A*B*C]	4	0,600	1,000	2,400	
				33,600	*33,600*
				Total m² .....:	**33,600**

Presupuesto parcial nº 6 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

Nº	Ud	Descripción	Medición
6.1	M	Red de pequeña evacuación, empotrada en paramento, de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.	
		Total m .....:	20,000
6.2	M	Red de pequeña evacuación, empotrada en paramento, de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.	
		Total m .....:	25,000
6.3	M	Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro, con junta elástica.	
		Total m .....:	40,000
6.4	Ud	Sumidero sifónico de PVC con rejilla de acero inoxidable de 100x100 mm y salidas vertical y horizontal de 50 mm de diámetro.	
		Total Ud .....:	6,000
6.5	Ud	Arqueta de paso, prefabricada de hormigón, de dimensiones interiores 60x60x60 cm, sobre solera de hormigón en masa, incluyendo la excavación mecánica y el relleno del trasdós.	
		Total Ud .....:	1,000

Presupuesto parcial nº 7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción	Medición
7.1	**Ud**	**Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 202 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm² y 2 picas.**	
		Total Ud .....:	**1,000**
7.2	**Ud**	**Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 160 A, esquema 7.**	
		Total Ud .....:	**1,000**
7.3	**Ud**	**Centralización de contadores en armario de contadores formada por: módulo de interruptor general de maniobra de 160 A; 1 módulo de embarrado general; 1 módulo de fusibles de seguridad; 1 módulo de contadores monofásicos; 1 módulo de contadores trifásicos; módulo de servicios generales con seccionamiento; módulo de reloj conmutador para cambio de tarifa y 1 módulo de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra.**	
		Total Ud .....:	**1,000**
7.4	**Ud**	**Red eléctrica de distribución interior para oficina de 300 m², compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado en bandejas perforadas de acero galvanizado: 2 circuitos para alumbrado, 2 circuitos para tomas de corriente, 1 circuito para aire acondicionado, 2 circuitos para alumbrado de emergencia, 1 circuito para cierre automatizado; mecanismos gama básica (tecla o tapa y marco: blanco; embellecedor: blanco).**	
		Total Ud .....:	**1,000**
7.5	**Ud**	**Sistema de alimentación ininterrumpida On-Line, de 6 kVA de potencia, para alimentación trifásica.**	
		Total Ud .....:	**1,000**
7.6	**Ud**	**Luminaria de empotrar modular, de 596x596x91 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W.**	
		Total Ud .....:	**32,000**
7.7	**Ud**	**Luminaria de techo Downlight, de 250 mm de diámetro, para 2 lámparas fluorescentes TC-D de 26 W.**	

	Uds.	Parcial	Subtotal
OFICINAS [A]	10	10,000	
VESTUARIOS. NAVE [A]	20	20,000	
		30,000	*30,000*
		Total Ud .....:	**30,000**

7.8	**Ud**	**Sistema externo de protección frente al rayo, formado por pararrayos tipo punta Franklin, con semiángulo de protección de 55° para un nivel de protección 4, colocado en pared o estructura sobre mástil de acero galvanizado y 8 m de altura, y pletina conductora de cobre estañado.**	
		Total Ud .....:	**1,000**

Presupuesto parcial nº 8 INSTALACIÓN FONTANERIA

Nº	Ud	Descripción	Medición
8.1	Ud	**Instalación interior de fontanería para aseo con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, realizada con tubo de polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente que conecta la derivación particular o una de sus ramificaciones con cada uno de los aparatos sanitarios, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio. Incluso llaves de paso de cuarto húmedo para el corte del suministro de agua, de polietileno reticulado (PE-X), material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, derivación particular, accesorios de derivaciones.** **Criterio de valoración económica: El precio no incluye las ayudas de albañilería para instalaciones.** **Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tuberías y llaves.** **Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.** **Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.**	
		Total Ud .....:	**5,000**
8.2	Ud	**Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, ducha, realizada con tubo de polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente que conecta la derivación particular o una de sus ramificaciones con cada uno de los aparatos sanitarios, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio. Incluso llaves de paso de cuarto húmedo para el corte del suministro de agua, de polietileno reticulado (PE-X), material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, derivación particular, accesorios de derivaciones.** **Criterio de valoración económica: El precio no incluye las ayudas de albañilería para instalaciones.** **Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tuberías y llaves.** **Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.** **Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.**	
		Total Ud .....:	**6,000**

Presupuesto parcial nº 9 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Nº	Ud	Descripción	Medición
9.1	Ud	Señalización de equipos contra incendios, mediante placa de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm.	
		Total Ud .....:	10,000
9.2	Ud	Señalización de medios de evacuación, mediante placa de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm.	
		Total Ud .....:	11,000
9.3	Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-113B-C, con 6 kg de agente extintor.	
		Total Ud .....:	10,000
9.4	Ud	Pulsador de alarma convencional de rearme manual, con tapa.	
		Total Ud .....:	10,000
9.5	Ud	Luminaria de emergencia, para adosar a pared, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes.	
		Total Ud .....:	13,000
9.6	Ud	Luminaria de emergencia, para adosar a pared, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 310 lúmenes.	
		Total Ud .....:	9,000

Presupuesto parcial nº 10 MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO

Nº	Ud	Descripción	Medición
10.1.- BAÑOS Y VESTUARIOS			
10.1.1	Ud	Lavabo 120x46x11 cm resina mineral/mármol blanco	
		Total Ud .....:	4,000
10.1.2	Ud	Inodoro de pared con cisterna oculta cerámica blanco	
		Total Ud .....:	12,000
10.1.3	Ud	Secador de manos automático de 2300w de potencia en color cromo brillo para fijar a la pared. Incorpora sensor de detección por infrarrojos. Tornillería incluida.	
		Total Ud .....:	4,000
10.1.4	Ud	Portarrollos de papel higiénico con repisa y acabado blanco. Está fabricado en aluminio y tiene una gran resistencia al agua. Permite un doble sistema de fijación, mediante tornillos o pegado, por lo que sirve incluso para estancias donde no puedes taladrar. Dispone de todos los accesorios de la serie Quick para mantener una línea homogénea en la decoración del baño.	
		Total Ud .....:	12,000
10.1.5	Ud	Plato de ducha cuadrado de resina y Gel Coat en color negro. Válvula y rejilla incluidas.	
		Total Ud .....:	6,000
10.1.6	Ud	Conjunto de ducha con grifo monomando de latón para pared de la marca Edouard Rousseau con acabado en color plata. Incluye rociador superior de forma cuadrada y brazo de ducha.	
		Total Ud .....:	6,000
10.1.7	Ud	Es una taquilla metalica de diseño. Soldadas para asegurar la estabilidad y durabilidad. Sus puertas estan equipadas con microperforaciones que facilitan la ventilzación. Disponen también de pies elevados para facilitar su limpieza y ventilación.	
		Total Ud .....:	4,000
10.1.8	Ud	Es una taquilla metalica de diseño. Soldadas para asegurar la estabilidad y durabilidad. Sus puertas estan equipadas con microperforaciones que facilitan la ventilzación. Disponen también de pies elevados para facilitar su limpieza y ventilación.	
		Total Ud .....:	4,000
10.1.9	Ud	Bancos de vestuarios, con estructura de acero pintado o acero inoxidable. Bancos realizados con paneles fenólicos muy indicados para zonas de ALTA HUMEDAD.	
		Total Ud .....:	4,000
10.2.- SALAS Y DESPACHOS			
10.2.1	Ud	Mesa de comedor de la colección Tarraco. Hecho de roble macizo con fino acabado dorado y patas en forma de U.	
		Total Ud .....:	6,000
10.2.2	Ud	Silla Tower Basic. Su asiento está construido con polipropileno, un material de bajo coste pero muy resistente.La base está constituida por cuatro patas de madera unidas entre sí y a la parte superior por una serie de filamentos de acero reforzado.	
		Total Ud .....:	24,000
10.2.3	Ud	Sofa para 3 personas	
		Total Ud .....:	4,000
10.2.4	Ud	Mostrador de Recepción. Está compuesto por 2 módulos.	
		Total Ud .....:	1,000
10.2.5	Ud	Impresora multifunción láser monocromo de alta productividad, con dúplex automático 3 en 1, red cableada y WiFi, con doble bandeja de 520 hojas	
		Total Ud .....:	2,000
10.2.6	Ud	Mesa de oficina en L	
		Total Ud .....:	5,000
10.2.7	Ud	Televisión de 50"	

Presupuesto parcial nº 10 MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO

Nº	Ud	Descripción	Medición
		Total Ud .....:	**2,000**
10.2.8	**Ud**	**Mesa de oficina individual**	
		Total Ud .....:	**1,000**
10.2.9	**Ud**	**Mesa de juntas con moldura ancha de 60 mm y patas de perfil cilíndrica con base redonda de color gris o platino.**	
		Total Ud .....:	**1,000**
10.2.10	**Ud**	**Silla de oficina**	
		Total Ud .....:	**5,000**
10.2.11	**Ud**	**Silla (2) de oficina**	
		Total Ud .....:	**9,000**
10.2.12	**Ud**	**Armario archivador con cierre de seguridad y 5 alturas**	
		Total Ud .....:	**12,000**

Presupuesto parcial nº 11 MAQUINARIA

Nº	Ud	Descripción		Medición
11.1	Ud	Puente Grua Jaso de 5 Tn y 20 m de luz, de segunda mano		
			Total Ud .....:	1,000
11.2	Ud	Cortadora láser CNC de la marca SUDA, nº de modelo FC1530		
			Total Ud .....:	2,000
11.3	Ud	Plegadora Nargesa MP3003		
			Total Ud .....:	1,000
11.4	Ud	Curvadora de la marca SAHINLER 4R HS 20-245		
			Total Ud .....:	1,000
11.5	Ud	Equipo de Soldadura MIG/MAG con refrigeración por agua		
			Total Ud .....:	2,000
11.6	Ud	Carretilla elevadora EFG 115 multiPILOT		
			Total Ud .....:	2,000
11.7	Ud	Cabina de pintura Semivertical depresión Modelo HPSVD7		
			Total Ud .....:	1,000

Presupuesto parcial nº 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

1.1 **Ud Estudio geotécnico en un terreno de cohesión media, para una superficie de solar de 1.000 a 2,000 m2, realizado con combinación de penetrómetro y sondeos, para una profundidad aproximada de 10 m., realizando tres perforaciones con el equipo de sondeo, y tres penetraciones, hasta el rechazo, con el equipo de penetración dinámica, en puntos representativos del terreno, a fin de poder trazar, con los resultados obtenidos, tres planos del perfil del terreno; incluyendo el levantamiento de los niveles del terreno, extracción, tallado y rotura de dos muestras inalteradas del sondeo, realización de dos SPT por sondeo, ensayos de laboratorio para la clasificación del suelo, para determinar su deformabilidad y su capacidad portante, y para determinar el contenido en sulfatos, incluso emisión del informe.**

Total ud .....:	**3,000**	**4.732,94**		**14.198,82**

1.2 **M² Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Total Parcela	4.764				4.764,000	
					4.764,000	4.764,000
Total m² .....:				**4.764,000**	**1,78**	**8.479,92**

1.3 **M² Compactación de terrenos a cielo abierto, por medios mecánicos, sin aporte de tierras, incluso regado de los mismos, sin definir grado de compactación mínimo, y con p.p. de medios auxiliares.**

Total m² .....:	**4.764,000**	**3,89**		**18.531,96**

1.4 **M³ Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZAPATAS						
Z1 (2,2x3,25)	6	2,200	3,250	1,100	47,190	
Z2 (1,6x2,2)	6	1,600	2,200	1,100	23,232	
Z3 (2x2,8)	12	2,000	2,800	1,100	73,920	
Z4 (2,6x2,1)	1	2,600	2,100	1,100	6,006	
Z5 (1,6x1,6)	6	1,600	1,600	1,100	16,896	
Z6 (1,8x1,8)	2	1,800	1,800	1,100	7,128	
Z7 (1x1)	2	1,000	1,000	1,100	2,200	
Z8 (2,3x1,8)	1	2,300	1,800	1,100	4,554	
Z9 (2,2x1,7)	1	2,200	1,700	1,100	4,114	
Z10 (2x1,5)	1	2,000	1,500	1,100	3,300	
VIGAS						
CENTRADORTAS						
C.1	3	2,275	0,400	0,500	1,365	
	4	2,800	0,400	0,500	2,240	
	1	3,162	0,400	0,500	0,632	
	3	2,800	0,400	0,500	1,680	
	3	2,900	0,400	0,500	1,740	
	10	3,000	0,400	0,500	6,000	
	1	2,950	0,400	0,500	0,590	
	1	3,050	0,400	0,500	0,610	
	1	3,250	0,400	0,500	0,650	
	1	3,400	0,400	0,500	0,680	
	1		0,400	0,500	0,200	
	1		0,400	0,500	0,200	
	1		0,400	0,500	0,200	
	1		0,400	0,500	0,200	
	1		0,400	0,500	0,200	
	1		0,400	0,500	0,200	
	1		0,400	0,500	0,200	
	3	3,400	0,400	0,500	2,040	
	1	3,300	0,400	0,500	0,660	
CB.2.1			0,400	0,500	0,200	
		3,400	0,400	0,500	0,680	
					209,707	209,707
Total m³ .....:				**209,707**	**22,73**	**4.766,64**

1.5 **M³ Carga y transporte de escombros al vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 15 t. de peso, cargados con pala cargadora media, incluso canon de vertedero.**

Total m³ .....:	**209,707**	**4,44**	**931,10**

Total presupuesto parcial nº 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS : 46.908,44

Presupuesto parcial nº 2 CIMENTACION

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1.- Superficiales					
2.1.1.- Zapatas					
2.1.1.1	M³	Hormigón en masa HM-5/B/40, de 5 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx.40 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación.			
		Total m³ .....:	17,160	54,51	935,39
2.1.1.2	M³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m³.			
		Total m³ .....:	171,400	149,53	25.629,44
		Total subcapítulo 2.1.1.- Zapatas:			*26.564,83*
		Total subcapítulo 2.1.- Superficiales:			*26.564,83*
2.2.- Arriostramientos					
2.2.1.- Vigas entre zapatas					
2.2.1.1	M³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 60 kg/m³.			
		Total m³ .....:	19,900	145,89	2.903,21
2.2.1.2	M³	Hormigón en masa HM-5/B/40, de 5 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx.40 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación.			
		Total m³ .....:	4,910	54,51	267,64
		Total subcapítulo 2.2.1.- Vigas entre zapatas:			*3.170,85*
		Total subcapítulo 2.2.- Arriostramientos:			*3.170,85*
		Total presupuesto parcial nº 2 CIMENTACION :			**29.735,68**

Presupuesto parcial nº 3 ESTRUCTURA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

3.1.- Acero

3.1.1.- Pilares

3.1.1.1 Kg Acero S275JR en pilares, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.

	Uds.				Parcial	Subtotal
IPE-330 [A]	7.567,71				7.567,710	
IPE-200 [A]	1.029				1.029,000	
					8.596,710	8.596,710
			Total kg .....:	**8.596,710**	**2,17**	**18.654,86**
					Total subcapítulo 3.1.1.- Pilares:	***18.654,86***

3.1.2.- Vigas

3.1.2.1 Kg Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.

	Uds.	Largo	Peso/m		Parcial	Subtotal
UPN-180 [A*B*C]	18	5,000	22,420		2.017,800	
IPE-240 [A*B*C]	18	5,000	31,294		2.816,460	
					4.834,260	4.834,260
	Uds.	Largo		Alto	Parcial	Subtotal
IPE-220 [A]	262,19				262,190	
IPE-160 [A]	634,29				634,290	
IPE-270 [A]	4.532,69				4.532,690	
					5.429,170	5.429,170
					10.263,430	10.263,430
			Total kg .....:	**10.263,430**	**2,17**	**22.271,64**

3.1.2.2 Kg Acero S275JR en vigas, con piezas compuestas formadas por perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.

	Uds.				Parcial	Subtotal
IPE-270 con cartela [A]	2.607,09				2.607,090	
					2.607,090	2.607,090
			Total kg .....:	**2.607,090**	**2,32**	**6.048,45**
					Total subcapítulo 3.1.2.- Vigas:	***28.320,09***

3.1.3.- Varios

3.1.3.1 Kg Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado y colocado en obra con tornillos.

	Uds.	Largo	Peso/m	Alto	Parcial	Subtotal
C120x2.5 [A*B*C]	56	10,000	4,780		2.676,800	
C160x2.5 [A*B*C]	50	10,000	5,950		2.975,000	
					5.651,800	5.651,800
			Total kg .....:	**5.651,800**	**2,68**	**15.146,82**

3.1.3.2 Kg Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado y colocado en obra con tornillos.

	Largo	Peso/m	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
R10 [A*B]	99,64	0,617			61,478	
R20 [A*B]	113,12	2,470			279,406	
					340,884	340,884
			Total kg .....:	**340,884**	**2,68**	**913,57**

3.1.3.3 Kg Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado y colocado en obra con tornillos.

	Uds.	Largo	Peso/m	Alto	Parcial	Subtotal
#80.4 [A*B*C]	12	5,000	9,110		546,600	
					546,600	546,600
			Total kg .....:	**546,600**	**2,68**	**1.464,89**
					Total subcapítulo 3.1.3.- Varios:	***17.525,28***

Presupuesto parcial nº 3 ESTRUCTURA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
			Total subcapítulo 3.1.- Acero:		***64.500,23***

3.2.- Hormigón armado

3.2.1.- Pilares

3.2.1.1 M³ Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 120 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables, entre 4 y 5 m de altura libre y 40x40 cm de sección media.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Primera Planta	12	0,400	0,400	4,150	7,968	
					7,968	7,968
			Total m³ .....:	**7,968**	**380,34**	**3.030,55**

3.2.1.2 M³ Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 120 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables, entre 4 y 5 m de altura libre y 30x30 cm de sección media.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Primera Planta	2	0,300	0,300	4,150	0,747	
					0,747	0,747
			Total m³ .....:	**0,747**	**509,04**	**380,25**

3.2.1.3 M³ Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 120 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables, entre 3 y 4 m de altura libre y 40x40 cm de sección media.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Segunda Planta	12	0,400	0,400	3,400	6,528	
					6,528	6,528
			Total m³ .....:	**6,528**	**352,76**	**2.302,82**
				Total subcapítulo 3.2.1.- Pilares:		***5.713,62***

3.2.2.- Vigas

3.2.2.1 M³ Viga plana de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 150 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de madera, en planta de entre 4 y 5 m de altura libre.

Total m³ .....:	**8,164**	**353,58**		**2.886,63**

3.2.2.2 M³ Viga plana de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 150 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de madera, en planta de entre 3 y 4 m de altura libre.

Total m³ .....:	**15,200**	**349,90**		**5.318,48**
		Total subcapítulo 3.2.2.- Vigas:		***8.205,11***

3.2.3.- Forjados unidireccionales

3.2.3.1 M² Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 35 = 30+5 cm; vigas planas; altura libre de planta de entre 4 y 5 m. Sin incluir repercusión de pilares.

Total m² .....:	**128,490**	**82,88**		**10.649,25**

3.2.3.2 M² Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 35 = 30+5 cm; vigas planas; altura libre de planta de entre 3 y 4 m. Sin incluir repercusión de pilares.

Total m² .....:	**140,300**	**82,39**		**11.559,32**
		Total subcapítulo 3.2.3.- Forjados unidireccionales:		***22.208,57***

3.2.4.- Escaleras

Presupuesto parcial nº 3 ESTRUCTURA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

3.2.4.1 M² Losa de escalera de hormigón armado de 18 cm de espesor, con peldañeado de hormigón, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 18 kg/m²; montaje y desmontaje de sistema de encofrado, con acabado tipo industrial para revestir en su cara inferior y laterales, en planta de entre 4 y 5 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de tablones de madera de pino, amortizables en 10 usos, estructura soporte horizontal de tablones de madera de pino, amortizables en 10 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso alambre de atar, separadores y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.
Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra.
Incluye: Replanteo y marcado de niveles de plantas y rellanos. Montaje del sistema de encofrado. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado.
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida por su intradós en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá, por el intradós, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Total m² .....:	**8,000**	**115,26**	**922,08**
		Total subcapítulo 3.2.4.- Escaleras:	***922,08***
		Total subcapítulo 3.2.- Hormigón armado:	***37.049,38***

3.3.- Cerramientos

3.3.1 M² Fachada simple, de chapa perfilada de acero galvanizado, de 0,75 mm de espesor, con nervios de entre 40 y 50 mm de altura de cresta, a una separación de entre 250 y 270 mm, colocada en posición vertical con un solape de la chapa superior de 70 mm y un solape lateral de un trapecio y fijada mecánicamente a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de las chapas.
Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares.
Incluye: Replanteo de las chapas. Corte, preparación y colocación de las chapas. Fijación mecánica de las chapas.
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².
Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
cubierta	1	50,000	20,000		1.000,000	
fachadas norte y sur	2	20,000	7,500		300,000	
fachadas este y oeste	2	50,000	7,000		700,000	
					2.000,000	2.000,000
Total m² .....:				**2.000,000**	**20,78**	**41.560,00**

3.3.2 M Coronación para fachada metálica, con con chapa plegada de acero galvanizado, de 0,8 mm de espesor, 30 cm de desarrollo y 4 pliegues. Incluso accesorios de fijación de las piezas a los paneles.
Incluye: Replanteo y colocación del remate. Fijación mecánica.
Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto, incrementada en 5 cm a cada lado.
Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, incluyendo las entregas en los apoyos.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
coronación	4	10,000			40,000	
	2	50,000			100,000	
esquinas	4	7,000			28,000	
					168,000	168,000
Total m .....:				**168,000**	**15,53**	**2.609,04**

Presupuesto parcial nº 3 ESTRUCTURA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

3.3.3 **M²** **Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 14 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color gris a una cara, dispuestos en posición horizontal.**
Incluye: Replanteo de los paneles. Colocación del cordón de caucho adhesivo. Posicionado de los paneles en su lugar de colocación. Aplomo y apuntalamiento de los paneles. Soldadura de los elementos metálicos de conexión. Sellado de juntas y retacado final con mortero de retracción controlada.
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².
Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
cerramiento oficina	2	10,000		8,250	165,000	
	2	15,000		8,250	247,500	
					412,500	412,500
			Total m² .....:	**412,500**	**78,38**	**32.331,75**

3.3.4 **M²** **Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, pendiente del 1% al 5%, para tráfico peatonal privado. FORMACIÓN DE PENDIENTES: mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de arcilla expandida, vertida en seco y consolidada en su superficie con lechada de cemento, proporcionando una resistencia a compresión de 1 MPa y con una conductividad térmica de 0,087 W/(mK), con espesor medio de 10 cm; con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 4 cm de espesor, acabado fratasado; AISLAMIENTO TÉRMICO: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; IMPERMEABILIZACIÓN: tipo bicapa, adherida, compuesta por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30-FV y una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30-FP, totalmente adheridas con soplete, sin coincidir sus juntas; CAPA SEPARADORA BAJO PROTECCIÓN: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, (200 g/m²); CAPA DE PROTECCIÓN: pavimento de baldosas cerámicas de gres rústico, 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso de fraguado normal, C1 sin ninguna característica adicional, color gris, sobre una capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, de 4 cm de espesor, rejuntadas con mortero de juntas cementoso mejorado, con absorción de agua reducida y resistencia elevada a la abrasión tipo CG 2 W A, color blanco, para juntas de 2 a 15 mm. Incluso crucetas de PVC.**
Criterio de valoración económica: El precio no incluye la ejecución y el sellado de las juntas ni la ejecución de remates en los encuentros con paramentos y desagües.
Incluye: Replanteo de los puntos singulares. Replanteo de las pendientes y trazado de limatesas, limahoyas y juntas. Formación de pendientes mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo. Relleno de juntas con poliestireno expandido. Vertido en seco de la arcilla expandida hasta alcanzar el nivel de coronación de las maestras, y consolidación con lechada de cemento. Vertido, extendido y regleado del mortero de regularización. Revisión de la superficie base en la que se realiza la fijación del aislamiento de acuerdo con las exigencias de la técnica a emplear. Corte, ajuste y colocación del aislamiento. Limpieza y preparación de la superficie. Colocación de la impermeabilización. Colocación de la capa separadora bajo protección. Vertido, extendido y regleado del material de agarre o nivelación. Replanteo de las juntas del pavimento. Replanteo del pavimento y fajeado de juntas y puntos singulares. Colocación de las baldosas con junta abierta. Sellado de juntas de pavimento y perimetrales. Rejuntado del pavimento.
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.
Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
cubierta oficinas		15,000	10,000		150,000	
					150,000	150,000
			Total m² .....:	**150,000**	**105,37**	**15.805,50**

Total subcapítulo 3.3.- Cerramientos: ***92.306,29***

Total presupuesto parcial nº 3 ESTRUCTURA : **193.855,90**

Presupuesto parcial nº 4 URBANIZACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

4.1 **M² Muro de carga de 20 cm de espesor de fábrica de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color blanco, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²), con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel.**

Criterio de valoración económica: El precio no incluye los zunchos horizontales ni la formación de los dinteles de los huecos del paramento.

Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo, planta a planta. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Repaso de juntas y limpieza del paramento. Resolución de esquinas y encuentros. Limpieza.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
cierre de parcela	1	60,000		1,000	60,000	
	1	16,500		1,000	16,500	
	1	45,000		1,000	45,000	
	1	60,000		1,000	60,000	
	1	80,000		1,000	80,000	
					261,500	261,500
			Total m² .....:	**261,500**	**41,29**	**10.797,34**

4.2 **M Vallado de parcela formado por paneles de malla electrosoldada, de 50x50 mm de paso de malla y 4 mm de diámetro, acabado galvanizado y plastificado en color verde RAL 6015, con bastidor de perfil hueco de acero galvanizado y plastificado en color verde RAL 6015 de sección 20x20x1,5 mm y postes de perfil hueco de acero galvanizado y pintado, de sección cuadrada 50x50x1,5 mm y 1,5 m de altura, separados 2,5 m entre sí y empotrados en muros de fábrica u hormigón. Incluso mortero de cemento para recibido de los postes y accesorios para la fijación de los paneles de malla electrosoldada a los postes metálicos.**

Criterio de valoración económica: El precio no incluye el muro.

Incluye: Replanteo. Apertura de huecos para colocación de los postes. Colocación de los postes. Vertido del mortero. Aplomado y alineación de los postes. Colocación de los paneles de malla.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de longitud mayor de 1 m.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de longitud mayor de 1 m.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
cierre de parcela	1	60,000		1,000	60,000	
	1	16,500		1,000	16,500	
	1	50,000		1,000	50,000	
	1	70,000		1,000	70,000	
	1	80,000		1,000	80,000	
					276,500	276,500
			Total m .....:	**276,500**	**37,05**	**10.244,33**

4.3 **Ud Puerta cancela metálica de chapa de acero galvanizado, acabado lacado, de hoja corredera, dimensiones 500x200 cm, perfiles rectangulares en cerco zócalo inferior realizado con chapa grecada de 1,2 mm de espesor a dos caras, para acceso de vehículos. Apertura automática con equipo de automatismo recibido a obra para apertura y cierre automático de puerta (incluido en el precio). Incluso pórtico lateral de sustentación y tope de cierre, guía inferior con UPN 100 y cuadradillo macizo de 25x25 mm sentados con hormigón HM-25/B/20/X0 y recibidos a obra; ruedas para deslizamiento, con rodamiento de engrase permanente, material de conexionado eléctrico, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante y accesorios.**

Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de los perfiles guía. Instalación de la puerta cancela. Vertido del hormigón. Montaje del sistema de apertura. Montaje del sistema de accionamiento. Conexionado eléctrico. Repaso y engrase de mecanismos y guías. Puesta en marcha.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Total Ud .....:	**3,000**	**4.284,27**	**12.852,81**

Presupuesto parcial nº 4 URBANIZACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

4.4 **Ud** **Puerta cancela de chapa de acero galvanizado, acabado lacado, de una hoja abatible, dimensiones 100x200 cm, perfiles rectangulares en cerco zócalo inferior realizado con chapa grecada de 1,2 mm de espesor a dos caras, para acceso peatonal. Apertura manual. Incluso bisagras o anclajes metálicos laterales de los bastidores sentados con hormigón HM-25/B/20/X0, armadura portante de la cancela y recibidos a obra, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante y accesorios.**
Incluye: Instalación de la puerta cancela. Montaje del sistema de apertura. Montaje del sistema de accionamiento. Repaso y engrase de mecanismos.
Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Total Ud .....:	**2,000**	**944,98**	**1.889,96**

4.5 **M²** **Aplicación manual de dos manos de pintura plástica, color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 15 a 20% de agua y la siguiente diluida con un 5 a 10% de agua o sin diluir, (rendimiento: 0,1 l/m² cada mano); previa aplicación de una mano de imprimación acrílica, reguladora de la absorción, sobre paramento exterior.**
Criterio de valoración económica: El precio incluye la protección de los elementos del entorno que puedan verse afectados durante los trabajos y la resolución de puntos singulares.
Incluye: Preparación, limpieza y lijado previo del soporte. Preparación de la mezcla. Aplicación de una mano de fondo. Aplicación de dos manos de acabado.
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base.
Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Pintado de plazas de aparcamiento y diferentes indicaciones	1	275,000		0,050	13,750	
					13,750	13,750

Total m² .....:	**13,750**	**10,11**	**139,01**

4.6 **M** **Rígola formada por piezas prefabricadas de hormigón bicapa, 8/6,5x50x50 cm, sobre base de hormigón en masa HM-20/P/20/X0 de 20 cm de espesor, vertido desde camión, extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado, según pendientes del proyecto y colocado sobre explanada con índice CBR > 5 (California Bearing Ratio), no incluida en este precio.**
Incluye: Vertido y extendido del hormigón. Colocación de las piezas. Relleno de juntas con mortero. Asentado y nivelación.
Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
zona de aparcamientos	1	60,000			60,000	
zona trasera	1	80,000			80,000	
					140,000	140,000

Total m .....:	**140,000**	**42,41**	**5.937,40**

4.7 **M²** **Pavimento continuo exterior de hormigón en masa, con juntas, de 10 cm de espesor, realizado con hormigón HM-20/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual; con lámina de polietileno como capa separadora bajo el pavimento; tratado superficialmente con capa de rodadura de mortero decorativo de rodadura para pavimento de hormigón, color gris, rendimiento 3 kg/m², con acabado fratasado mecánico.**
Incluye: Preparación y limpieza de la superficie soporte. Colocación de la capa separadora. Replanteo de las juntas de construcción, de dilatación y de retracción. Colocación de encofrados. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Curado del hormigón. Aplicación manual del mortero, asegurándose de la total cubrición del hormigón fresco. Retirada de encofrados. Fratasado mecánico de la superficie.
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Total m² .....:	**3.600,000**	**20,13**	**72.468,00**

Total presupuesto parcial nº 4 URBANIZACIÓN : 114.328,85

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERIA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

5.1.- Tabiquería

5.1.1 **M²** **Partición interior para tabiquería, realizada mediante el sistema "DBBLOK", formada por una hoja de fábrica de 6,5 cm de espesor de ladrillo de hormigón hueco acústico, Geroblok Tabique "DBBLOK", para revestir, de 49x6,5x19 cm, recibida con mortero de cemento, industrial, M-7,5, revestida por ambas caras con 15 mm de yeso de construcción B1, proyectado, acabado enlucido con yeso de aplicación en capa fina C6.**

	Uds.		Parcial	Subtotal
OFICINA [A]	251,31		251,310	
NAVE [A]	90		90,000	
			341,310	341,310
		Total m² .....:	**341,310**	**39,79**	**13.580,72**

5.1.2 **M²** **Partición interior (separación dentro de una misma unidad de uso), sistema tabique TC-9 "PANELSYSTEM", de 90 mm de espesor total, de panel aligerado de yeso reforzado con fibra de vidrio, TC-9 "PANELSYSTEM", de 90 mm de espesor.**

	Uds.		Parcial	Subtotal
OFICINA [A]	16,28		16,280	
NAVE [A]	67,76		67,760	
			84,040	84,040
		Total m² .....:	**84,040**	**27,36**	**2.299,33**
			Total subcapítulo 5.1.- Tabiquería:		***15.880,05***

5.2.- Falsos Techos

5.2.1 **M²** **Falso techo continuo para revestir, situado a una altura menor de 4 m, de placas nervadas de escayola, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, suspendidas del forjado mediante estopadas colgantes.**

	Uds.		Parcial	Subtotal
PRIMERA PLANTA. OFICINA [A]	112,3		112,300	
SEGUNDA PLANTA. OFICINA [A]	140		140,000	
			252,300	252,300
		Total m² .....:	**252,300**	**12,38**	**3.123,47**

5.2.2 **M²** **Falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, liso con estructura metálica (12,5+27+27), formado por una placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12,5 / borde afinado.**

	Uds.		Parcial	Subtotal
PRIMERA PLANTA. OFICINA [A]	16,26		16,260	
VESTUARIOS. NAVE [A]	55		55,000	
			71,260	71,260
		Total m² .....:	**71,260**	**23,83**	**1.698,13**
			Total subcapítulo 5.2.- Falsos Techos:		***4.821,60***

5.3.- Solado

5.3.1 **M²** **Pavimento continuo de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, extendido y vibrado manual, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; tratado superficialmente con mortero de rodadura, color Gris Natural, con áridos de cuarzo, pigmentos y aditivos, rendimiento 3 kg/m², con acabado fratasado mecánico.**

Total m² .....:	**1.150,000**	**34,00**	**39.100,00**

5.3.2 **M²** **Pavimento de tarima flotante de tablas de madera maciza de pino, de 17 mm, ensambladas con adhesivo y colocadas a rompejuntas sobre lámina de espuma de polietileno de alta densidad de 3 mm de espesor.**

	Uds.	Parcial	Subtotal
VESTUARIOS. NAVE [A]	50	50,000	
PRIMERA PLANTA. OFICINAS [A]	150	150,000	
SEGUNDA PLANTA.	150	150,000	

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERIA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
				350,000	350,000
		Total m² .....:	**350,000**	**22,87**	**8.004,50**
				Total subcapítulo 5.3.- Solado:	***47.104,50***

5.4.- Puertas y Ventanas

5.4.1 Ud Puerta de paso ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado, chapado con pino país, barnizada en taller, con plafones de forma recta; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 70x10 mm; con herrajes de colgar y de cierre.

Total Ud .....:	**8,000**	**224,34**	**1.794,72**

5.4.2 Ud Puerta de paso ciega, de una hoja de 203x62,5x3,5 cm, de tablero de fibras acabado en melamina de color gris claro, con alma alveolar de papel kraft; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con revestimiento de melamina, color gris claro de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con revestimiento de melamina, color gris claro de 70x10 mm; con herrajes de colgar y de cierre.

Total Ud .....:	**16,000**	**151,32**	**2.421,12**

5.4.3 Ud Puerta cortafuegos de acero galvanizado homologada, EI2 30-C5, de una hoja, 800x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco, con cierrapuertas para uso frecuente.

Total Ud .....:	**3,000**	**419,82**	**1.259,46**

5.4.4 Ud Puerta cortafuegos de acero galvanizado homologada, EI2 30-C5, de dos hojas, 1100x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco, ambas hojas provistas de cierrapuertas para uso moderado, barra antipánico, tapa ciega para la cara exterior.

Total Ud .....:	**1,000**	**866,11**	**866,11**

5.4.5 Ud Puerta de paso ciega, de dos hojas de 203x62,5x3,5 cm, de tablero aglomerado, chapado con pino país, barnizada en taller, con plafones de forma recta; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 70x10 mm; con herrajes de colgar y de cierre.

Total Ud .....:	**3,000**	**372,27**	**1.116,81**

5.4.6 Ud Puerta de entrada de acero galvanizado de dos hojas, 1640x2040 mm de luz y altura de paso, troquelada con un cuarterón superior y otro inferior a dos caras, cerradura con tres puntos de cierre, y premarco.

Total Ud .....:	**1,000**	**1.126,21**	**1.126,21**

5.4.7 M² Doble acristalamiento estándar, 4/6/4, con calzos y sellado continuo.

	Uds.	Largo	Ancho	Parcial	Subtotal
Ventanas 1x1,2 m [A*B*C]	26	1,200	1,000	31,200	
Ventanas 1x0,6 m [A*B*C]	4	0,600	1,000	2,400	
				33,600	33,600

Total m² .....:	**33,600**	**37,05**	**1.244,88**
		Total subcapítulo 5.4.- Puertas y Ventanas:	***9.829,31***
		Total presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERIA :	**77.635,46**

Presupuesto parcial nº 6 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.1	M	Red de pequeña evacuación, empotrada en paramento, de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m .....:	20,000	8,27	165,40
6.2	M	Red de pequeña evacuación, empotrada en paramento, de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
		Total m .....:	25,000	17,43	435,75
6.3	M	Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro, con junta elástica.			
		Total m .....:	40,000	33,71	1.348,40
6.4	Ud	Sumidero sifónico de PVC con rejilla de acero inoxidable de 100x100 mm y salidas vertical y horizontal de 50 mm de diámetro.			
		Total Ud .....:	6,000	123,64	741,84
6.5	Ud	Arqueta de paso, prefabricada de hormigón, de dimensiones interiores 60x60x60 cm, sobre solera de hormigón en masa, incluyendo la excavación mecánica y el relleno del trasdós.			
		Total Ud .....:	1,000	155,51	155,51
		Total presupuesto parcial nº 6 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO :			**2.846,90**

Presupuesto parcial nº 7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
7.1	**Ud**	**Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 202 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm² y 2 picas.**			
		Total Ud .....:	**1,000**	**1.574,90**	**1.574,90**
7.2	**Ud**	**Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 160 A, esquema 7.**			
		Total Ud .....:	**1,000**	**305,56**	**305,56**
7.3	**Ud**	**Centralización de contadores en armario de contadores formada por: módulo de interruptor general de maniobra de 160 A; 1 módulo de embarrado general; 1 módulo de fusibles de seguridad; 1 módulo de contadores monofásicos; 1 módulo de contadores trifásicos; módulo de servicios generales con seccionamiento; módulo de reloj conmutador para cambio de tarifa y 1 módulo de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra.**			
		Total Ud .....:	**1,000**	**847,67**	**847,67**
7.4	**Ud**	**Red eléctrica de distribución interior para oficina de 300 m², compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado en bandejas perforadas de acero galvanizado: 2 circuitos para alumbrado, 2 circuitos para tomas de corriente, 1 circuito para aire acondicionado, 2 circuitos para alumbrado de emergencia, 1 circuito para cierre automatizado; mecanismos gama básica (tecla o tapa y marco: blanco; embellecedor: blanco).**			
		Total Ud .....:	**1,000**	**4.215,88**	**4.215,88**
7.5	**Ud**	**Sistema de alimentación ininterrumpida On-Line, de 6 kVA de potencia, para alimentación trifásica.**			
		Total Ud .....:	**1,000**	**4.078,83**	**4.078,83**
7.6	**Ud**	**Luminaria de empotrar modular, de 596x596x91 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W.**			
		Total Ud .....:	**32,000**	**121,54**	**3.889,28**
7.7	**Ud**	**Luminaria de techo Downlight, de 250 mm de diámetro, para 2 lámparas fluorescentes TC-D de 26 W.**			

	Uds.	Parcial	Subtotal
OFICINAS [A]	10	10,000	
VESTUARIOS. NAVE [A]	20	20,000	
		30,000	30,000

Total Ud .....:	**30,000**	**114,51**	**3.435,30**
7.8	**Ud**	**Sistema externo de protección frente al rayo, formado por pararrayos tipo punta Franklin, con semiángulo de protección de 55° para un nivel de protección 4, colocado en pared o estructura sobre mástil de acero galvanizado y 8 m de altura, y pletina conductora de cobre estañado.**			
		Total Ud .....:	**1,000**	**3.334,36**	**3.334,36**
		Total presupuesto parcial nº 7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA :			**21.681,78**

Presupuesto parcial nº 8 INSTALACIÓN FONTANERIA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
8.1	Ud	Instalación interior de fontanería para aseo con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, realizada con tubo de polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente que conecta la derivación particular o una de sus ramificaciones con cada uno de los aparatos sanitarios, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio. Incluso llaves de paso de cuarto húmedo para el corte del suministro de agua, de polietileno reticulado (PE-X), material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, derivación particular, accesorios de derivaciones. Criterio de valoración económica: El precio no incluye las ayudas de albañilería para instalaciones. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tuberías y llaves. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....:	5,000	318,46	1.592,30
8.2	Ud	Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, ducha, realizada con tubo de polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente que conecta la derivación particular o una de sus ramificaciones con cada uno de los aparatos sanitarios, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio. Incluso llaves de paso de cuarto húmedo para el corte del suministro de agua, de polietileno reticulado (PE-X), material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, derivación particular, accesorios de derivaciones. Criterio de valoración económica: El precio no incluye las ayudas de albañilería para instalaciones. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tuberías y llaves. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....:	6,000	400,78	2.404,68
		Total presupuesto parcial nº 8 INSTALACIÓN FONTANERIA :			**3.996,98**

Presupuesto parcial nº 9 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
9.1	Ud	Señalización de equipos contra incendios, mediante placa de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm.			
		Total Ud .....:	10,000	7,39	73,90
9.2	Ud	Señalización de medios de evacuación, mediante placa de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm.			
		Total Ud .....:	11,000	7,39	81,29
9.3	Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-113B-C, con 6 kg de agente extintor.			
		Total Ud .....:	10,000	48,28	482,80
9.4	Ud	Pulsador de alarma convencional de rearme manual, con tapa.			
		Total Ud .....:	10,000	33,64	336,40
9.5	Ud	Luminaria de emergencia, para adosar a pared, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes.			
		Total Ud .....:	13,000	51,08	664,04
9.6	Ud	Luminaria de emergencia, para adosar a pared, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 310 lúmenes.			
		Total Ud .....:	9,000	66,83	601,47
		Total presupuesto parcial nº 9 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS :			**2.239,90**

Presupuesto parcial nº 10 MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
10.1.- BAÑOS Y VESTUARIOS					
10.1.1	Ud	Lavabo 120x46x11 cm resina mineral/mármol blanco			
		Total Ud .....:	4,000	259,56	1.038,24
10.1.2	Ud	Inodoro de pared con cisterna oculta cerámica blanco			
		Total Ud .....:	12,000	278,10	3.337,20
10.1.3	Ud	Secador de manos automático de 2300w de potencia en color cromo brillo para fijar a la pared. Incorpora sensor de detección por infrarrojos. Tornillería incluida.			
		Total Ud .....:	4,000	257,50	1.030,00
10.1.4	Ud	Portarrollos de papel higiénico con repisa y acabado blanco. Está fabricado en aluminio y tiene una gran resistencia al agua. Permite un doble sistema de fijación, mediante tornillos o pegado, por lo que sirve incluso para estancias donde no puedes taladrar. Dispone de todos los accesorios de la serie Quick para mantener una línea homogénea en la decoración del baño.			
		Total Ud .....:	12,000	46,35	556,20
10.1.5	Ud	Plato de ducha cuadrado de resina y Gel Coat en color negro. Válvula y rejilla incluidas.			
		Total Ud .....:	6,000	186,43	1.118,58
10.1.6	Ud	Conjunto de ducha con grifo monomando de latón para pared de la marca Edouard Rousseau con acabado en color plata. Incluye rociador superior de forma cuadrada y brazo de ducha.			
		Total Ud .....:	6,000	215,27	1.291,62
10.1.7	Ud	Es una taquilla metalica de diseño. Soldadas para asegurar la estabilidad y durabilidad. Sus puertas estan equipadas con microperforaciones que facilitan la ventilzación. Disponen también de pies elevados para facilitar su limpieza y ventilación.			
		Total Ud .....:	4,000	491,31	1.965,24
10.1.8	Ud	Es una taquilla metalica de diseño. Soldadas para asegurar la estabilidad y durabilidad. Sus puertas estan equipadas con microperforaciones que facilitan la ventilzación. Disponen también de pies elevados para facilitar su limpieza y ventilación.			
		Total Ud .....:	4,000	384,19	1.536,76
10.1.9	Ud	Bancos de vestuarios, con estructura de acero pintado o acero inoxidable. Bancos realizados con paneles fenólicos muy indicados para zonas de ALTA HUMEDAD.			
		Total Ud .....:	4,000	143,05	572,20
		Total subcapítulo 10.1.- BAÑOS Y VESTUARIOS:			*12.446,04*
10.2.- SALAS Y DESPACHOS					
10.2.1	Ud	Mesa de comedor de la colección Tarraco. Hecho de roble macizo con fino acabado dorado y patas en forma de U.			
		Total Ud .....:	6,000	367,21	2.203,26
10.2.2	Ud	Silla Tower Basic. Su asiento está construido con polipropileno, un material de bajo coste pero muy resistente.La base está constituida por cuatro patas de madera unidas entre sí y a la parte superior por una serie de filamentos de acero reforzado.			
		Total Ud .....:	24,000	27,76	666,24
10.2.3	Ud	Sofa para 3 personas			
		Total Ud .....:	4,000	348,04	1.392,16
10.2.4	Ud	Mostrador de Recepción. Está compuesto por 2 módulos.			
		Total Ud .....:	1,000	402,55	402,55
10.2.5	Ud	Impresora multifunción láser monocromo de alta productividad, con dúplex automático 3 en 1, red cableada y WiFi, con doble bandeja de 520 hojas			
		Total Ud .....:	2,000	876,92	1.753,84
10.2.6	Ud	Mesa de oficina en L			
		Total Ud .....:	5,000	364,62	1.823,10

Presupuesto parcial nº 10 MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
10.2.7	Ud	Televisión de 50"			
		Total Ud .....:	2,000	422,30	844,60
10.2.8	Ud	Mesa de oficina individual			
		Total Ud .....:	1,000	334,75	334,75
10.2.9	Ud	Mesa de juntas con moldura ancha de 60 mm y patas de perfil cilíndrica con base redonda de color gris o platino.			
		Total Ud .....:	1,000	887,40	887,40
10.2.10	Ud	Silla de oficina			
		Total Ud .....:	5,000	204,97	1.024,85
10.2.11	Ud	Silla (2) de oficina			
		Total Ud .....:	9,000	225,57	2.030,13
10.2.12	Ud	Armario archivador con cierre de seguridad y 5 alturas			
		Total Ud .....:	12,000	231,40	2.776,80
		Total subcapítulo 10.2.- SALAS Y DESPACHOS:			*16.139,68*
		Total presupuesto parcial nº 10 MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO :			**28.585,72**

Presupuesto parcial nº 11 MAQUINARIA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
11.1	Ud	Puente Grua Jaso de 5 Tn y 20 m de luz, de segunda mano			
		Total Ud .....:	1,000	20.600,00	20.600,00
11.2	Ud	Cortadora láser CNC de la marca SUDA, nº de modelo FC1530			
		Total Ud .....:	2,000	31.415,00	62.830,00
11.3	Ud	Plegadora Nargesa MP3003			
		Total Ud .....:	1,000	68.289,00	68.289,00
11.4	Ud	Curvadora de la marca SAHINLER 4R HS 20-245			
		Total Ud .....:	1,000	50.264,00	50.264,00
11.5	Ud	Equipo de Soldadura MIG/MAG con refrigeración por agua			
		Total Ud .....:	2,000	2.266,00	4.532,00
11.6	Ud	Carretilla elevadora EFG 115 multiPILOT			
		Total Ud .....:	2,000	21.630,00	43.260,00
11.7	Ud	Cabina de pintura Semivertical depresión Modelo HPSVD7			
		Total Ud .....:	1,000	77.250,00	77.250,00
		Total presupuesto parcial nº 11 MAQUINARIA :			**327.025,00**

Presupuesto de ejecución material

1 MOVIMIENTO DE TIERRAS		**46.908,44**
2 CIMENTACION		**29.735,68**
2.1.- Superficiales		26.564,83
2.1.1.- Zapatas	26.564,83	
2.2.- Arriostramientos		3.170,85
2.2.1.- Vigas entre zapatas	3.170,85	
3 ESTRUCTURA		**193.855,90**
3.1.- Acero		64.500,23
3.1.1.- Pilares	18.654,86	
3.1.2.- Vigas	28.320,09	
3.1.3.- Varios	17.525,28	
3.2.- Hormigón armado		37.049,38
3.2.1.- Pilares	5.713,62	
3.2.2.- Vigas	8.205,11	
3.2.3.- Forjados unidireccionales	22.208,57	
3.2.4.- Escaleras	922,08	
3.3.- Cerramientos		92.306,29
4 URBANIZACIÓN		**114.328,85**
5 ALBAÑILERIA		**77.635,46**
5.1.- Tabiquería		15.880,05
5.2.- Falsos Techos		4.821,60
5.3.- Solado		47.104,50
5.4.- Puertas y Ventanas		9.829,31
6 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO		**2.846,90**
7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA		**21.681,78**
8 INSTALACIÓN FONTANERIA		**3.996,98**
9 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS		**2.239,90**
10 MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO		**28.585,72**
10.1.- BAÑOS Y VESTUARIOS		12.446,04
10.2.- SALAS Y DESPACHOS		16.139,68
11 MAQUINARIA		**327.025,00**
Total .....:		**848.840,61**

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS.