PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA CUBIERTA LIGERA EN KUARTANGO

KUARTANGO
UDALA·AYUNTAMIENTO

KUARTANGOKO UDALA

NORFER INGENIEROS, SL **Agosto 2026**
ESTUDIO DE ESTRUCTURAS E INGENIERÍA
EDIFICIO IBAETA. PORTUETXE BIDEA 14, 2º ☏: 943-311335 🖷: 943.311335 ✉: estudio@norferingenieros.com
20018 DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN

PROYECTO DE EJECUCIÓN

ÍNDICE

I.- MEMORIA DESCRIPTIVA
- I.1.- Objetivo
- I.2.- Promotor
- I.3.- Autores del proyecto
- I.4.- Emplazamiento
- I.5.- Datos respecto a las parcelas
- I.6.- Servicios urbanos existentes
- I.7.- Sistema constructivo
- I.8.- Plazo de ejecución
- 1.9- Instalaciones
- I.10.- Normativa de obligado cumplimiento

II.- MEMORIA DE CÁLCULO

III.- PLIEGO DE CONDIONES

IV.- PRESUPUESTOS

V.- PLANOS

ANEJOS
- 1.- Plan de Gestión de Residuos. D. 112/2012
- 2.- Estudio de Seguridad y Salud
- 3.- Plan de Control de Calidad
- 4.- Justificación de Cálculo

I.- MEMORIA DESCRIPTIVA

ANTECEDENTES

I.1.- OBJETO

El presente Proyecto se redacta con el objeto de definir la cubrición del espacio de juegos infantiles, situado junto al frontón de Kuartango y optimizar su utilización los niños residentes en la zona.

I.2.- PROMOTOR

El Proyecto se redacta por encargo de:

AYUNTAMIENTO DE KUARTANGO

I.3.- AUTORES DEL PROYECTO

La redacción del Proyecto y Dirección de las Obras, corre a cargo de:

NORFER INGENIEROS, SL, Edificio Ibaeta, Portuetxe Bidea, 14, 2º Oficina C. 20018 Donostia. Telf. 943 311335

JOSÉ IGNACIO UCÍN BURGAÑA, Ingeniero Director
IÑAKI UCÍN IRIBAR, Ingeniero industrial colegiado Nº 3.598

I.4.- EMPLAZAMIENTO

El área de actuación se emplaza en Kuartango





I.5.- DATOS RESPECTO A LA PARCELA

Pavimento existente sobre terreno.



I.6.- SERVICIOS URBANOS EXISTENTES

La parcela cuenta con todas las infraestructuras necesarias para el desarrollo de las actividades previstas.

SOLUCIÓN ADOPTADA

Se ha optado por una cubierta soportada por una estructura formada por pilares metálicos y vigas y correas de madera con pórticos inclinados. Los soportes-pies derechos, van anclados a zapatas aisladas



I.7.- SISTEMA CONSTRUCTIVO

ESTRUCTURA

La estructura de la cubierta son pórticos inclinados, una combinación de pilares metálicos, anclados a las zapatas, mediante chapas base y anclajes y vigas y correas de madera.

Los pilares, circulares Ø219.1x6mm se sitúan enfrentados y soportan un pórtico inclinado de 11.5 m de vano.

Las correas, de madera laminada GL24, De 100x360mm perpendiculares a los pórticos, y con una separación de 1,71m entre ellas, soportan los elementos de cobertura y arriostran el conjunto.

Las vigas, de madera laminada GL28, De 200x1100mm

El arriostramiento se completa con tirantes de Ø20, cruzados en la cubierta (ver plano de cubierta).

CUBIERTA

Cubierta policarbonato celular tipo DANPALON o similar, de 16 mm de espesor y 600 mm de ancho, conector de policarbonato y espaciador de aluminio. Color de la placa a elegir por la dirección facultativa. Montado sobre estructura, incluyendo replanteo y cortes, incluso p.p. de perfiles de separación, clapetas, tornillería y sellado, perfiles auxiliares y remates perimetrales, así como piezas

especiales de encuentro con elementos singulares. Incluso montaje, Incluso P.P. de costes indirectos y medios auxiliares y medidas de seguridad.

I.8.- PLAZO DE EJECUCION

El plazo de ejecución máximo considerado para la terminación de las obras se ha estimado en aproximadamente 3 (tres) meses.

1.9.- INSTALACIONES

EVACUACIÓN DE PLUVIALES

En la cubierta, el canalón se dispone a lo largo de la fachada noroeste. Con en punto bajo en el centro de dicha fachada, se resuelve con una pendiente mínima del 1%. En ese punto, se dispondrá de una bajante de 110mm del canalón. De allí se conectará a la red existente de recogida de pluviales cumpliendo el DB SH del CTE.

Se ha dimensionado el canalón de acuerdo con lo determinado por el apartado 4.2 del DB HS 5.

En esta actuación de 168m^2, se instalará un ramal de canalón, con una pendiente del 1%.

De acuerdo a los datos de la tabla 4.2.2 y para un régimen pluviométrico de 100mm/h un canalón de 250mm de diámetro serviría a una superficie de 527m2

Para las bajantes de acuerdo con la tabla 4.8, en el lado sur con un diámetro de 90mm, teniendo en cuenta el régimen pluviométrico, podemos cubrir una superficie de 353m2. Nosotros proyectamos dos de 110mm.

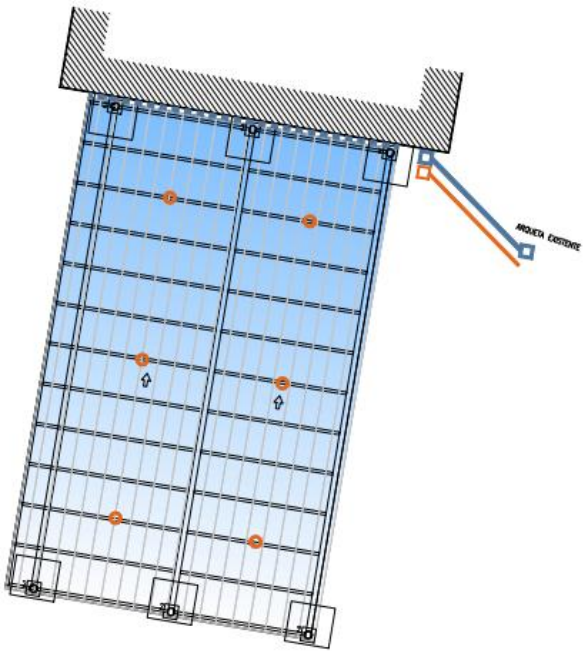
ILUMINACIÓN

Se proyecta la instalación de **seis (6) luminarias solares autónomas** sobre la cubierta, destinadas al alumbrado exterior de la misma y de las zonas de circulación y mantenimiento. Las luminarias estarán dotadas de tecnología **LED de alta eficiencia**, alimentación mediante **panel fotovoltaico integrado o independiente**, batería de litio de alta capacidad, regulador de carga, encendido automático mediante sensor crepuscular y, en su caso, sensor de presencia para optimizar el consumo energético.

Las luminarias se fijarán a la estructura de la cubierta mediante los soportes y anclajes adecuados, garantizando su estabilidad frente a las acciones del viento y la correcta orientación del panel fotovoltaico para maximizar el aprovechamiento de la energía solar. Su ubicación se definirá en los

planos del proyecto y podrá ajustarse durante la ejecución de la obra por la Dirección Facultativa para optimizar la distribución de la iluminación.

La instalación incluirá todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento, tales como soportes, fijaciones, accesorios, pequeño material y puesta en servicio, sin necesidad de alimentación eléctrica exterior al tratarse de un sistema completamente autónomo. Las luminarias serán de diseño apto para uso exterior, con un grado de protección mínimo **IP65** y resistencia a impactos **IK08** o superior, o prestaciones equivalentes.



I.10.- NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

En el presente proyecto se cumplen todas las normativas oficiales existentes, tanto a nivel estatal como autonómico y municipal, que afectan a los distintos contenidos del mismo, como son el diseño, la accesibilidad, instalaciones de todo tipo, estructura…etc. Igualmente se tienen en cuenta cuantas medidas son necesarias a fin de cumplimentar lo dispuesto en el título IV de las ordenanzas de edificación del municipio de Kuartango.

Señalar que no se ha podido verificar el cumplimiento de aquellas normativas específicas de titularidad privada no accesibles por medio de los diarios oficiales.

I.11.- SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO. CUMPLIMIENTO DEL DB-SI

La actuación consiste en la ejecución de una cubierta ligera destinada a la cubrición de un espacio exterior de juegos infantiles situado junto al frontón existente.

La cubierta proyectada está constituida por pilares metálicos, vigas y correas de madera laminada y cobertura ligera mediante policarbonato celular tipo DANPALON o equivalente.

1. Resistencia al fuego de la estructura

De acuerdo con la Sección SI 6 del DB-SI, la estructura principal de las cubiertas ligeras no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes y cuya altura respecto de la rasante exterior no exceda de 28 m podrá presentar una resistencia al fuego R30, siempre que su fallo no pueda ocasionar daños graves a edificios o establecimientos próximos, comprometer la estabilidad de plantas inferiores o afectar a la compartimentación de sectores de incendio.

Se considera cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no exceda de 1 kN/m².

En consecuencia, se establece para la estructura principal de la cubierta una resistencia al fuego R30, habiéndose realizado la correspondiente comprobación estructural en situación de incendio.

Se adjunta anexo.

1.1. Estructura de madera laminada

Las vigas y correas de madera laminada se han comprobado para una resistencia al fuego R30, alcanzándose dicha prestación mediante la propia sección resistente de los elementos, sin necesidad de revestimiento ignífugo adicional.

Los listados de cálculo consideran estos elementos como elementos sin protección adicional para la resistencia R30 requerida.

1.2. Pilares metálicos

Los pilares de la cubierta están constituidos por perfiles tubulares circulares CHS Ø219,1×6 mm de acero S275.

Para garantizar la resistencia al fuego R30, se dispondrá protección mediante pintura intumescente Nullifire SC803 o producto equivalente, aplicada de acuerdo con las especificaciones y documentación técnica del fabricante.

La comprobación estructural realizada establece para los tramos principales de los pilares un espesor mínimo de revestimiento intumescente de 0,175 mm (175 µm), obteniéndose la resistencia R30 requerida.

Por criterios de continuidad constructiva y facilidad de ejecución y control, se prevé la aplicación de la protección intumescente sobre la totalidad de la longitud vista de los pilares.

La ejecución incluirá la preparación del soporte, imprimación compatible cuando resulte necesaria, aplicación de la pintura intumescente hasta alcanzar el espesor mínimo de película seca requerido y acabado de protección adecuado a las condiciones de exposición exterior.

Los elementos metálicos secundarios CHS Ø100×6 mm no requieren protección adicional para alcanzar R30 de acuerdo con la comprobación estructural realizada.

2. Limitación de la propagación exterior hacia el frontón

La nueva cubierta se sitúa junto al cerramiento del frontón existente.

Con objeto de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio entre ambos elementos, y de acuerdo con la Sección SI 2 del DB-SI, se dispondrá junto al frontón una franja de cubierta con resistencia al fuego REI60 y una anchura mínima de 0,50 m, medida horizontalmente desde el cerramiento existente.

La cobertura general de policarbonato celular tipo DANPALON se mantendrá continua, garantizando de esta forma la continuidad e impermeabilidad de la cobertura.

La prestación REI60 de la franja próxima al frontón se conseguirá mediante la disposición, por debajo de la cobertura de policarbonato, de un sistema horizontal de panel cortafuegos con clasificación REI60, debidamente ensayado y certificado para la disposición prevista.

La franja cortafuegos arrancará desde el cerramiento existente del frontón y tendrá una anchura mínima total de 0,50 m.

Dado que el eje estructural de pilares se encuentra aproximadamente a 0,30 m del cerramiento existente, la protección cortafuegos se prolongará más allá del pilar hasta completar, como mínimo, los 0,50 m de anchura total exigidos.

3. Encuentro de la franja REI60 con los pilares

Los pilares metálicos CHS Ø219,1×6 mm quedan situados dentro de la franja cortafuegos, aproximadamente a 0,30 m del cerramiento del frontón.

El panel cortafuegos no finalizará contra el pilar, sino que continuará más allá del mismo hasta completar la anchura mínima de 0,50 m medida desde el cerramiento.

El encuentro entre el panel cortafuegos y el perfil tubular se ejecutará evitando discontinuidades en la protección, mediante un sistema de sellado cortafuegos con clasificación mínima EI60, compatible con el panel y con el soporte metálico, conforme a las especificaciones y documentación del fabricante.

Los pasos, juntas perimetrales y encuentros se sellarán de forma que no reduzcan la prestación de resistencia al fuego exigida al conjunto.

El sistema completo formado por panel, estructura auxiliar, fijaciones, juntas y sellados deberá disponer de documentación que acredite la clasificación REI60 correspondiente.

4. Cobertura de policarbonato

La cobertura general se ejecutará mediante policarbonato celular tipo **DANPALON de 16 mm o equivalente**, conforme a la solución definida en proyecto.

El policarbonato se dispondrá de forma continua sobre la totalidad de la cubierta, incluida la franja cortafuegos próxima al frontón.

El producto finalmente instalado deberá disponer de marcado CE, Declaración de Prestaciones y documentación acreditativa de su **clasificación de reacción al fuego**, correspondiente al espesor y configuración efectivamente empleados.

La cobertura de policarbonato no se considera, por sí misma, elemento con resistencia al fuego REI60. La prestación REI60 requerida junto al frontón se obtiene mediante el sistema independiente de panel cortafuegos dispuesto inferiormente.

5. Prescripciones de ejecución y control

Previamente a la ejecución se aportará la documentación técnica y certificados correspondientes a los productos y sistemas empleados.

En particular, se comprobará la clasificación REI60 del sistema de panel cortafuegos, la clasificación EI60 del sistema de sellado de su encuentro con los pilares, el espesor de película seca de la protección intumescente de los pilares y la clasificación de reacción al fuego del policarbonato finalmente instalado.

La Dirección Facultativa comprobará durante la ejecución la correcta continuidad de la franja cortafuegos y la ausencia de pasos, juntas o discontinuidades no protegidas.

II.- MEMORIA DE CÁLCULO

II.1.- BASES DE CÁLCULO

1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Los materiales empleados para la realización de los elementos estructurales se detallan a continuación.

1.1.1 Acero laminado

Se utiliza para la confección de los elementos de estructura metálica, excepto los espárragos de anclaje y sujeción en hormigón, para lo cual se utiliza acero B-500S. Según la norma "Documento Básico SE-A. Seguridad Estructural – Acero", se distinguen las características de los materiales para perfiles y chapas, para tornillos, tuercas y arandelas, y para el material de aportación.

Las características del material que se detalla, así como los ensayos a que deberá someterse, quedan especificados en los *Pliegos de Condiciones para la Ejecución y la Puesta de la Estructura Metálica*.

1.1.1.a Acero para chapas y perfiles

Se utilizan los aceros establecidos en la norma UNE-EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general), así como los establecidos en las normas UNE-EN 10210-1:1994 relativa a Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grado fino, y UNE-EN 10219-1:1998 relativa a secciones huecas de acero estructural conformados en frío. En la tabla siguiente (DB SE-A-11, tabla 4.1) se especifican las características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025, que son las que han sido utilizadas en los cálculos del presente proyecto de estructura.

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm²)			Tensión rotura F_u (N/mm²)	
	t ≤16	16< t ≤40	40< t ≤63	3≤ t ≤100	ºC
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 siguientes son características comunes a todos los aceros:

- Módulo de elasticidad, E 210.000 Mpa
- Módulo de elasticidad transversal, G 81.000 Mpa
- Coeficiente de Poisson, v: 0.30
- Coeficiente de dilatación térmica, λ: 1.2 x 10-5 (°C) -1
- Densidad 7.850 Kg/m³.

En la siguiente tabla (DB SE-A-12, tabla 4.2) se especifican los espesores máximos (en mm) de chapas para los cuales no es necesario comprobar el comportamiento dúctil del material. Se especifican las dimensiones en función de la temperatura mínima a la que serán sometidos durante la vida útil de la estructura.

	Temperatura mínima								
	0 ºC			-10 ºC			-20 ºC		
Grado	**JR**	**J0**	**J2**	**JR**	**J0**	**J2**	**JR**	**J0**	**J2**
S235	50	75	105	40	60	90	35	50	75
S275	45	65	95	35	55	75	30	45	65
S355	35	50	75	25	40	60	20	35	50

Todos los aceros mencionados y utilizados en el presente proyecto de estructura son soldables y únicamente se requiere la adopción de precauciones en el caso de uniones especiales (entre chapas de gran espesor, de espesores muy desiguales, en condiciones difíciles de ejecución, etc.).

1.1.1.b Tornillos, tuercas y arandelas

Las características mecánicas de los aceros para tornillos, tuercas y arandelas se han tomado de la siguiente tabla (DB SE-A-13, tabla 4.3):

Clase	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Tensión de límite elástico f_y (N/mm2)	240	300	480	640	900
Tensión de rotura f_u (N/mm2)	400	500	600	800	1000

1.1.1.c Materiales de aportación

Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base.

1.1.1.d Resistencia de cálculo

Se define resistencia de cálculo, f_{yd}, al cociente de la tensión de límite elástico y el coeficiente de seguridad del material, definido en su correspondiente apartado.

$f_{yd}= f_y/\gamma_M$

Para el caso específico de las comprobaciones de resistencia última del material o la sección se ha adoptado como resistencia de cálculo el valor:

$f_{ud}=f_u/\gamma_{M2}$

siendo γ_{M2} el coeficiente de seguridad para resistencia última.

1.1.2 Madera proyectada en la estructura

Normativa de obligado cumplimiento:

CTE DB SE-Madera

La característica de la madera utilizada es "Madera laminada encolada homogenea".

1.1.2.a Clase de servicio

Se establece una clase de servicio 2 para la totalidad de la estructura de madera.

Clase de servicio 2:

Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de 20 ± 2ºC y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.

1.1.2.b Clase de uso

Clase de uso 2:

El elemento estructural está a cubierto y protegido a la intemperie, pero, debido a las condiciones ambientales, se puede dar ocasionalmente un contenido de humedad de la madera mayor que el 20% en parte o en la totalidad del elemento estructural.

Se recomienda un tratamiento clase de uso 2, aplicado superficialmente, con un lasure insecticida y fungicida de carácter protector.

1.1.2.c Humedad de la madera.

La madera puesta en obra tendrá una humedad entorno al 16% exigida para la clase de servicio a la que se encuentra ubicada.

1.1.2.d Implantación:

Los pilares de los pórticos están biarticulados a la cimentación por medio de anclajes en acero.

Las correas se encuentran biarticuladas entre dos vigas.

1.1.2.e Madera proyectada en la estructura.

Se adopta, para el resto de los elementos estructurales de madera, la clase resistente GL24h.

1.1.2.f Valores de resistencia mecánica para GL24h.

Valores característicos (GL24h)

(Propiedades resistentes en N/ mm2)

Flexión:	24
Tracción paralela:	19,2
Tracción perpendicular:	0.5
Compresión paralela:	24
Compresión perpendicular:	2.5
Cortante:	3.5

(Propiedades de rigidez en KN/mm2)

Módulo de elasticidad paralelo medio:	11.5
Módulo de elasticidad paralelo 5º percentil:	9.4
Módulo de elasticidad perpendicular medio:	0.39
Módulo de cortante medio:	0.72

Densidad kg/m3
Densidad característica: 385

1.1.2.g Normativa de cálculo empleada.

El análisis estructural, tanto los estados límites últimos como los de servicio, así como la resistencia a fuego de 30 minutos, se han calculado según el Documento Básico Seguridad Estructural Estructuras de Madera (DB-SE M), perteneciente al Código técnico de la Edificación vigente desde el 1 de Abril de 2006.

1.1.2.h Modelo de cálculo considerado.

Se ha considerado un modelo de cálculo para el pórtico y otro para la correa.

Donde se analizan los Estados Límites Últimos y los Estados Límites de Servicio, así como resistencia al fuego para 30 minutos.

Teniendo en cuenta el método de cálculo especificado en el C.T.E. estados límites últimos, mayorando las acciones y condicionando los valores característicos, todos los elementos de la estructura cumplen debidamente las solicitaciones requeridas.

1.2 ACCIONES CONSIDERADAS

La determinación de las acciones sobre la cubierta y sobre su estructura se ha realizado teniendo en consideración la aplicación de las normativas que se relacionan en el apartado correspondiente de la presente memoria.

Según el DB SE-AE Acciones en la edificación, las acciones y las fuerzas que actúan sobre un edificio se pueden agrupar en 3 categorías: acciones permanentes, acciones variables y acciones accidentales.

La consideración particular de cada una de ellas se detalla en los siguientes subapartados, y responde a lo estipulado en los apartados 2, 3 y 4 del DB SE-AE.

1.2.1 Acciones permanentes.

Se incluyen dentro de esta categoría todas las acciones cuya variación en magnitud con el tiempo es despreciable, o cuya variación es monótona hasta que se alcance un valor límite. Se consideran 3 grupos de acciones permanentes que se detallan a continuación.

1.2.1.a Peso propio

Se incluyen en este grupo el peso propio de los elementos estructurales, cerramientos y elementos separadores, todo tipo de carpintería, revestimientos y equipo fijo.

El valor característico del peso propio de los elementos constructivos se ha determinado como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios. En la tabla siguiente se incluyen los pesos de los materiales, productos y elementos constructivos habituales.

a) Materiales de cubierta:

-Plancha plegada metálica:	0,12	KN/m^2
-Policarbonato compacto:	0,06	KN/m^2
-Pizarra:	0,3	KN/m^2
-Tablero de baldosa:	1	KN/m^2

b) Materiales de construcción:

-Arena:	15	KN/m^3
-Cemento:	16	KN/m^3
-Pizarra:	17	KN/m^3
-Escoria granulada:	11	KN/m^3

1.2.1.c Acciones del terreno

La cubierta se apoya sobre el terreno. Actualmente existe una solera con acabado en hormigón impreso. Se generaran unas zapatas aisladas de 1x1m y 40cm de canto.

1.2.2 Acciones variables

Son las acciones cuya variación en el tiempo no es monótona ni despreciable respecto al valor medio. Se contemplan dentro de esta categoría las sobrecargas de uso, las acciones sobre barandillas y elementos divisorios, la acción del viento, las acciones térmicas y la acción que produce la acumulación de nieve.

1.2.2.a Sobrecargas de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso.

Se ha considerado, para el cálculo de los esfuerzos en los elementos estructurales, la aplicación de una carga distribuida uniformemente, adoptando los valores característicos de la tabla 3.1 del DB SE-AE. Para las comprobaciones locales de capacidad portante se ha considerado una carga concentrada actuando en cualquier punto de la zona afectada. Dicha carga concentrada se ha considerado actuando simultáneamente con la sobrecarga uniformemente repartida en las zonas de uso de tráfico y aparcamiento de vehículos ligeros, y de forma independiente y no simultánea con ella en el resto de casos descritos en la tabla mencionada.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 (1)
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente (2)			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación (3)	G1(7)	Cubiertas con inclinación inferior a 20º	1(4)(6)	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) (5)	0,4(4)	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40º	0	2

Para el cálculo de elementos portantes horizontales y verticales se ha realizado la reducción de sobrecarga permitida en el apartado 3.1.2 del DB SE-AE.

1.2.2.c Viento

Son las acciones producidas por la incidencia del viento sobre los elementos expuestos a él. Para su determinación se considera que éste actúa perpendicularmente a la superficie expuesta con una presión estática q_e que puede expresarse como:

$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$, siendo:

q_b= Presión dinámica del viento.
c_e= Coeficiente de exposición, en función de la altura del edificio y del grado de aspereza del entorno.
c_p= Coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma.

Para la determinación de la presión dinámica del viento (q_b) se utiliza la simplificación propuesta por el DB SE-AE para todo el territorio español, adoptándose el valor de 0,5 KN/m².

Para la determinación del coeficiente de exposición se ha considerado el grado de aspereza del edificio y la altura en cada punto según la tabla 3.3 del DB SE-AE.

Para la determinación del coeficiente eólico o de presión se ha considerado la esbeltez en el plano paralelo al viento según la tabla 3.4 del DB SE-AE.

En el caso que incumbe al presente documento, los parámetros considerados son los que se explicitan a continuación:

Grado de aspereza del entorno considerado: IV

Altura máxima de la cubierta: 6 m

Coeficiente de exposición (ce): 1.4

Presión dinámica del viento, q_b: 0,50 KN/m²

Esbeltez en el plano paralelo al viento: 1.4

Coeficientes eólicos:

- c_p: 0,8
- c_s: -0,6

Cabe mencionar que el coeficiente de exposición se ha ido adaptando a la altura y esbeltez de los distintos puntos del edificio expuestos el viento.

1.2.2.d Acciones térmicas

Las acciones térmicas han sido consideradas en el proyecto en los casos en que se ha estimado posible la existencia de un gradiente térmico o que las dimensiones de un determinado elemento continuo de estructura han sobrepasado los valores límite que establece la normativa al respecto (40m). Por ello se ha sometido a la estructura a la acción térmica causada por un aumento de temperatura que corresponde al que establece la norma Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación en los artículos 3.4.1 y 3.4.2. Para elementos expuestos a la intemperie se ha tomado como temperaturas extremas máximas y mínimas las que constan en el "Anejo E. Datos climáticos".

Para el caso de estructuras y elementos de hormigón armado ha sido considerado el criterio que establece el Código Estructural en el artículo A.5 de su anejo A, *Valores de las Acciones*.

Los coeficientes de dilatación térmica adoptados se especifican en el apartado donde se hace referencia a las características de los materiales.

1.2.2.e Nieve

Según el DB SE-AE, el valor de la carga de nieve por unidad de superficie puede determinarse con la fórmula:

$q_n=\mu \cdot s_k$; siendo μ el coeficiente de forma de la cubierta, y s_k el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.

En cubiertas planas y terreno horizontal el coeficiente de forma toma el valor μ=1. En la localidad de Kuartango, el valor característico de la carga de nieve toma el valor s_k=1,00 kN/m².

Con estos valores se ha considerado una sobrecarga de nieve en las zonas desprotegidas de valor 1,00kN/m².

1.2.3 Acciones accidentales

1.2.3.a Sismo

En la determinación de las acciones sísmicas se ha considerado la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación, NCSE-02.

Dicha norma, en el artículo 1.2., apartado 2º, establece una clasificación de las construcciones en función de su uso, según el siguiente criterio:

a) *De importancia moderada:* son las que con muy poca probabilidad su ruina por terremoto pueda causar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños económicos relevantes a terceros.

b) *De importancia normal:* son las que su destrucción por terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni que su destrucción pueda dar lugar a efectos catastróficos.

c) *De importancia especial:* son las que su destrucción por terremoto pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos.

Según el anterior criterio y dadas las características de uso del edificio, éste se ha catalogado de **importancia normal**.

La estructura diseñada, por disponer de una capa superior armada, monolítica y enlazada a la estructura en la totalidad de la superficie de cada planta, se considera de pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones.

Por otro lado, la aceleración sísmica de cálculo *ac*, de acuerdo con el artículo 2.2 de la mencionada norma, se ha calculado según la expresión:

$a_c = S \rho a_b$

donde:

a_c es la aceleración sísmica de cálculo,
a_b es la aceleración sísmica básica,
ρ es el coeficiente de riesgo y
S es el coeficiente de amplificación del terreno.

Para el caso objeto de la presente, los anteriores valores han resultado:

- Aceleración sísmica básica, a_b, y coeficiente de riesgo, ρ:
  Localidad: **Kuartango**
  a_b: **0.04g**
  ρ: **1.0**

De acuerdo con el artículo 1.2.3 de la *NCSE-02*, dada la clasificación de la construcción, la consideración de monolitismo de su estructura y los valores de la aceleración sísmica básica, **NO** han sido consideradas las repercusiones producidas por la acción sísmica en la estructura.

1.2.4 Estados de carga considerados en los forjados.

A continuación, se resumen los estados de carga considerados en cada forjado o zona de forjado en base a las acciones establecidas en el apartado anterior.

Zona:	**CUBIERTA**
Tipo de forjado:	Madera
Peso propio:	0.20 KN/m^2
Cargas Permanentes:	0.20 KN/m^2
Sobrecarga de uso + Nieve:	1,00 KN/m^2
Total:	**1,00 KN/m^2**

1.3 COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Los coeficientes de seguridad adoptados afectan tanto a las características mecánicas de los materiales, como a las acciones que solicitan a la estructura. Ambas tipologías se detallan a continuación.

1.3.1 Coeficientes de minoración de resistencias de los materiales.

Los coeficientes de minoración de resistencia gravan de forma distinta a los elementos en función de diversos parámetros, de los cuales el más relevante es el tipo de material que los constituye.

Para cada caso se tiene:

1.3.1.a Hormigón armado.

Con relación a los coeficientes de minoración de resistencia del hormigón armado es necesario distinguir entre el que se aplica directamente sobre el hormigón, γ_c, y el que lo hace sobre el acero para armaduras pasivas y activas, γ_s. Dado que el nivel de control de ejecución de la obra es normal, los coeficientes respectivos son 1.50, 1.15 y 1.15, respectivamente.

1.3.1.b Acero laminado.

Se han adoptado los siguientes valores:

γ_{M0}= 1,05 relativo a la plastificación del material.

γ_{M1}= 1,10 relativo a fenómenos de inestabilidad.

γ_{M2}= 1,25 relativo a resistencia última del material o sección, y a medios de unión.

γ_{M3}= 1,10 relativo a la resistencia del deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en ELS.

γ_{M3}= 1,25 relativo a la resistencia del deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en ELU.

γ_{M3}= 1,40 relativo a la resistencia del deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en ELU,

en el caso de huecos óvalos o con sobremedida.

1.3.2 Coeficientes de mayoración de acciones.

Paralelamente a los anteriores, los de mayoración de acciones también dependen del material.

Con este criterio se observan los coeficientes que a continuación se detallan.

1,3.2.a Hormigón armado.

Con relación a los coeficientes de minoración de resistencia del hormigón armado es necesario distinguir entre el que se aplica directamente sobre el hormigón, γ_c, y el que lo hace sobre el acero para armaduras pasivas y activas, γ_s. Dado que el nivel de control de ejecución de la obra es normal, los coeficientes respectivos son 1.50, 1.15 y 1.15, respectivamente.

1.3.2.b Acero laminado.

Con relación a los coeficientesγ_c que gravan en las estructuras de acero, se consideran los que establece el Documento Básico SE Seguridad estructural, en la tabla 4.1 del capítulo 4.

Tipos de verificación		Situación Persistente o transitoria	
		Efecto desfavorable	Efecto favorable
Resistencia	Permanentes Peso propio Empuje del terreno Presión agua	 1.35 1.35 1.20	 0.80 0.70 0.90
	Variable	1.50	1.00
Estabilidad		Desestabilizadora	Estabilizadora
	Permanente Peso propio Empuje del terreno Presión agua	 1.10 1.35 1.05	 0.90 0.80 0.95
	Variable	1.50	0

Tabla 3: Coeficientes parciales γ de seguridad para acciones.

1.4 HIPÓTESIS DE CÁLCULO.

Las hipótesis de cálculo contempladas para el análisis de la estructura que se presenta han sido diversas, en función del material constituyente de un elemento o parte de la estructura, principalmente. De este modo se tienen los siguientes cuadros de hipótesis consideradas para

Estados Límite Últimos (ELU) y Estados Límite de Servicio (ELS).

1.4.1 Estructuras de Acero Laminado

Han sido consideradas las que tipifica la DB-SE, "Documento Básico SE Seguridad Estructural" en su artículo 4.2.2 y 4.3.2, según se detalla a continuación:

-Para Estados Límite Últimos

Las situaciones de proyecto se han abordado a partir de los siguientes criterios

- Situaciones persistentes o transitorias:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}\,G^*_{k,j}+\gamma_{Q,1}\,Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}\,Q_{k,i}$$

- Situaciones accidentales:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}\,G^*_{k,j}+\gamma_A A_k+\gamma_{Q,i}\psi_{1,1}\,Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\psi_{2,i}\,Q_{k,i}$$

- Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}\,G^*_{k,j}+\gamma_A A_{E,k}+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Q,i}\psi_{2,i}\,Q_{k,i}$$

-Para Estados Límite de Servicio

Las distintas situaciones de proyecto en general se han abordado con los siguientes criterios

- Combinación poco probable

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}\,G^*_{k,j}+\gamma_{Q,1}\,Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}\,Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}\,G^*_{k,j}+\gamma_{Q,1}\,\psi_{1,1}\,Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\psi_{2,i}\,Q_{k,i}$$

- Combinación cuasipermanente

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}\,G^*_{k,j}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\psi_{2,i}\,Q_{k,i}$$

Donde:

$G_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes
$G^*_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante
$Q_{k,1}$	Valor característico de la acción variable determinante
$\psi_{o,i}Q_{k,i}$	Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes
$\psi_{1,1}\,Q_{k,1}$	Valor representativo frecuente de la acción variable determinante
$\psi_{2,i}Q_{k,i}$	Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental
Ak	Valor característico de la acción accidental
AE,k	Valor característico de la acción sísmica

1.4.2 Estructuras de madera laminada

Han sido consideradas las que tipifica la DB-SE, "Documento Básico SE Seguridad Estructural" en su artículo 4.2.2 y 4.3.2, según se detalla a continuación:

-Para Estados Límite Últimos

Las situaciones de proyecto se han abordado a partir de los siguientes criterios

- Situaciones persistentes o transitorias:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}\,G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}\,G^*_{k,j}+\gamma_{Q,1}\,Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\,\psi_{0,i}\,Q_{k,i}$$

- Situaciones accidentales:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}\,G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}\,G^*_{k,j}+\gamma_{A}\,A_k+\gamma_{Q,i}\,\psi_{1,1}\,Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\,\psi_{2,i}\,Q_{k,i}$$

Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_A A_{E,k} + \sum_{i\geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

-Para Estados Límite de Servicio

Las distintas situaciones de proyecto en general se han abordado con los siguientes criterios

- Combinación poco probable

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinación cuasipermanente

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Donde:

$G_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes
$G^*_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante
$Q_{k,1}$	Valor característico de la acción variable determinante
$\psi_{o,i}\ Q_{k,i}$	Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes
$\psi_{1,1}\ Q_{k,1}$	Valor representativo frecuente de la acción variable determinante
$\psi_{2,i}\ Q_{k,i}$	Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental
A_k	Valor característico de la acción accidental
AE,k	Valor característico de la acción sísmica

1.5 MÉTODOS DE CÁLCULO

Para la determinación de esfuerzos en los distintos elementos estructurales se han utilizado los postulados básicos de la elasticidad y la resistencia de materiales, aplicándolos de forma diversa y a través de distintas metodologías en función del elemento o conjunto a analizar, tal y como se detalla más adelante.

Por otro lado, para la comprobación de secciones de hormigón, se han utilizado las bases del cálculo en el Estado Límite Último (ELU) y en el Estado Límite de Servicio (ELS), considerando que el material trabaja en régimen anelástico, contemplando de este modo la fisuración por tracción y la elasto-plasticidad en compresión, según se ha especificado en el apartado cuarto de la presente. Para la comprobación de las secciones de acero, en general se han utilizado las bases de cálculo en el

Estado Límite de Último (ELU) y en el Estado Límite de Servicio (ELS) teniendo presente el diagrama elasto-plástico del material.

La especificación de la metodología utilizada para el análisis de los diversos tipos estructurales se detalla a continuación.

1.5.1 Estructuras de barras.

Su análisis se ha llevado a cabo mediante el cálculo matricial de estructuras definidas en el espacio.

Para la determinación de las matrices de rigidez de cada una de las barras han sido contemplados los dos teoremas de Mohr, la ley de Hooke y la teoría de la torsión de Saint Venant, mediante lo cual han sido relacionados todos los movimientos posibles de los extremos de las barras con los esfuerzos que los provocan.

En los casos en los que la esbeltez de la estructura ha sido determinante, se ha utilizado también el cálculo matricial no lineal, formulando la ecuación de equilibrio de la estructura bajo las consideraciones de la teoría en segundo orden, deduciendo las matrices de rigidez de las barras y los vectores de acciones en función del esfuerzo axial que les solicita. En este caso el proceso ha sido resuelto mediante una aproximación basada en el método de Newton-Raphson.

1.5.2 Comprobación de perfilería metálica.

La comprobación de perfilería metálica se ha llevado a cabo sobre la base de las consideraciones de la normativa "DB-SE-A, Documento Básico SE Seguridad estructural Acero", según métodos elásticos.

1.6 PROGRAMAS INFORMÁTICOS DE CÁLCULO UTILIZADOS

1.6.1 Procesadores. Definición de esfuerzos y estados tensionales.

CYPE 2023.f de Cype Ingenieros S.A.

FRAME de la Escuela de Caminos de Madrid

1.6.2 Post-procesadores. Comprobación de estructuras y armado de elementos de hormigón.

Distintas hojas de cálculo elaboradas por el proyectista destinadas al cálculo de armados en estructuras de hormigón sometidas a flexión, cálculo de crucetas de punzonamiento, comprobación de perfilería metálica, cálculo de encepados

1.7 CRITERIOS DE DIMENSIONADO

En el dimensionado de los elementos que componen la estructura ha sido considerada la satisfacción de los estados límites últimos, ELU y los estados límites de servicio, ELS, que se detallan a continuación:

- *ELU de equilibrio*: los efectos de cálculo estabilizantes sobrepasan a los efectos de cálculo desestabilizantes.

- *ELU de agotamiento* frente a las solicitaciones: las fuerzas internas capaces de desarrollarse en toda sección de la estructura igualan o sobrepasan las fuerzas de cálculo que las solicitan.

- *ELU de inestabilidad*: las fuerzas internas capaces de desarrollarse en toda sección de la estructura igualan o sobrepasan las fuerzas de cálculo que las solicitan sumadas a las derivadas de los efectos de segundo orden o de inestabilidad.

- *ELS de fisuración* (solamente en elementos de hormigón armado y pretensado): la abertura característica de las fisuras, w_k, cumple con los valores definidos en el Código Estructural en función de la clase de exposición del elemento.

- *ELS de deformación*: el dimensionado ha sido realizado en base a lo estipulado en el apartado 4.3.3 del DB SE. Esto es:

En el caso de considerar la integridad de los elementos constructivos, considerando las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento (todas las cargas excepto el peso propio).

Tipo de cerramiento	Valor flecha/luz
Pisos con tabiques frágiles o pavimentos rígidos sin juntas	1/500
Pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas.	1/400
Resto de los casos	1/300

En el caso de tener en cuenta el confort de los usuarios, considerando las deformaciones producidas por las acciones de corta duración (acciones variables), limitándolas a L/350 (siendo L la luz del elemento).

En el caso de considerar la apariencia de la obra, considerando las deformaciones producidas por cualquier combinación de acciones cuasipermanente, limitándolas a L/300 (siendo L la luz del elemento).

Para el caso particular de forjados de hormigón se ha limitado la flecha activa al valor f= 1cm.

- ELS de vibraciones: Las estructuras y sus elementos susceptibles de sufrir vibraciones por efecto rítmico de las personas han sido diseñados con modos propios de oscilación mayores que los que se muestran en la tabla siguiente.

Estructura	Frecuencia mínima (Hz)
Gimnasios, palacios de deportes, estadios	8,00
Salas de fiestas o conciertos sin asientos	7,00
Centros comerciales y locales de pública concurrencia sin asientos fijos.	5,00
Salas de espectáculos con asientos fijos	3,40
Pasarelas	4,50

El resto de elementos han sido diseñados con un primer modo propio de vibración de valor próximo a 3,00Hz.

1.8 NORMATIVA

1.8.1 Normativa básica

DB-SE, "Documento Básico SE Seguridad estructural"
DB-SE-AE, "Documento Básico SE Seguridad estructural Acciones en la edificación"
DB-SE-C, "Documento Básico SE Seguridad estructural Cimientos"
DB-SE-A, "Documento Básico SE Seguridad estructural Acero"
DB-SE-F, "Documento Básico SE Seguridad estructural Fábrica"
DB-SE-M, "Documento Básico SE Seguridad estructural Madera"
CÓDIGO ESTRUCTURAL
N.C.S.R.-02, "Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación".

1.8.2 Normativa complementaria

EUROCÓDIGO 1, "Bases de proyecto y acciones en estructuras".

EUROCÓDIGO 1, "Bases de proyecto y acciones en estructuras"

- Parte 2-1: Acciones en estructuras densidades, pesos propios y cargas exteriores

EUROCÓDIGO 1, **"**Bases de proyecto y acciones en estructuras".

- Parte 1: Bases de proyecto

EUROCÓDIGO 2, "Proyecto de estructuras de hormigón".

EUROCÓDIGO 2, "Proyecto de estructuras de hormigón".

- Parte 1-4: Reglas generales hormigón de árido ligero de textura cerrada.

EUROCÓDIGO 2, "Proyecto de estructuras de hormigón".

- Parte 1-3: Reglas Generales
  Elementos y estructuras prefabricados de hormigón

EUROCÓDIGO 2, "Proyecto de estructuras de hormigón".

- Parte I–I: Reglas generales y reglas para edificación

EUROCÓDIGO 2, "Proyecto de estructuras de hormigón".

- Parte 1-5: Reglas generales estructuras con tendones de pretensado exteriores o no adherentes.

EUROCÓDIGO 3, "Proyecto de estructuras de acero".

- Parte I-I: Reglas generales
  Reglas generales y reglas para edificación (suplementos de la UNE-ENV 1993-1-1)

EUROCÓDIGO 3, **"**Proyecto de estructuras de acero".

- Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.

EUROCÓDIGO 4, "Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero".

- Parte 1-2: Reglas generales proyecto de estructuras sometidas al fuego.

EUROCÓDIGO 4, "Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero".

- Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.

EUROCÓDIGO 8, "Disposiciones para el proyecto de estructuras sismorresistentes"**.**

- Parte 5: Cimentaciones, estructuras de contención de tierras y aspectos geotécnicos.

EUROCÓDIGO 8, "Disposiciones para el proyecto de estructuras sismorresistentes".

- Parte 1-1: Reglas generales acciones sísmicas y requisitos generales de las estructuras.

EUROCÓDIGO 8, "Disposiciones para el proyecto de estructuras sismorresistentes".

- Parte 1-2: Reglas generales

Reglas generales para edificios

NTE-ECG, "Cargas gravitatorias"
NTE-ECR, "Cargas por retracción"
NTE-ECS, "Cargas sísmicas"
NTE-ECT, "Cargas térmicas"
NTE-ECV, "Cargas de Viento"
NTE-EAF, "Forjados"
NTE-EAV, "Vigas"
NTE-EHU, "Forjados unidireccionales"
NTE-EHV, "Vigas"
NTE-EHS, "Soportes"
NTE-EHR, "Forjados reticulares"
NTE-EFL, "Fábrica de ladrillo"
NTE-EFB, "Fábrica de bloques"
NTE-WXV, "Vigas"
NTE-EXS, "Soportes"
NTE-CEG, "Estudios geotécnicos"
NTE-CPI, "Pilotes in situ"

Recomendaciones para el proyecto, construcción y control de anclajes al terreno. H.P.8-96. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo
Manual para el cálculo de Tablestacas. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo

II.2.- DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

En el diseño y el análisis de los elementos estructurales descritos en el presente documento se ha atendido a todas las exigencias y requerimientos estipulados en el Código Técnico de la Edificación (CTE), y en particular a los Documentos Básicos que se citan a continuación:

DB-SE, "Documento Básico SE Seguridad estructural"
DB-SE-AE, "Documento Básico SE Seguridad estructural Acciones en la edificación"
DB-SE-C, "Documento Básico SE Seguridad estructural Cimientos"
DB-SE-A, "Documento Básico SE Seguridad estructural Acero"
DB-SE-M, "Documento Básico SE Seguridad estructural Madera"

III.- PLIEGO DE CONDICIONES

III.1. ACERO LAMINADO EN ESTRUCTURAS METÁLICAS

Definición y Condiciones Generales

Se define como estructura metálica los elementos o conjunto de elementos de acero que forman parte resistente y sustentante de una construcción.

Las obras consistirán en la ejecución de las estructuras de acero.

No es aplicable este artículo a las armaduras de las obras de hormigón, ni a las estructuras o elementos construidos con perfiles ligeros de chapa plegada.

Esta unidad comprende:

- El suministro de todos los materiales empleados, tales como perfiles, tornillos, chapas, etc.

- La elaboración en taller de los diferentes elementos integrantes de la estructura.

- La carga, transporte, descarga y movimientos interiores de todos los elementos.

- El montaje de la estructura, incluyendo las estructuras de soporte provisionales, y cuantas operaciones sean necesarias como gateos, apuntalamientos, lastrados, construcciones parciales por elementos o módulos y el ensamblaje parcial o total, las uniones, soldadura en obra, etc.

- Los trabajos de acabado, limpieza y chorreado, así como repasos que se deban efectuar en el sistema de pintado una vez terminado éste y originados por soldaduras, daños mecánicos, arriostrados provisionales, etc.

- Todos los materiales auxiliares, mecánicos y personal necesario para la ejecución de los trabajos.

- Los ensayos mecánicos, de composición química, controles por líquidos penetrantes, partículas magnéticas, radiografías o ultrasonidos, etc., de acuerdo con las condiciones exigidas por este Pliego y la normativa vigente.

Materiales

Se define como estructura metálica los elementos o conjunto de elementos de acero que forman

- a) Aceros Laminados:

Los materiales de aceros laminados para Estructuras Metálicas deberán cumplir con las condiciones indicadas en el PG 4/88.

- b) Tornillos, Tuercas y Arandelas:

Se definen como tornillos, los elementos de unión con fileteado helicoidal de perfil apropiado, que se emplean como piezas de unión o para ejercer un esfuerzo de compresión.

Los tornillos pueden ser de tres clases:

- Ordinarios
- Calibrados
- De alta resistencia

En todo caso cumplirán con lo especificado para ellos en la norma NBE-EA-95.

- c) Electrodos:

c.1.- Soldadura manual por arco eléctrico:

Se emplearán electrodos con revestimiento básico, de bajo contenido en hidrógeno, y serán tales, que las propiedades químicas y físicas de las soldaduras resultantes, superen las características resistentes especificadas en este Pliego para el metal base. Los ensayos y pruebas de impacto correspondientes se harán de acuerdo con la elección del electrodo.

Estarán de acuerdo con la especificación UNE 14-003 con la AWS/ASME 5.1 y AWS A 5.5. En cuanto al tipo de acero a soldar, estarán de acuerdo con las especificaciones de la Norma AWS D.1-1. Si esta última no contempla alguno de los tipos de acero a soldar, el Contratista preparará un procedimiento específico de soldadura para cada tipo de unión que deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra, antes de su uso. Adicionalmente y en el caso de soldadura de acero estructural a armaduras, los electrodos deberán cumplir con AWS D 12.1.

Queda expresamente prohibida la utilización de electrodos de gran penetración en la ejecución de uniones de fuerza.

En las uniones realizadas en montaje no se permitirá el uso de electrodos cuyo rendimiento nominal sea superior a

120. La determinación del rendimiento y del coeficiente de depósito de electrodos revestidos se realizará de acuerdo a la Norma UNE 14-038.

Las dimensiones de los electrodos se ajustarán a la Norma UNE 14-220.

La determinación de la humedad total de los electrodos revestidos de ajustará a la Norma UNE 14.211.

c.2.- Soldadura automática por arco sumergido:
Los electrodos para soldadura automática con arco sumergido estarán de acuerdo con la especificación AWS A5-17, AWS A5-23 y con la Norma AWS D 1-1, en cuanto a tipo de acero a soldar. En caso de que la Norma AWS D 1-1 no contemple alguno de los tipos de acero a soldar, el Contratista preparará un procedimiento específico de soldadura para cada tipo de unión que deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra antes de su uso.

En cualquier caso el material de aportación tendrá características resistentes (incluso resiliencia) superiores a las del metal base.

Ejecución de las Obras

- a) Condiciones Generales:
El Contratista deberá atenerse a las condiciones generales que se establecen en las normas referentes a Estructura Metálica.

A no ser que se indique lo contrario, serán de aplicación la edición con revisiones, cambios y adendas, vigente durante el período de fabricación y montaje de las estructuras, las siguientes Normas:

Normas NBE del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo

NBE-AE-88: Acciones en la Edificación.
NBE-EA-95: Estructuras de acero en edificación.

Norma EM 62 Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento Normas UNE

UNE 7.010: Ensayo a la tracción de materiales metálicos a la temperatura ambiente.
UNE 7.014: Determinación cuantitativa del carbono en los aceros empleados en la construcción.
UNE 7.019: Determinación cuantitativa del azufre en los aceros empleados en la construcción.
UNE 7.028: Determinación cuantitativa del silicio en los aceros empleados en la construcción.
UNE 7.029: Determinación cuantitativa del fósforo en los aceros empleados en la construcción.
UNE 7.292: Ensayo de doblado de metales a la temperatura ambiente.
UNE 7.306: Ensayo de metales a flexión por choques.
UNE 7.262: Ensayo en tracción para productos de acero.
UNE 7.278: Inspección de chapas por ultrasonido.
UNE 7.282: Toma de preparación de muestras y probetas de productos de acero laminado y forjado.
UNE 7.290: Ensayo de flexión por choque con probeta entallada de productos de acero.
UNE 14.010 1ª R: Examen y calificación de soldadores destinados a soldeo por arco eléctrico.

UNE 14.011: Cualificación de soldadura por rayos X.
UNE 36.007: Condiciones técnicas generales de suministro de productos siderúrgicos.
UNE 36.080 3ª R: Aceros comunes.
UNE 36.100: Clasificación de la chapa gruesa según el examen por ultrasonido.

Normas AWS (American Welding Society)

AWS D 1.1: Structural Welding Code (American Welding Code).
AWS A 5.1: Specification for Mild Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
AWS A 5.5: Specification for Low-Alley Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
AWS D12.1: Reinforcing Steel Welding Code.

Normas AISC (Manual of Steel Construction)

AISC: Specification for Structural Joints using ASTM A-325 A-490 Bolts.
AISC: Specification for the desing, fabrication and Erection of Structural Steel for buildings Section 1.26.
AISC: Code of Standard practice for Steel Building and bridges.

Normas DIN

DIN 8570: Tolerancias para construcciones soldadas.

Normas INTA

INTA 164101 A
INTA 164201 A
INTA 164202 A
INTA 164218
INTA 164401 A
INTA 164407
INTA 164408
INTA 164702 A
INTA 164703
INTA 164705

De todas ellas, se considerarán en primer lugar las normas españolas, aplicándose las extranjeras complementariamente en aspectos no recogidos en aquellas.

En caso de que el Contratista principal solicite aprobación para subcontratar parte o la totalidad de estos trabajos, deberá demostrar, a satisfacción del Director de Obra, que la empresa propuesta para la subcontrata posee personal técnico y obrero experimentado en esta clase de obras y además, los elementos materiales necesarios para realizarlas.

Durante el proceso de ejecución en taller, el Contratista estará obligado a mantener permanentemente en el mismo, durante la jornada de trabajo, un técnico responsable.

- b) Formas y Dimensiones:

La forma y dimensiones de la estructura serán las señaladas en los Planos, no permitiéndose al Contratista modificaciones de las mismas, sin previa autorización del Director de las Obras.

- c) Uniones:

Los tipos de uniones pueden ser:

- De fuerza: Las que tienen por misión transmitir, entre perfiles o piezas de la estructura, un esfuerzo calculado.

  Se incluyen dentro de las uniones de fuerza los empalmes, que son las uniones de perfiles o barras en prolongación.

- De atado: Cuya misión es solamente mantener en posición perfiles de una pieza, y no transmitir un esfuerzo calculado.

No se permitirán otros empalmes que los indicados en los planos o, en casos especiales, los señalados en los planos de taller aprobados por el Director.

c.1.-Uniones Atornilladas

c.1.1.-Agujeros

Los agujeros para tornillos se ejecutarán con taladro. Queda prohibida su ejecución mediante soplete, arco eléctrico o punzonado.

Cuando haya de rectificarse la coincidencia de agujeros taladrados, la operación se realizará mediante escariado mecánico.

Queda terminantemente prohibido el uso de la broca pasante para agrandar o rectificar los agujeros.

Siempre que sea posible, se taladrarán de una sola vez los agujeros que atraviesan dos o más piezas, después de armadas, engrapándolas o atornillándolas fuertemente. Después de taladradas las piezas, se separarán para eliminar las rebabas.

Los diámetros de los agujeros, salvo excepciones justificadas, estarán dentro de los límites indicados en la norma correspondiente al tipo de tornillo.

En los tornillos calibrados es preceptiva la rectificación del agujero, y se comprobará que el diámetro rectificado es igual al de la espiga del tornillo.

c.1.2.-Colocación de tornillos calibrados

Los tornillos calibrados se designarán por sus diámetros nominales que corresponden al borde exterior del fileteado; su espiga o caña será torneada con diámetro igual al del agujero, con las tolerancias que se indican en la norma correspondiente.

Se colocarán siempre arandelas bajo la cabeza y bajo la tuerca. Si las superficies exteriores de las piezas unidas son inclinadas, se emplearán arandelas de espesor variable, con el ángulo conveniente para que la apretadura sea uniforme.

Todas las tuercas se fijarán mediante punto de soldadura, a excepción de aquellas piezas que sean desmontables, de cara al mantenimiento posterior de la estructura, que lo serán con arandelas de seguridad.

c.1.3.-Colocación de tornillos de alta resistencia

Las superficies de las piezas a unir deberán acoplar perfectamente entre sí después de realizada la unión. Estas superficies estarán limpias, y sin pintar. La grasa se eliminará con disolventes adecuados. Para eliminar la cascarilla de laminación de estas superficies, se las tratará con chorreado de arena hasta grado SA 2 1/2, inmediatamente antes de su unión.

Se colocará siempre arandela bajo la cabeza y bajo la tuerca. En una cara de la arandela se achaflanará el borde interno para poder alojar el redondeo existente entre la cabeza y la espiga; el borde externo de la misma cara se biselará también con el objeto de acreditar la debida colocación de la arandela.

La parte roscada de la espiga sobresaldrá de la tuerca, por lo menos en un filete, y está permitido que pueda penetrar dentro de la unión de piezas.

El diámetro del agujero será 1mm mayor que el nominal del tornillo, pudiéndose aceptar una holgura máxima de 2 mm.

Las tuercas se apretarán mediante llaves taradas, que midan el momento torsor aplicado, hasta alcanzar el valor prescrito en planos para éste.

Los tornillos de la unión deben apretarse inicialmente al 80 % del momento torsor final, empezando por los situados en el centro, y terminar de apretarse en la segunda vuelta.

c.2.-Uniones Soldadas

Las uniones soldadas se podrán ejecutar mediante los siguientes procedimientos:

- Soldeo eléctrico, manual, por arco descubierto, con electrodo fusible revestido.

- Soldeo eléctrico, automático, por arco sumergido, con alambre-electrodo fusible desnudo.

- Soldeo eléctrico, semiautomático o automático, por arco en atmósfera gaseosa, con alambre-electrodo fusible.

Nota: Este último procedimiento se prohíbe para las soldaduras a tope, permitiéndose su empleo en las soldaduras en ángulo.

La soldadura automática se empleará en fabricación pudiéndose utilizar la soldadura manual, en aquellas partes en que la soldadura automática sea impracticable.

Todos los procesos de soldadura y de reparación de zonas por soldadura, serán objeto de un procedimiento con indicación de características de materiales base, de materiales de aportación, preparaciones de borde y parámetros previstos en ASME IX, incluyendo temperaturas de precalentamiento entre pasadas y calor de aportación para soldadura de materiales S-355-J2G3, procedimiento que deberá ser homologado, de acuerdo con esta Norma y aceptado por la Dirección de la Obra.

Las temperaturas mínimas de precalentamiento y entre pasadas a considerar para evitar posibles fisuras, se fijarán según los criterios indicados en la Norma AWS D. 1-1 y se efectuará su control mediante el uso de tizas termométricas.

Los soldadores, tanto de soldaduras provisionales como definitivas, deberán estar calificados según UNE 14-010-71-1 R o ASME IX para las posiciones previstas en el procedimiento de soldadura.

Las soldaduras a tope serán continuas en toda la longitud de la unión, y de penetración completa, salvo que se indique específicamente en los planos.

Se saneará la raíz antes de depositar el cordón de cierre, o el primer cordón de la cara posterior. Cuando el acceso por la cara posterior no sea posible, se realizará la soldadura con chapa dorsal u otro dispositivo para conseguir penetración completa.

En todos los casos de soldadura a tope en los que no exista pletina soporte, se procederá a sanear la penetración por la segunda cara de la chapa antes de depositar los cordones correspondientes a la segunda cara. Se podrá sanear mediante burilado, arco gas o esmerilado, aunque en los casos en que se utilicen cualquiera de los dos primeros procedimientos, se realizará un acabado con esmeriladora. Una vez saneado se procederá a realizar una inspección mediante líquidos penetrantes, pudiendo entonces iniciar la soldadura.

Para unir dos piezas de distinta sección a tope, la de mayor sección se adelgazará en la zona de contacto, con pendientes no superiores al 25% para obtener una transición suave de la sección.

El espesor de garganta mínimo de los cordones de soldadura de ángulo será de 3mm. El espesor máximo será igual a 0,7 veces el menor de los espesores de las dos chapas o perfiles unidos por el cordón.

Los cordones laterales de soldadura de ángulo que transmitan esfuerzos axiales de barras, tendrán una longitud no inferior a 15 veces su espesor de garganta, ni inferior al ancho del perfil que unen. La longitud máxima no será superior a 60 veces el espesor de garganta, ni a doce veces el ancho del perfil unido.

Los planos que hayan de unirse, mediante soldaduras de ángulo en sus bordes longitudinales, a otro plano, a o a un perfil para constituir una barra compuesta, no deberán tener una anchura superior a 30 veces su espesor.

Quedan prohibidas las soldaduras de tapón y de ranura.

Antes de la iniciación de las juntas soldadas, las piezas se colocarán y alinearán dentro de las tolerancias prescritas en este Pliego.

Para la ejecución de uniones soldadas deberán seguirse rigurosamente las secuencias de soldadura estudiadas por el Contratista y aprobadas por la Dirección de Obra.

La preparación de bordes para soldar deberá de realizarse exclusivamente de acuerdo con los procedimientos propuestos por el Contratista y aprobados por la Dirección de Obra, ajustándose a las instrucciones contenidas en los Planos del Proyecto.

El borde resultante de cualquier tipo de preparación quedará perfectamente uniforme y liso y estará exento de cualquier tipo de oxidación. Cuando el procedimiento base utilizado no produzca estos resultados se repasará mediante piedra esmeril hasta conseguirlo. Se considerará admisible una ligera coloración azulada consecuencia de un oxicorte.

Para el ajuste de bordes a soldar podrán emplearse elementos auxiliares punteados en las piezas, así como puntos de soldadura sobre los bordes. En este último caso, los puntos serán realizados por un soldador cualificado a fin de poder ser eliminados o incluidos como parte de la soldadura.

Los elementos auxiliares de ajustes serán punteados a las piezas solamente por una de sus caras, con el objeto de poder ser retirados sin producir mordeduras.

Los restos habrán de ser cuidadosamente eliminados.

Se evitará cuidadosamente que el sistema de ajuste utilizado pueda producir fuertes restricciones de movimiento durante la ejecución de la soldadura.

Los soldadores estarán provistos de piquetas manuales y cepillos y bien ellos o sus ayudantes de esmeriladores eléctricos o neumáticos. Con tales herramientas se limpiará la escoria cada vez que se interrumpa el arco, eliminando todo defecto que se aprecie, tal como porosidad, fisuración, proyección, irregularidades y zonas de difícil penetración.

En el caso de utilizarse esmeriladores neumáticos, irán provistos de filtros individuales de aceite y agua con el fin de evitar la contaminación de la soldadura.

El arco de los electrodos deberá iniciarse fuera del empalme y se mantendrá lo más corto posible.

No se permitirá controlar las distorsiones durante la soldadura mediante martilleo salvo en aquellos casos en que sea explícitamente autorizado por el Inspector de control adscrito a la Dirección de Obra y bajo su vigilancia. En cualquier caso, no podrán nunca martillearse ni los primeros cordones ni el último.

El acabado de las soldaduras presentará un aspecto uniforme libre de mordeduras y solapes. El material de aportación surgirá de la base con ángulo suave, estando el sobre-espesor de acuerdo con lo establecido en la Documentación Técnica.

Las operaciones de esmerilado de soldaduras, serán ejecutadas por personas prácticas en este tipo de trabajos; los esmerilados de acabado no se extenderán a los extremos exteriores de las barras a fin de no enmarcar y profundizar posibles mordeduras.

No se podrán realizar trabajos de soldadura a la intemperie en condiciones atmosféricas desfavorables tales como excesiva humedad, lluvia o viento. En tales circunstancias, el Contratista deberá proteger la zona de trabajo a satisfacción del Inspector de Control adscrito a la Dirección de Obra, previamente a la iniciación de cualquier operación de soldadura.

Como resultado de los distintos ensayos que se realicen, el Contratista recibirá instrucciones para la realización de reparaciones de soldadura. En general y bajo la vigilancia de un Inspector, procederá a sanear el defecto con una esmeriladora, comprobando que el defecto ha sido eliminado mediante ensayos con líquidos penetrantes. Previa conformidad del Inspector, se procederá a rellenar la zona saneada. Finalizada la reparación se volverá a inspeccionar con el fin de determinar si dicha reparación se ha efectuado a satisfacción.

En obra, cada unión será inspeccionada antes de iniciarse la soldadura en cuanto a la limpieza, cumplimiento de las tolerancias de ajuste, preparación de bordes y restricciones mecánicas. Ningún soldador podrá iniciar su trabajo sin que el Inspector de la Dirección de Obra haya dejado evidencia de su conformidad mediante una marca en las proximidades de la soldadura.

Se prohíbe la práctica viciosa de fijar las piezas a los gálibos de armado con puntos de soldadura.

Queda prohibido el acelerar el enfriamiento de las soldaduras con medios artificiales.

c.3.-Manejo de Electrodos

El Contratista mantendrá los electrodos en paquetes a prueba de humedad situándolos en un local cerrado y seco a una temperatura tal que se eviten condensaciones.

El Contratista dispondrá de hornos para mantenimiento de electrodos en los cuales serán introducidos éstos en el momento en que los paquetes sean abiertos para su utilización. En aquellos casos en que las envolturas exteriores de los paquetes hayan sufrido daños, el Inspector de control adscrito a la Dirección de Obra decidirá si los electrodos deben ser rechazados, desecados o introducidos directamente en los hornos de mantenimiento. Habrá de tenerse en cuenta a tal efecto que la misión exclusiva de los hornos de mantenimiento será tener en buenas condiciones de utilización aquellos electrodos que inicialmente lo estén y que por haber perdido su aislamiento de la atmósfera lo requieran.

Los electrodos recubiertos del tipo básico, cuyos embalajes no presenten una estanqueidad garantizada y se decida desecarlos, lo serán durante 2 horas, como mínimo, a una temperatura de 225º C ± 25º C. Estos valores de temperatura y tiempo podrán modificarse en base a las recomendaciones de los fabricantes.

El fundente y las varillas para soldar, se almacenarán en locales cerrados, con el fin de evitar excesos de humedad. El fundente, antes de usarlo, se secará dos horas como mínimo a 200º C ± 25º C, o tal como indique el fabricante.

El fundente que haya estado a temperatura ambiente más de dos horas no se usará a menos que sea secado, de acuerdo a lo descrito en el párrafo anterior. El fundente seco puede mantenerse en una estufa a una temperatura no inferior a 50º C hasta usarlo. El reciclaje de la escoria del fundente no está permitido.

Con independencia de los que pudieran disponer en almacén, el Contratista situará hornos de mantenimiento en las proximidades de las zonas de trabajo de los soldadores. El soldador dispondrá de un recipiente cerrado en el cual colocará los electrodos que en pequeñas cantidades vaya retirando del horno de mantenimiento más próximo.

Estos electrodos deberán ser utilizados en un plazo inferior a una hora.

En casos especiales en que los soldadores trabajen en condiciones ambientales de gran humedad, la Dirección de

Obra podrá exigir que el Contratista provea a sus soldadores de hornos de mantenimiento individuales, de los cuales extraerá los electrodos uno a uno conforme vayan a ser utilizados.

Los Inspectores de Control de la Dirección de Obra podrán ordenar la retirada o destrucción de cualquier electrodo que a pesar de las precauciones tomadas por el Contratista haya resultado en su opinión contaminado.

- d) Planos de Taller:

El adjudicatario, siguiendo las notaciones y directrices de la Norma NBE EA-95, preparará a partir de los planos generales del proyecto, planos de taller conteniendo en forma completa:

d.1- Las dimensiones necesarias para definir inequívocamente todos los elementos de la estructura.

d.2- Las contraflechas de vigas, cuando están previstas.

d.3- La disposición de las uniones, incluso las provisionales de armado, señalizando las realizadas en taller y las que se ejecutarán en obra.

d.4- La forma y dimensiones de las uniones soldadas, las preparación de bordes, el procedimiento, métodos y posiciones de soldeo, los materiales de aportación a utilizar y el orden de ejecución individual de cada costura y general de la estructura.

d.5- El diámetro de los agujeros de tornillos, con la indicación de la forma de mecanizado.

d.6- Las clases y diámetros de los tornillos.

d.7- Listados de los perfiles y clases de acero, pesos y marcas de cada uno de los elementos de la estructura representados en él.

d.8- Tolerancias de fabricación, de acuerdo a lo establecido en el capítulo 5 de NBE EA-95. Estos planos deberán obtener la aprobación de la Dirección de la Obra antes de proceder a la elaboración de la estructura.

El Contratista, antes de comenzar la ejecución en taller entregará dos copias de los planos de taller al Director, quien los revisará y devolverá una copia autorizado con su firma, en la que, si se precisan, señalará las correcciones a efectuar. En este caso, el Contratista entregará nuevas copias de los planos de taller recogidos para su aprobación definitiva. Si durante la ejecución fuese necesario introducir modificaciones de detalles respecto a lo definido en los planos de taller, se harán con la aprobación del Director, y se anotarán en los planos de taller todas las modificaciones.

- e) Ejecución en Taller:

El aplanado y el enderezado de las chapas, planos perfiles, se ajustarán con prensa, o con máquinas de rodillos. Queda prohibido el empleo de la maza o el martillo debido a que puede producir un endurecimiento excesivo del material.

Tanto las operaciones anteriores, como las de encorvatura o conformación de los perfiles, cuando sean necesarias, se realizarán preferentemente en frío; pero con temperaturas del material no inferiores a cero grados centígrados

(0° C). Las deformaciones locales permanentes se mantendrán dentro de límites prudentes, considerándose que esta condición se cumple cuando aquellas no exceden en ningún punto del dos y medio por ciento (2,5 %); a menos que se sometan las piezas deformadas en frío a un recocido de normalización posterior. Así mismo, en las operaciones de curvado y plegado en frío, se evitará la aparición de abolladuras en el alma o en el cordón comprimido del perfil que se curva; o de grietas en la superficie en tracción durante la deformación.

Cuando las operaciones de conformación u otras necesarias hayan de realizarse en caliente, se ejecutarán siempre a la temperatura del rojo cereza claro, alrededor de los 950° C, interrumpiéndose el trabajo, si es preciso, cuando el color del metal baje al rojo sombra, alrededor de los 700° C, para volver a calentar la pieza.

Deberán tomarse todas las precauciones necesarias para no alterar la estructura del metal, ni introducir tensiones parásitas, durante las fases de calentamiento y enfriamiento.

El calentamiento se efectuará, a ser posible, en horno; y el enfriamiento al aire en calma, sin acelerarlo artificialmente.

Cuando no sea posible el eliminar completamente, mediante las precauciones adoptadas a priori, las deformaciones residuales debidas a las operaciones de soldeo, y éstas resultasen inadmisibles para el servicio o para el buen aspecto de la estructura, se permitirá corregirlas en frío, con prensa o máquina de rodillos, siempre que con esta operación no se excedan los límites de deformaciones indicados anteriormente, y se someta a la pieza corregida a un examen cuidadoso para descubrir cualquier fisura que hubiese podido aparecer en el material de aportación, o en la zona de transición del metal de base.

No se admitirá realizar este tipo de actividades después de procesos de soldadura, sin la expresa autorización de la

Dirección de la Obra que podrá decidir su aceptación o no y la necesidad de proceder a un tratamiento de eliminación de tensiones y de inspección de defectos en la zona soldada después del proceso de conformación.

El trazado se realizará por personal especializado, respetándose escrupulosamente las cotas de los planos de taller y las tolerancias máximas permitidas de acuerdo a lo establecido en el capítulo 5 de NBE EA-95. Se trazarán las plantillas a tamaño natural de todos los elementos que lo precisen, especialmente las de los nudos, con la marca de identificación y plano de taller en que queda definida. Esto no será preciso cuando se utilicen máquinas de oxicorte automáticas que trabajan sobre plantillas a escala reducida.

El corte puede efectuarse con sierra, cizalla o mediante oxicorte o plasma, debiendo eliminarse posteriormente con piedra esmeril las rebabas, estrías o irregularidades de borde inherentes a las operaciones de corte.

No se admite el corte por oxicorte de forma manual, sino solamente el oxicorte con máquina.

Deberán observarse, además, las prescripciones siguientes:

- El corte con cizalla solo se permite para chapas, perfiles, planos y angulares, hasta un espesor máximo de quince milímetros (15 mm).

- En el oxicorte, se tomarán las precauciones necesarias para no introducir en la pieza tensiones parásitas de tipo térmico.

- Los bordes cortados con cizalla o por oxicorte se mecanizarán antes de soldar mediante piedra esmeril, buril con esmerilado posterior, o fresa, al objeto de eliminar los óxidos o calaminas provocadas por el proceso de corte, así como las rebabas y estrías que pudieran tener. Los bordes que sin ser fundidos durante el soldeo queden a distancias inferiores a 30mm de una unión soldada, serán preceptivamente mecanizados.

Se ejecutarán todos los chaflanes o biselados de aristas que se indiquen en los planos, ajustándose a las dimensiones e inclinaciones fijadas en los mismos.

Se ejecutarán los chaflanes mediante oxicorte automático, o con máquinas-herramientas, observándose, respecto al primer procedimiento, las prescripciones dictadas anteriormente.

Aunque en los planos no pueda apreciarse el detalle correspondiente, no se cortarán nunca las chapas o perfiles de la estructura en forma que queden ángulos entrantes con arista viva. Estos ángulos, cuando no se puedan eludir, se redondearán siempre en su arista con el mayor radio posible.

Los elementos provisionales que por razones de montaje, u otras, sea necesario soldar a las barras de la estructura, se desguazarán posteriormente con soplete, y no a golpes, procurando no dañar a la propia estructura.

Los restos de cordones de soldadura, ejecutados para la fijación de aquellos elementos, se eliminarán con ayuda de piedra esmeril, fresa o lima.

En cada una de las piezas preparadas en el taller, se pondrá con pintura o lápiz graso, la marca de identificación con que ha sido designado en los planos de taller para el armado de los distintos elementos en taller y en obra.

- f) Montaje en Blanco:

La estructura metálica será, provisional y cuidadosamente, montada en blanco en el taller, presentándose las uniones de las piezas que hayan de ir soldadas, a fin de asegurar la perfecta configuración geométrica de los elementos concurrentes.

Si se trata de un lote de varios tramos idénticos, será preceptivo el montaje de uno por cada diez, o menos, tramos iguales; debiéndose montar en los demás solamente los elementos más importantes y delicados.

Deberán señalarse en el taller, cuidadosamente, todos los elementos que han de montarse en obra; y, para facilitar este trabajo, se acompañarán planos y notas de montaje con suficiente detalle para que pueda realizar dicho montaje persona ajena al trabajo del taller.

f.1.-Condiciones Generales

El montaje incluirá la colocación y fijación de los elementos metálicos de la estructura indicados en los planos.

El Contratista podrá premontar a pie de obra parte de la estructura para posterior izado y montaje, previa aprobación de la Dirección de Obra.

Los elementos añadidos por el Contratista por conveniencia propia serán retirados por él mismo sin que queden huellas de ellos.

Las placas de asiento se colocarán en su posición correcta y nivel adecuado, soportadas y alineadas por medio de cuñas de acero o calzos; las placas base columnas estarán provistas de tornillos de nivelación, según se indique en los planos.

Las partes de estructura que tengan interferencias con otras estructuras de Obra Civil, serán mantenidas en su posición bajo la responsabilidad del Contratista. Será deber del Contratista coordinar su trabajo con el Contratista de Obra Civil y de esta manera realizar los trabajos sin ninguna clase de perturbación.

Habrá que tener especial cuidado en la consideración de las flechas de paso de todos los montajes sobre los elementos fijos como pilas, cimentaciones, estribos, etc., esto deberá ser tenido en cuenta en la realización y definición del procedimiento de montaje particular.

Será deber del Contratista de la Estructura Metálica preocuparse por la perfecta colocación de aquellos elementos que no correspondiéndole su ejecución, estén directamente relacionados con el montaje de la estructura, como pueden ser: pernos de anclaje, cimentaciones de elementos provisionales, etc.

Las estructuras provisionales de apoyo, se construirán según los planos de detalle que prepare el Contratista, quien deberá presentarlos a la Dirección de Obra, para su aprobación. El Contratista se asegurará igualmente que las cimentaciones de dichas estructuras provisionales garanticen la tensión admisible del terreno sobre el que se basan.

El Contratista será responsable de la colocación adecuada alineación de todos los elementos de la estructura dentro de las tolerancias prescritas, realizando en caso necesario todos los gateos y cimbrados que fuesen prescritos por el procedimiento de montaje a ejecutar.

Los detalles correspondientes a soldaduras de elementos temporales que se hayan de instalar sobre la estructura, estarán de acuerdo con lo especificado en este Pliego y deberán ser sometidos a la correspondiente aprobación de la Dirección de Obra.

No se comenzará el atornillado definitivo, o soldeo de las uniones de montaje, hasta que no se haya comprobado que la posición de las piezas a que afecta cada unión coincide exactamente con la definitiva; o, si se han previsto elementos de corrección que su posición relativa es la debida, y que la posible separación de la forma actual, respecto de la definitiva, podrá ser anulada con los medios de corrección disponibles.

Se procurará ejecutar las uniones de montaje de forma tal que todos sus elementos sean accesibles a una inspección posterior. En los casos en que sea forzoso que queden algunos ocultos, no se procederá a colocar los elementos que los cubre hasta que no se hayan inspeccionado cuidadosamente los primeros.

Las tolerancias máximas que se admitirán, respecto de las cotas de los Planos, en la ejecución y montaje de las estructuras metálicas, serán las reflejadas en el apartado 5.5 de la norma NBE EA-95.

Además se tendrán en cuenta las tolerancias que puedan estar especificadas en los planos de Proyecto.

En el caso de la exigencia de unas contraflechas de ejecución en la estructura metálica, éstas habrán de ser tenidas en cuenta en el procedimiento de montaje particular, para obtener después de éste las coordenadas de proyecto para la estructura terminada.

Control

El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, su Manual de Control de Calidad, en el cual debe recogerse las técnicas a utilizar en esta materia.

El Control de Calidad se ajustará al Programa de Puntos de Inspección (P.P.I.) que el Contratista está obligado presentar antes del comienzo de los trabajos en taller para ser aprobado por la Dirección de Obra. Así mismo, la

Dirección de Obra podrá modificar dicho P.P.I. en la medida que considere oportuno y de acuerdo a las necesidades que puedan ir surgiendo durante la realización de la Obra. El Contratista estará obligado al desarrollo de dicho P.P.I., salvo que por necesidades de ejecución o por causa justificada y tras consulta por escrito a la

Dirección de Obra, ésta estimase oportuno modificar dicho desarrollo.

- a) Calidad del Acero:
Tanto en las chapas como en los perfiles deberá constar la calidad y marca de procedencia, debiéndose entregar los certificados de calidad en origen de todo material empleado en la construcción.

Los controles a realizar se ceñirán a lo especificado en el PG 4 /88.

- b) Dimensiones de los Elementos:
El Contratista, por medio de su departamento de control de calidad y previo aviso a la Dirección de Obra, verificará que todas las piezas concuerdan con las medidas indicadas en los planos y presentará los protocolos de verificación a la Dirección de Obra.

Las tolerancias de espesor en chapas planas y las tolerancias dimensionales de los perfiles se deberán ajustar a lo prescrito en la norma NBE-EA-95.

La Dirección de Obra confeccionará las hojas de control geométrico y dimensional a realizar, donde se detallarán claramente los puntos a controlar, medios a disponer, etc.

El Contratista está obligado a facilitar la realización de este control por los técnicos designados por la Dirección de

Obra, y a atender a las correcciones que éstos le indiquen tanto durante la fabricación en taller como en el montaje en obra.

- c) Uniones:
Una vez desarrollados los planos de taller y aprobados por la Dirección de Obra, ésta confeccionará las hojas de control a realizar, donde detalladamente se especificará los puntos a controlar.

Las reparaciones se volverán a controlar, y en función del defecto detectado, la Dirección de Obra decidirá el número de controles necesarios a realizar a cada lado del tramo reparado, con el objeto de asegurarse de la eliminación completa de dicho defecto.

Las reparaciones y los ensayos motivados por las mismas, así como el aumento del número de controles debido a una baja en la calidad de Obra, serán por cuenta del contratista.

Si se observara un nivel de calidad que se aparte del nivel normal en un porcentaje elevado, se incrementarían los niveles de control, a juicio de la Dirección de Obra, pudiendo la misma ordenar al Contratista el empleo de procedimientos de control no considerados en este Pliego, como medida complementaria de los aquí señalados, hasta volver a un nivel de calidad normal, según el criterio de dicha Dirección.

Cualquier incumplimiento de las Condiciones Técnicas observado por la Dirección de Obra durante la ejecución de la soldadura, será puesto en conocimiento del Técnico en Soldadura del Contratista, el cual viene obligado a tomar una acción correctora inmediata, con independencia de ello y en función de la gravedad y reincidencia de la falta, la Dirección de Obra podrá retirar la cualificación del soldador.

Serán sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra, la homologación de los aparatos de soldadura, así como los certificados de regulación de amperímetros, voltímetros, etc.

Mediciones y Abono

kg de acero fijado en su posición definitiva y aceptado por la Dirección de Obra.

La unidad se abonará por los kilogramos teóricos obtenidos como resultado de aplicar a las mediciones efectuadas sobre los planos de construcción, aprobados por la Dirección de Obra, los pesos unitarios deducidos para cada pieza o conjunto, de los catálogos oficiales. En los precios irán incluidos los sobrepesos de los cordones de soldadura. Se abonará según los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1.

En el precio se incluye: el suministro y la elaboración completa del acero en taller, su transporte hasta pié de obra, descarga ordenada y posible almacenamiento, manipulación, izado, presentación,

ajuste, soldadura, atornillado, esmerilado y cuantas operaciones sean necesarias para conseguir la calidad de las uniones en los ajustes y tolerancia exigidas en los Planos y en este Pliego de Condiciones.

Asimismo, se incluye la tornillería, la colocación, las soldaduras y cuantos otros materiales sean necesarios para conseguir un acabado perfecto.

Se incluye también la maquinaria auxiliar, grúas, grupos de soldadura, hornos de secado, estructuras provisionales de apoyo, gateos y cimbrados en cuantas ocasiones sea necesario hacerlos y deshacerlos, andamios, escaleras, herramientas, electrodos y otros elementos que sean necesarios para llevar a cabo los montajes en las condiciones de seguridad exigidas; las protecciones contra frío, lluvia o nieve, los materiales y cuantas operaciones sean necesarias para la sujeción temporal.

Se incluye también todas las operaciones y medios necesarios para las operaciones de montaje.

III.2. MADERA LAMINADA ENCOLADA

Definición y Condiciones Generales

El pliego de condiciones que se indica a continuación es un documento orientativo y sujeto a modificaciones y actualizaciones. Se edita para facilitar a los técnicos la prescripción de este producto.

La madera laminada encolada se obtiene encolando dos o más láminas de madera en dirección paralela al eje de las láminas. Las laminas se obtienen uniendo entre sí, mediante uniones dentadas encoladas, piezas de madera aserrada con un espesor comprendido entre 6 y 45 mm.

El pliego de condiciones indicará los siguientes apartados:

- Especie de madera
- Contenido de humedad
- Dimensiones y tolerancias
- Propiedades mecánicas – clases resistentes
- Tratamiento (durabilidad)
- Acabado (mantenimiento)
- (Resistencia al fuego)
- (Marcado CE)
- Sellos o marcas de calidad voluntarias
- Almacenamiento de productos

ESPECIE

Normalmente no es necesario llegar a especificar la especie de madera, ya que priman más las propiedades estructurales, salvo que se requiera por motivos estéticos o porque requieran un tratamiento protector específico. En su caso, se definirá por la denominación comercial "oficial" y se añadirá el nombre botánico para mayor precisión de acuerdo con la norma UNEEN 13556.

Si se desea identificar fehacientemente la especie de madera del suministro se acudirá a laboratorios especializados.

CONTENIDO DE HUMEDAD

En función del lugar de instalación se especificará el contenido de humedad exigible y, si es posible, lo más cercana posible a la humedad media de equilibrio higroscópico correspondiente a la ubicación de la obra. Los contenidos de humedad que se especifican habitualmente son:

- para clases de servicio 1 y 2 Hasta el 15%
- para clase de servicio 3 Hasta el 18%

La medición del contenido de humedad de la madera se realizará directamente con xilohigrómetro de resistencia inmediatamente a la recepción y apertura de los paquetes procedentes de la fábrica, si se requiriera un valor más exacto se realizará la medición con balanza y estufa (UNE-EN 13183-1); para madera tratada con protectores de sales metálicas se determinará con balanza y estufa. En caso de dudas se enviarán muestras representativas envueltas en plástico retráctil a laboratorios especializados y acreditados o se solicitará una inspección de comprobación a un organismo de reconocido prestigio.

DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

Se especificarán las dimensiones nominales de las piezas referidas a un contenido de humedad de referencia del 12%. Los valores nominales de anchura, altura y longitud de las piezas se comprobarán de acuerdo con las tolerancias especificadas en la norma UNE-EN 390 o bien en la última versión del prEN 14080 (*)

Tolerancias dimensionales especificadas en la norma UNE-EN 390

- anchura de la sección transversal: ± 2 mm
- altura de la sección transversal:
- h ≤400 mm + 4 / - 2 mm
- h > 400 mm (+ 1 / - 0,5) %
- longitud de un elemento recto:
- l ≤2 m ± 2 mm
- 2 m > l ≤20 m (± 0,1) %
- l > 20 m ± 20 mm

- desviación máxima de ángulos de la sección

transversal en relación con el ángulo recto: 1 : 50

(*) Tolerancias dimensionales recogidas en el último borrador de la norma EN 14080.

Las tolerancias dimensionales para la anchura de la sección transversal, altura de la sección

Transversal, longitud de un elemento recto y desviación máxima de ángulos de la sección transversal

en relación con el ángulo recto coinciden con las de la norma UNE-EN 390.

Se introducen además las siguientes nuevas tolerancias:

- deformación máxima para piezas rectas, medida en

el punto más desfavorable en una longitud de 2.000 mm,

sin tener en cuenta la curvatura definida de la pieza): 4 mm

- deformación máxima para piezas curvaspor metro

longitud desarrollada (*):

- ≤6 láminas ± 4 mm

- > 6 láminas ± 2 mm

Si el contenido de humedad es diferente al de referencia (12 %) las dimensiones deberán corregirse

con los coeficientes que indica la norma anteriormente citada. En coníferas y chopo y para humedades

comprendidas entre el 6 y el 25 % se puede emplear el coeficiente de contracción unitario siguiente:

0,0025 en dirección perpendicular a la fibra y 0,0001 en dirección paralela a la fibra. El valor

correspondiente a la dirección perpendicular a la fibra es la media entre el coeficiente tangencial y

radial.

Para la comprobación de las dimensiones se utilizarán calibres y flexómetros. Se podrá

realizar directamente en obra o acudir a técnicos cualificados o laboratorios acreditados.

PROPIEDADES MECÁNICAS – CLASES RESISTENTES

Se especificará su clase resistente según la norma UNE-EN 1194.

En el caso de que se considere necesario su comprobación se acudirá a laboratorios

acreditados y centros de reconocido prestigio para definir los ensayos y/o controles a realizar.

Su comprobación puede realizarse mediante:

- ensayo destructivo de piezas en laboratorioacreditado, que no se suele realizar.
- ensayos de uniones dentadas (UNE-EN 385), de las láminas que se utilicen para su fabricación, y de delaminación (UNE-EN 391) de muestras extraídas de piezas fabricadas.
- la revisión de los registros de control delfabricante y/o ensayando en su caso uniones dentadas de láminas similares a las utilizadas en la fabricación.

CALIDAD DE ENCOLADO

Se especificará el cumplimiento de las especificaciones definidas en la norma UNE-EN 386 o UNE-EN 14080, en función de su situación en interior o exterior (clases de servicio) que le corresponda.

En caso de que se considere necesario se ensayará de acuerdo con la norma UNE-EN 391 (delaminación) en laboratorios acreditados.

EMISIÓN DE FORMALDEHÍDO

Se exigirá la clase de formaldehído E1.

En caso de que se considere necesario se ensayará de acuerdo con la norma UNE-EN 717-1 en laboratorios acreditados.

TRATAMIENTO PROTECTOR PREVENTIVO

Se especificará el tratamiento requerido en función de su clase de uso (UNE-EN 335-2) y de la durabilidad natural de la madera (UNE-EN 350-2). Teniendo en cuenta lo anterior, se especificará y exigirá cuando proceda:

- Clase de uso en la que se encontrará instalado el producto
- Producto protector: nombre y nº de registro del producto.
- Sistema de aplicación: pincelado, pulverizado, inmersión, autoclave.
- Certificado de tratamiento: que avale la penetración y retención de protector para la clase de uso especificada de acuerdo con la norma UNE-EN 335-2.

Para la clase de uso 3 o superior es necesario especificar la especie de madera con su nombre botánico,

- tanto si no se requiere aplicar ningún tratamiento contra organismos xilófagos debido a su durabilidad natural

- como si se requiere aplicar un tratamiento, ya que la especie de madera debe ser impregnable para un tratamiento en autoclave. Para madera a tratar en autoclave en clase de uso 3 o superior, una especie impregnable habitual es por ejemplo el pino silvestre, Pinus sylvestris L. En este caso no conviene usar picea o abeto por ser poco impregnables. Además de exigir el correspondiente certificado de tratamiento de la madera; como medida adicional se puede especificar, siempre que sea factible por el tipo de protector, la comprobación de las penetraciones y retenciones de los protectores de madera por laboratorios especializados.

PRODUCTOS DE ACABADO SUPERFICIAL - MANTENIMIENTO

En el caso de que se especifique la aplicación de un producto de acabado superficial para la madera situada al exterior se exigirá la garantía decenal cuando sea requerido por las compañías de seguros o una garantía de 5 años. En todo caso se exigirá al suministrador que aporte la correspondiente garantía y que especifique el mantenimiento recomendado.

Se especificará el mantenimiento de los productos de acabado definido en las fichas técnicas del fabricante de dichos.

Cuando se requiera su comprobación es necesario acudir a laboratorios especializados.

La elección del producto de acabado depende del aspecto buscado, de la especie de madera y de la durabilidad que se garantiza, se especificará entre la gama de productos disponibles:

- en blanco (sin acabado para especies con durabilidad natural suficiente),
- color (si se utilizan lasures, barnices especiales para exteriores, pinturas para exteriores, etc.)
- acabado especial (los obtenidos con productos naturales tipo aceites o ceras).

RESISTENCIA AL FUEGO

Este parámetro hace referencia al comportamiento exigible a la estructurade acuerdo con el Documento Básico de Seguridad contra Incendios (DB-SI) del CTE, y se comprobará su cumplimiento mediante cálculo según lo especificado en dicho documento.

Nota: El parámetro de cálculo dependiente de la madera es la velocidad de carbonización, que si no se protege con otros materiales independientes toma los valores eficaces de:

- 0,8 mm/minen madera aserrada de coníferas

- de 0,5a 0,7 mm/minen madera aserrada de frondosas y madera laminada encolada.

MARCADO CE

Actualmente es voluntario.

Una vez que el Marcado CE sea obligatorio, que si no surgen retrasos y prórrogas está previsto que sea a partir del 01.12.2011, se exigirá la documentación correspondiente al marcado CE y en la recepción de producto se comprobará que éstos llevan el marcado CE.

SELLOS O MARCAS DE CALIDAD VOLUNTARIA

En el caso de que se considere necesario se exigirá:

- Sello de Calidad Voluntario (1).

Se comprobará la vigencia de los correspondientes certificados de Sellos o Marcas de Calidad voluntarios: firma de persona física, fecha de validez, originalidad del documento (no se admitirán fotocopias).

- Certificación medioambiental de la procedencia de la madera.

Teniendo en cuenta que esta certificación está actualmente en fase de implantación.

ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS

Se indicarán las condiciones de almacenamiento especificadas en el apartado "Almacenamiento de productos" (1) que se resumen a continuación.

Recepción:

- Se comprobará que el material venga con los paquetes correctamente identificados y el embalaje plástico protector en buenas condiciones.

- Se comprobará la documentación acompañante al suministro de acuerdo con las indicaciones del pliego y el pedido realizado

- Debe almacenarse bajo cubierta en un lugar bien ventilado o bien al exterior por corto espacio de tiempo envuelto en los paquetes de plástico del fabricante y bajo lonas impermeables. Las pilas deberán estar sobreelevadas del suelo unos 20-30 cm sobre rastreles.

- Si la madera se moja durante su puesta en obra debe dejarse secar al aire antes de

proceder a la colocación de elementos y sistemas auxiliares que impidan su correcta ventilación (por ejemplo plásticos).

- Por precaución la madera tratada químicamente con protectores deberá ser manipulada con guantes y si se corta o taladra deberá emplearse mascarilla.

Almacenaje, transporte y montaje

- Durante el almacenaje, transporte y montaje se evitará someter a las piezas a tensiones superiores a las previstas. Si la estructura se carga o apoya de manera diferente a la que tendrá en servicio se comprobará que estas condiciones son admisibles y deberán tenerse en cuenta aquellas cargas que puedan producir efectos dinámicos.
- En el caso de vigas de gran longitud deberán evitarse las deformaciones y distorsiones que puedan producirse en el levantamiento desde la posición horizontal a la vertical.
- Los elementos de madera almacenados en obra deberán protegerse adecuadamente frente a la intemperie, evitando que queden almacenados en clases de uso distintas para las que han sido diseñados o solicitados. Para clases de uso 1 y 2, una vez colocados no es conveniente superar el plazo de un mes sin la protección de la cobertura.

HERRAJES

Aunque no se refiere a la madera como tal, conviene definir los aspectos fundamentales de los herrajes, tales como el material y el grado de protección necesario

III.3. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE E IMPACTO AMBIENTAL

Durante todo el proceso edificatorio se evitará la utilización de materiales y productos que, por sí o como consecuencia de su manipulación, puedan producir contaminación ambiental por emisión o vertido.

Si se pretende utilizar alguno de los productos de los denominados Contaminantes en el Anexo III de la Ley de Protección del Ambiente Atmosférico 38/22-XII-72 y su desarrollo en los posteriores Reales Decretos se notificará a la Dirección sin cuya autorización no se hará uso del mismo.

Se estará así mismo a las determinaciones de la Ley general de protección del Medio Ambiente del País Vasco, Ley 3/1998; a las determinaciones y justificaciones derivadas de los estudios de impacto ambiental en el marco normativo autonómico de Evaluación del Impacto Ambiental, Decreto 183/2003 y a la Prevención y corrección de la Contaminación del suelo según la Ley 1/2005

Se tendrá asimismo en cuenta el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, D. 171/1985 en orden a realizar las obras de acuerdo al mismo cuando el uso previsto de los locales lo exija, siguiendo los contenidos referidos en el decreto de actividades exentas de obtención de licencia según la ley 3/1998, Decreto 165/1999.

Donostia, a 7 de agosto de 2026

NORFER INGENIEROS, SL

Fdo. José Ignacio UCIN BURGAÑA
Director de Norfer Ingenieros

Fdo. Iñaki UCÍN IRIBAR
Ingeniero Industrial
Colegiado nº: 3.598

IV.- PRESUPUESTO

Donostia, a 3 de agosto de 2026

NORFER INGENIEROS, SL

Fdo. José Ignacio UCIN BURGAÑA
Director de Norfer Ingenieros

Fdo. Iñaki UCÍN IRIBAR
Ingeniero Industrial
Colegiado nº: 3.598

MEDICIONES

Estalpea. KUARTANGO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 0 DEMOLICION Y MOVIMIENTO DE TIERRAS						
000	**m Corte de pavimento**						
	e de pavimento de cualquier tipo, mediante máquina cortadora de pavimento, y carga manual sobre camión o contenedor.						
	Zapatas	6	1.80		4.00	43.20	
	Zanja	2	6.00		2.00	24.00	
	Arqueta	2	0.50		4.00	4.00	
							71.20
001	**m2 Demolicion de pavimento + solera de Hormigon armado 15cm**						
	m². Demolición de pavimento + solera de hormgón armado, de 15cm de espesor, mediante medios mecánicos, i/corte previo en puntos críticos, retirada de escombros a pie de carga y p.p. de costes indirectos.						
	Zapatas	6	1.60	1.60		15.36	
	Zanjas	2	6.00	0.50		6.00	
	Arquetas	2	1.00	1.00		2.00	
							23.36
002	**m3 Excavacion por medios mecanicos terreno**						
	m³. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia dura, con medios mecánicos, con extracción de tierra a los bordes, en vaciado, i/p.p. de costes indirectos.						
	Zapatas	6	1.60	1.60	0.80	12.29	
	Zanjas	2	6.00	0.50	0.50	3.00	
	Arquetas	2	1.00	1.00	1.00	2.00	
							17.29
003	**m3 Transporte de residuos inertes con contenedor.**						
	Transporte de residuos inertes de ladrillos, tejas y materiales cerámicos, producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 7 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos						
		3				3.00	
							3.00
004	**Ud Trasnporte de maquina**						
							1.00

MEDICIONES

Estalpea. KUARTANGO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 1 CIMENTACION						
100	**m2 Hormigon de limpieza e=10cm**						
	Hormigón en masa HM-20 N/mm2, consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ, CE y CTE-SE-C.						
	Zapatas	6	1.60	1.45		13.92	
							13.92
101	**m3 Zapatas y zanjas HA-25**						
	Hormigón armado HA-25 N/mm2, consistencia plástica, Tmáx.40 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg./m3.), encofrado de madera (8 puestas), desencofrado, por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSZ, CE y CTE-SE-C.						
	Zapatas	6	1.60	1.45	0.60	8.35	
	Zanjas	2	6.00	0.50	0.40	2.40	
	Arquetas	2	1.00	1.00	0.50	1.00	
							11.75
102	**m2 Solera + encachado**						
	Solera de hormigón en masa con fibras de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HM-20/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, y fibras de polipropileno, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación. El precio incluye la base de la solera.						
	Zapatas	6	1.80	1.80		19.44	
	Zanjas	2	6.00	0.50		6.00	
							25.44
103	**m2 Solado baldosa similar al entorno**						
	Solado de baldosas similar al entorno, recibidas con mortero de cemento M-5 de 3 cm de espesor y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas.						
	Zapatas	6	1.80	1.80		19.44	
	Zanjas	2	6.00	0.50		6.00	
							25.44

MEDICIONES

Estalpea. KUARTANGO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 2 ESTRUCTURA METALICA						
201	**kg Acero en pilares, porticos, correas y detalles**						
	Acero S275JR en pilares, vigas, correas y detalles con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.						
	Aplicar una imprimación y aplicar pintura de acabado para exposicion C4 olor a convenir) Agresividad media y durabilidad alta (15 años)						
	Medios auxiliares incluidos						
	Chapones 500x500x18	6			40.00	240.00	
	Pilares L:3.8m						
	Ø219.1x6	3	4.20		31.55	397.53	
	Pilares L:5m						
	Ø219.1x6	3	5.50		31.55	520.58	
	Arriostramiento D20mm	16	6.50		3.00	312.00	
	Ø100x6	2	10.00		13.91	278.20	
	Union Portico-Pilar	6			20.00	120.00	
	10% Kg extra	1	2,000.00		0.10	200.00	
							2,068.31
202	**m2 Protección frente a incendios R30**						
	Protección pasiva contra incendios de estructura metálica, mediante la aplicación de dos manos de pintura intumescente para interior o exterior, Nullifire SC803 o equivalente, a base de copolímeros acrílicos en emulsión acuosa, color blanco, hasta formar un espesor mínimo de película seca de 0.175 mm y conseguir una resistencia al fuego de 30 minutos, según UNE-EN 13381-8						
	Pilares L:3.8m						
	Ø219.1x6	3	4.20		0.69	8.69	
	Pilares L:5m						
	Ø219.1x6	3	5.50		0.69	11.39	
	Arriostramiento D20mm	16	6.50		0.07	7.28	
	Ø100x6	2	10.00		0.31	6.20	
							33.56

MEDICIONES

Estalpea. KUARTANGO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 3 ESTRUCTURA MADERA LAMINADA						
301	**Ud Estructura madera laminada**						
	Fabricación y tratamiento de 3 vigas rectas de sección constante, de 17.88 m. de longitud en planta, formando pendiente a un agua del 10% , colocadas con un intereje de 5.0 m. sobre pilares metálicos (NO INCLUIDOS), para el soporte de las correas.						
	Fabricación y tratamiento de 13 líneas de correas de cubierta, embrochaladas contra las vigas principales y semiembrochaladas en una alineación hastial para formación de 1.0 m de voladizo, colocadas con un intereje aprox. de 1.465 m., para el soporte de la cubierta.						
	Fabricación y tratamiento de 1 línea de correas de ciere, embrochaladas contra las correas en voladizo para el cerramiento y soporte de la cubierta						
	Fabricación y tratamiento de arriostramientos de cubierta, según cálculo al viento, a base de varilla metálica formando cruces de San Andrés						
	Estructura fabricada en GL24h las correas y GL28h las vigas y marcado CE.						
	Madera conifera de gestion sostenible de bosques cercanos con sellos de trazabilidad y sostenibilidad PEFC, FSC, EPD.						
	Se aplicará un LASUR fungicida, insecticida, COLOR NATURAL, según NORMA UNE EN 927 1/2/3/4/5						
	Incluido suministro de materiales y su colocación todo incluido						
							1.00

MEDICIONES

Estalpea. KUARTANGO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 4 CERRAMIENTO						
401	**m2 Panel translucido inclinado**						
	m2 de suministro y colocación de policarbonato celular Danpalon o similar. Espesor 16mm ancho modular 600 mm, conector de policarbonato y espaciador de aluminio. Color de la placa a definir por la dirección facultativa. Medios auxiliares y medidas de seguridad incluidas						
	Cubierta	1	12.00	18.00		216.00	
							216.00
402	**m2 Franja cortafuegos de placas de yeso laminado, para edificio de**						
	Franja cortafuegos inclinada, de 1 m en proyección horizontal, con una resistencia al fuego EI 60, para edificio de uso industrial, fijada mecánicamente a la medianera con subestructura soporte, D113-FC.es 01 "KNAUF", compuesta por 2 placas de yeso laminado DF / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 15 / con los bordes longitudinales afinados, cortafuego "KNAUF", fijadas a la subestructura soporte compuesta por canales y montantes, formando escuadras separadas 750 mm entre sí, conectores y maestras separadas 400 mm entre sí. Incluso tornillos para la fijación de las placas, y pasta y cinta para el tratamiento de juntas entre placas						
	Franja en fronton	1	12.00	0.50		6.00	
							6.00

MEDICIONES

Estalpea. KUARTANGO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 5 SANEAMIENTO						
501	**m Bajante exterior para aguas pluviales**						
	ml de suministro y colocación de bajante circular de acero galvanizado, de Ø 110 mm unida a pilar y viga metálicos, i.p.p. de pequeño material, apoyos, uniones totalmente colocado, p.p. de medios auxiliares y medidas de protección						
		1	4.80			4.80	
							4.80
502	**u Arqueta registrable**						
	Arqueta de paso, prefabricada de hormigón, de dimensiones interiores 40x40x50 cm, sobre solera de hormigón en masa, previa excavación con medios mecánicos y posterior relleno del trasdós con material granular.						
		2				2.00	
							2.00
503	**m Tubo evacuacion pluviales**						
	Red de pequeña evacuación, de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo						
		1	6.00			6.00	
							6.00
504	**m Canalon galvanizado con rejilla superior**						
	ml de canalón de chapa de acero galvanizado de 1.5 mm de espesor de sección cuadrada y rejilla superior antiobstrucción , fijadomediante soportes galvanizados colocados cada 50 cmincluso p.p. de piezas especiales y remates finales de chapa galvanizadas, soldadudras y piezas de conexión a bajantes, maquinaria de elevación, medios materiales, material complementario y medidas deprotección. Medida la longitud ejecutada totalmenteterminada.						
		1	14.00			14.00	
							14.00

MEDICIONES

Estalpea. KUARTANGO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 6 ILUMINACION + REMATES						
601	**m2 Rellenar hueco zona pilar**						
	Rellenar zona hueco pilar con mortero hasta llegar a la cota del suelo actual y despues aplicar el suelo decorativo.						
		6	1.80	1.80		19.44	
							19.44
602	**Ud Luminaria + placa solar**						
	Suministro e instalación de luminaria solar autónoma para alumbrado exterior, compuesta por luminaria LED de alta eficiencia, panel fotovoltaico, batería de litio, regulador de carga, sensor crepuscular y de presencia, soporte de fijación, anclajes, cableado y pequeño material. Incluye replanteo, montaje sobre cubierta, fijaciones, puesta en servicio, pruebas de funcionamiento y cuantos medios auxiliares sean necesarios para dejar la instalación completamente terminada y en correcto funcionamiento.						
		6				6.00	
							6.00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 7 GESTION DE RESIDUOS						
701	**Gestion de Residuos**						
	Gestión de residuos, en cumplimientos del decreto 112/2012 que regula la producción y gestión de los residuos y materiales de construcción y demolición, valorada según desglose del anexo de este proyecto.						
							1.00

MEDICIONES

Estalpea. KUARTANGO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 8 SEGURIDAD Y SALUD						
801	**Ud Seguridad y salud**						
							1.00

V.- PLANOS

1.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO ..... E: VARIAS
2.- CIMENTACIÓN Y DETALLES..... E: VARIAS
3.- PLANTA CUBIERTA Y DETALLES ..... E: VARIAS
4.- PÓRTICOS Y DETALLES ..... E: VARIAS
5.- DETALLE CUBRICIÓN ..... E: (A-1) 1:50 (A-3) 1:100
6.- SANEAMIENTO + ILUMINACION..... E: (A-1) 1:50 (A-3) 1:100

Donostia, a 3 de agosto de 2026

NORFER INGENIEROS, SL

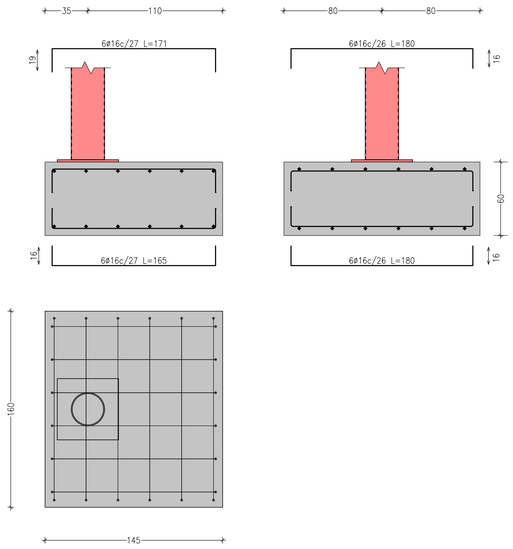
Fdo. José Ignacio UCIN BURGAÑA
Director de Norfer Ingenieros

Fdo. Iñaki UCÍN IRIBAR
Ingeniero Industrial
Colegiado nº: 3.598



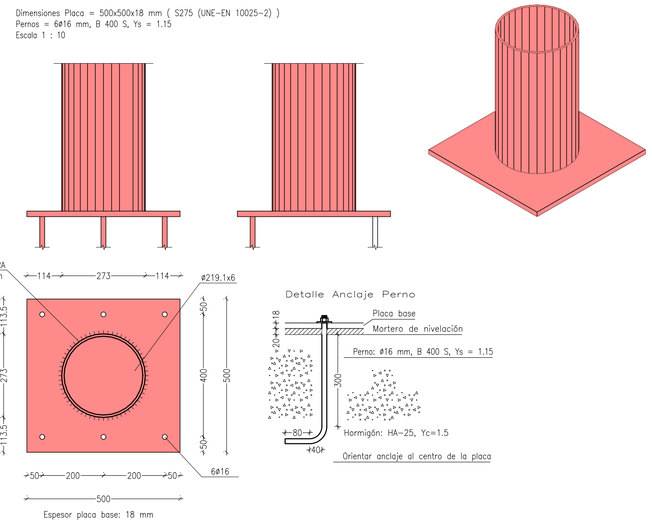
E: 1/50

CIMENTACIÓN



E: 1/25

DETALLE ZAPATA TIPO



E: 1/10

PLACA DE ANCLAJE

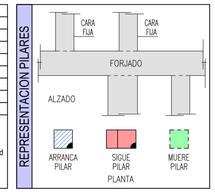
CARACTERÍSTICAS ACERO

	GENERAL
ACERO	
DESIGNACIÓN	S 275 JR
LIMITE ELASTICO f_{yk}	275 N/mm2
NIVEL CONTROL	normal
COEFICIENTES DE SEGURIDAD	
γ_{M0}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25

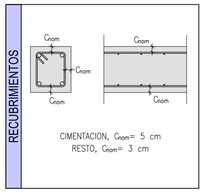
CONTROL Forma (1 cada 4 vigas) tolerancia < L/1500 < 10mm

En empalmes, se comprobará una soldadura por unidad, no admitiéndose interrupciones del cordón ni defectos aparentes.
En piezas compuestas, se comprobará una soldadura por pieza, no admitiéndose variaciones de longitud ni separaciones fuera del ámbito definido en el proyecto, ni defectos aparentes.
Siguiendo el Plan de Control que la Dirección Facultativa o el Pliego de Condiciones especifique, se efectuarán los ensayos por radiografía o líquidos penetrantes de los cordones indicados en aquel.

REPRESENTACION PILARES



RECUBRIMIENTOS



CIMENTACION, C_{nom}= 5 cm
RESTO, C_{nom}= 3 cm

UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

NORMA:
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6.
Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

MATERIALES:
-Perfiles (Material base): S275.
-Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán superiores a las del material base. (3.3.1 CTE DB SE-A)

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:
1) La siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 3 mm.
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 2mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 3 veces el espesor de garganta.
5) El ángulo ß que forman dos piezas a unir mediante soldadura en ángulo deberá estar comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
-ß>120: No se considera que transmiten esfuerzos.
-ß< 60: Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

SOLDADURAS EN ANGULO
Unión en "T"
Unión en solape
SOLDADURAS A TOPE

COMPROBACIONES:
a) Cordones de soldadura a tope con penetración total: No es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes: Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.2.3b del CTE DB SE-A).
c) Cordones de soldadura en ángulo: Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.2 CTE DB SE-A.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ESPECIFICACIONES DE CONTROL

HORMIGÓN		
VIDA ÚTIL NOMINAL		50 AÑOS
NIVEL DE CONTROL		NORMAL
CLASE DE PROBETA		Cilíndrica 15x30
Nº de probetas por serie: 6		1 Romper 7ª dia 2 Romper 28ª dia 2 de reserva.
COMPACTACION		Vibrado mecánico
ELEMENTO ESTRUCTURAL		CIMENTACION
TIPIFICACIÓN		HA-25/f/20/XC1
RESISTENCIA	A 7 días	16 N/mm²
CARACTERISTICA	A 28 días	25 N/mm²
MÁXIMA RELACION A/C		<=0'60
NIVEL DE CONTROL		ESTADISTICO
RECUBRIMIENTO NOMINAL		VER CUADRO DE RECUBRIMIENTOS
COEFICIENTES MINORACIÓN		γ_c= 1.50 / γ_s= 1.15

COMPONENTES			
CEMENTO			CEM-I 42.5 N
ARIDOS	Clase		Machaca
	Tam. max.(mm)		20
Asiento Cono Abrams (cm)			F: 10-15 (±1)
DOSIFICACIÓN POR M3 (orientativo)	Cemento	kg/m3	275
	Grava	kg/m3	1211
	Arena	kg/m3	757
	Agua	l/m3	160
ACERO	Tipificación		B-500-S
	Límite elastico		500 N/mm²
	Nivel de control		Marcado CE

DURABILIDAD
-Elementos hormigonados directamente contra el terreno, sin encofrar: r=7.0cm
-Distancia máxima entre separadores: 50ø barra (barras horizontales); 100ø barra (barras verticales)
-Se emplearán separadores prefabricados de plástico, hormigón o mortero.
-En ningún caso se permitirán desechos de obra como cascotes o similares

NOTAS ESTRUCTURA METÁLICA

1- CARACTERISTICAS ACERO ESTRUCTURAL:
PERFILES LAMINADOS: S 275 JR
PERFILES ARMADOS: S 275 JR
PERFILES CONFORMADOS: S 275 JR

2- TODAS LAS SOLDADURAS A TOPE SERAN DE PENETRACION COMPLETA CON PREPARACION DE BORDES.

3- EL ESPESOR DE GARGANTA DE LOS CORDONES DE SOLDADURA SERA IGUAL AL 70% DEL ESPESOR MINIMO DE LAS CHAPAS DE UNION, EXCEPTO EN PERFILES TUBULARES, QUE SERA DEL 100%.

4- LAS SOLDADURAS DE LAS ALAS DE LAS DIAGONALES SE REALIZARAN A TOPE CON PREPARACIÓN DE BORDES.

CARACTERISTICAS DE FORJADO

DEFINICION

Zona	CUBIERTA
Tipo forjado	MADERA
CARGAS (kN/m²)	0.80
Peso Propio	0.20
Solado	0.20
S/C Uso + nieve	0.40

NOTAS

ACCIONES

HORMIGÓN CTE-SE (TABLA 4.1)			CIMENTACIONES CTE-SE-C (TABLA 2.1)			
TIPO DE ACCIÓN	EFEC. FAVORABLE/DESFAVORABLE		TIPO DE DIMENSIONADO	EFEC. FAVORABLE/DESFAVORABLE		
	PERSISTENTE O TRANSITORIA			PERSISTENTE O TRANSITORIA		EXTRAORDINARIA
PERMANENTE	γ_g = 1.00 / γ_g = 1.35		HUNDIMIENTO	γ_{fav}= 1.00 / γ_{fav}= 1.00		γ_{fav}= 1.00 / γ_{fav}= 1.00
PRETENSADO	γ_p = 1.00 / γ_p = 1.00		DESLIZAMIENTO	γ_{fav}= 1.00 / γ_{fav}= 1.00		γ_{fav}= 1.00 / γ_{fav}= 1.00
PERMANENTE DE VALOR NO CTE	γ_{pt} = 1.00 / γ_{pt} = 1.50		VUELCO	γ_{fav}= 0.90/ γ_{fav}= 1.80		γ_{fav}= 0.90 / γ_{fav}= 1.20
	γ_q = 0.00 / γ_q = 1.50		ARRANCAMIENTO	γ_{fav}= 1.00 / γ_{fav}= 1.00		γ_{fav}= 1.00 / γ_{fav}= 1.00
VARIABLE	γ_a = 0.00 / γ_a = 1.00		EN PILOTES	γ_{fav}= 1.00 / γ_{fav}= 1.00		γ_{fav}= 1.00 / γ_{fav}= 1.00
ACCIDENTAL						

ATENCION

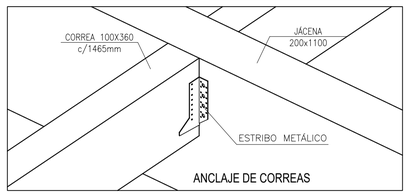
IMPORTANTE:
1. COTAS Y RASANTES A COMPROBAR EN OBRA
2. CONSULTAR EN PLANOS DE ARQUITECTURA Y REPLANTEO LA POSICIÓN Y/O FORMA DE LOS ELEMENTOS REPRESENTADOS EN ESTE DOCUMENTO.
3. EN ESTE PLANO SÓLO SE ACOTAN LAS MEDIDAS PROPIAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.
4. CONSULTAR LOS PLIEGOS DE CONDICIONES PARA LA PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN ARMADO Y LA EJECUCIÓN DE LOS FORJADOS.
5. LAS JUNTAS DE HORMIGONADO PERMANECERÁN LIMPIAS, RUGOSAS Y HÚMEDAS AL HORMIGONAR.

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA (CTE)

TIPO DE MADERA	
Madera laminada encolada homogenea	
CLASE RESISTENTE	GL 24 h
TENSIONES CARACTERISTICAS	
Flexión:	24 N/mm²
Compresión //:	24 N/mm²
Tracción //:	16.5 N/mm²
Cortante:	2.7 N/mm²
MODULO DE ELASTICIDAD PARALELO	
E medio:	11.6 kN/mm²
E mínimo:	9.4 kN/mm²
NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	
	CTE DB SE-Madera

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA (CTE)

TIPO DE MADERA	
Madera laminada encolada homogenea	
CLASE RESISTENTE	GL 28 h
TENSIONES CARACTERISTICAS	
Flexión:	28 N/mm²
Compresión //:	26.5 N/mm²
Tracción //:	19.5 N/mm²
Cortante:	3.2 N/mm²
MODULO DE ELASTICIDAD PARALELO	
E medio:	12.6 kN/mm²
E mínimo:	10.2 kN/mm²
NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	
	CTE DB SE-Madera



ANCLAJE DE CORREAS

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ESPECIFICACIONES DE CONTROL

SE RESPETARÁN LOS TIPOS, CARACTERÍSTICAS, CALIDADES, RESISTENCIAS, LÍMITES ELÁSTICOS, ETC., DEFINIDOS EN EL CUADRO "MATERIALES ESTRUCTURALES", ASÍ COMO LOS NIVELES DE CONTROL DE MATERIALES Y DE EJECUCIÓN EN TALLER E IN SITU, ACORDES CON LAS INDICACIONES Y LOS COEFICIENTES DE PONDERACIÓN EXPRESADOS EN EL MISMO CUADRO. O BIEN, SI FUERAN MÁS EXIGENTES, LOS VALORES Y CONDICIONES DEFINIDOS EN OTROS DOCUMENTOS DEL PROYECTO (MEMORIA Y ANEJOS, PLANOS, PLIEGO, ETC.), CON CARÁCTER COMPLEMENTARIO. SE AÑADEN LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES:

(A) SE CONTROLARÁN EXPRESAMENTE SEGÚN NORMA CTE-SE-A, UNE-EN-10025-94, UNE-ENV-1993-1-1:A1/1996 Y EN-10113-93 LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FÍSICAS DE LOS ACEROS CORRESPONDIENTES A LOS TIPOS DEFINIDOS EN EL CUADRO, INCLUSO RESILIENCIA.

(B) EL PROGRAMA DE AUTO CONTROL Y CONTROL DE CALIDAD EXTREMO DE MATERIALES, UNIONES Y EJECUCIÓN DEBERÁ SER SOMETIDO A APROBACIÓN PREVIA Y SEGUIMIENTO POSTERIOR EXPRESO.

(C) LAS DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA HORMIGÓN SE EXPRESAN EN CENTÍMETROS O EN METROS Y LA ESTRUCTURA METÁLICA EN MILÍMETROS O EN METROS, SALVO ESPECIFICACIÓN EN CONTRA.

(D) SE GARANTIZARÁ EL RECUBRIMIENTO DE LAS ARMADURAS MEDIANTE EL EMPLEO DE CALZOS Y PIES DE PATO, CUYA SITUACIÓN Y DISTANCIA SE AJUSTE A LO INDICADO EN EL ART. 37.2.5 DE LA EHE-08.

(E) PREPARACIÓN DE BORDES Y RADIOGRAFÍA SEGÚN CTE-SE-A EN TODAS LAS SOLDADURAS DE PENETRACIÓN COMPLETA (P.C.), Y POR TANTO EN TODOS LOS EMPALMES Y SOLDADURAS A TOPE, QUE SERÁ SIEMPRE DE PENETRACIÓN COMPLETA.

(F) EN LOS CASOS EN LOS QUE NO ESTÉ DEFINIDA LA SOLDADURA, LOS CORDONES EN ÁNGULO ENTRE CHAPAS Y PERFILES NO MARCADOS TENDRÁN UN ESPESOR DE 0.7 POR EL ESPESOR MÍNIMO DE LAS CHAPAS A UNIR TODAS LAS SOLDADURAS SERÁN CONTINUAS, SALVO ESPECIFICACIÓN EN CONTRA.

(G) VIVIENDAS: R-90 APARCAMIENTO: R-120

EL DIMENSIONADO Y DEFINICIÓN DE LOS RECUBRIMIENTOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE HA REALIZADO PARA R-90 POR LO QUE PARA AQUELLOS ELEMENTOS LOCALIZADOS EN ZONA DE R-120 A RESISTENCIA AL FUEGO REQUERIDA DEBE SER OBTENIDA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CAPAS PROTECTORAS. LAS PROPIEDADES Y FUNCIONAMIENTO DEL MATERIAL AISLANTE EMPLEADO EN DICHAS CAPAS DEBEN SER DETERMINADAS UTILIZANDO PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO SEGÚN ESTABLEZCA LA NORMATIVA VIGENTE.

LONGITUDES DE ANCLAJE Y SOLAPO

ANCLAJE POR PROLONGACION RECTA, PATILLA O GANCHO (L_b), cm

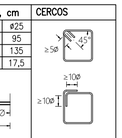
ELEMENTO:	ø8	ø10	ø12	ø16	ø20	ø25
PILAR/MURO/ARM. INF. VIGA/LOSA	20	25	30	40	60	95
ARM. SUPERIOR VIGA/LOSA	30	36	45	60	85	135
DIAMETRO DE DOBLADO, d	3,2	4	4,8	6,4	14	17,5



*DIAMETRO DE DOBLADO/DESDOBLADO PROVISIONAL DE BARRAS = 12ø

EMPALMES POR SOLAPO DE BARRAS (L_s), cm

ELEMENTO:		ø8	ø10	ø12	ø16	ø20	ø25
MURO	S < 15 cm	30	50	60	80	120	190
	S >= 15 cm		35	42			
MALLAS EN FORJADOS	ARM. SUPERIOR	30	40	50	–	–	–
	ARM. INFERIOR	25	30	35	–	–	–
VIGA/LOSA	ARM. SUPERIOR	40	72	86	115	170	265
	ARM. INFERIOR	30	50	60	80	120	190
PILAR		30	50	60	80	120	190



*S: SEPARACION // CON ACCIONES SISMICAS, AUMENTAR LONG. EN 10ø.

NORFER INGENIEROS, SL - ESTUDIO DE ESTRUCTURAS E INGENIERÍA
EDIFICIO IBAETA. PORTUETXE BIDEA 14. 2º DESP C
20018 DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN
943 311335 943 311335 estudio@norferingenieros.com

INGENIEROS ESTRUCTURISTAS:
JOSE IGNACIO UCIN
IÑAKI UCIN
col: 3.598

PROMOTOR:
KUARTANGOKO UDALA
AYUNTAMIENTO DE KUARTANGO

PROYECTO:
PROYECTO DE NUEVA CUBIERTA EN KUARTANGO. ARABA

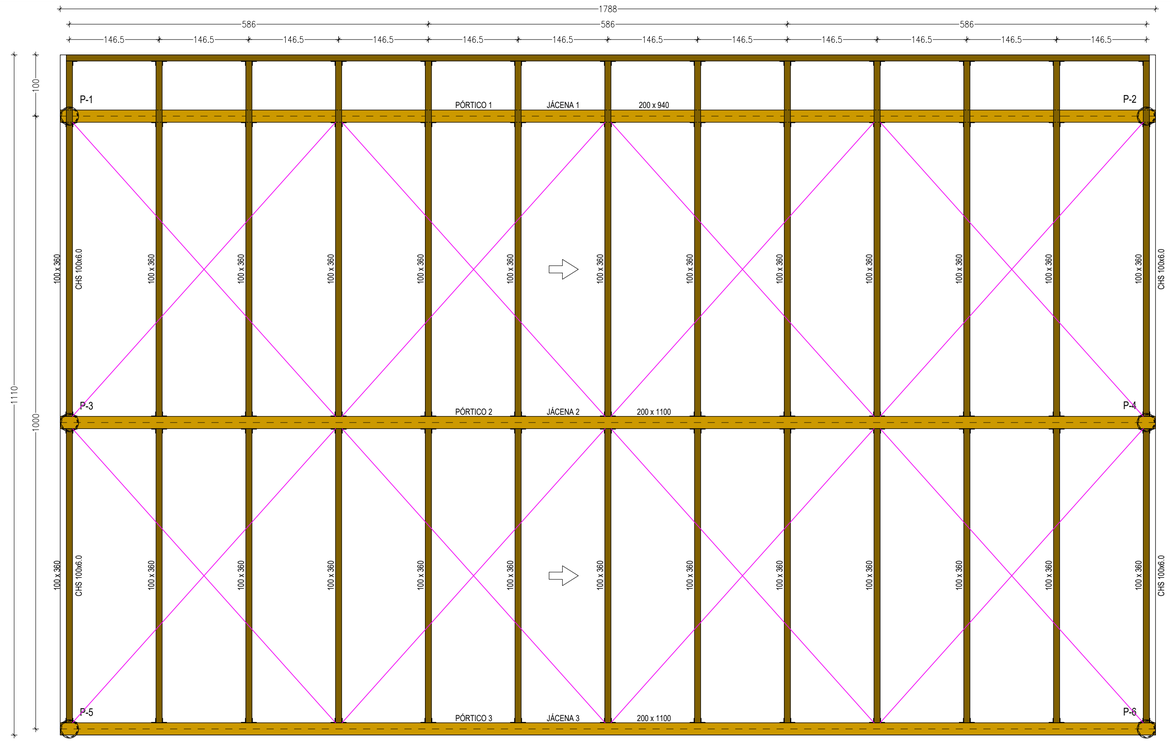
REV. Nº	FECHA	DESCRIPCION
-	-	-

PLANO:
CIMENTACIÓN Y DETALLES

DONOSTIA. JUNIO 2026

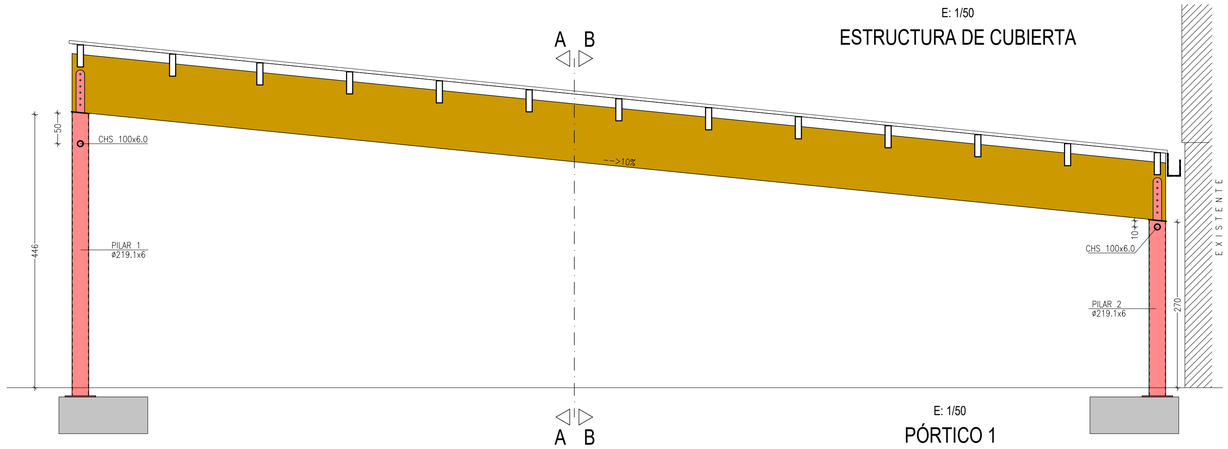
PLANO Nº 2

ESCALA FORMATO A-1	ESCALA FORMATO A-3
VARIAS	VARIAS



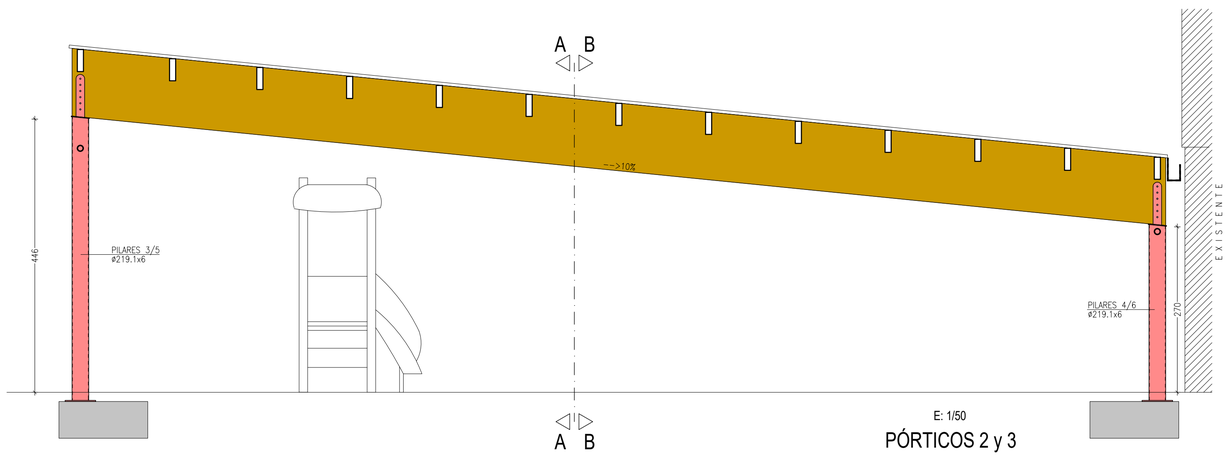
E: 1/50

ESTRUCTURA DE CUBIERTA



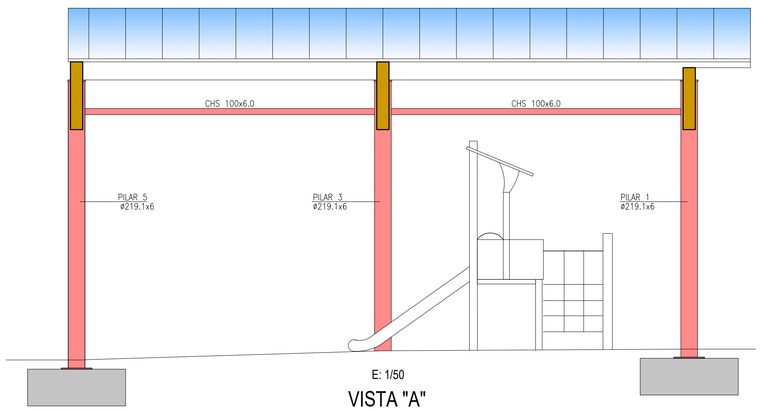
E: 1/50

PÓRTICO 1



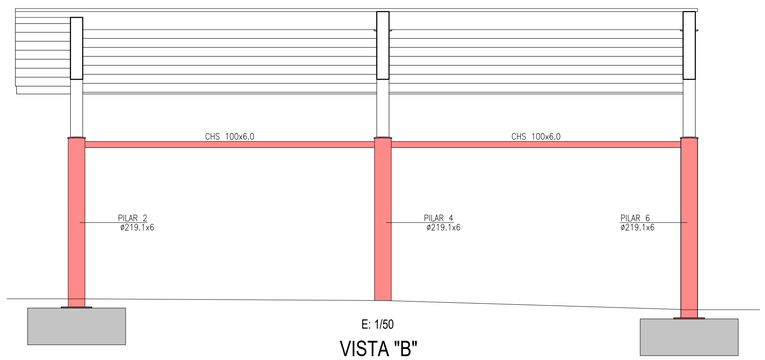
E: 1/50

PÓRTICOS 2 y 3



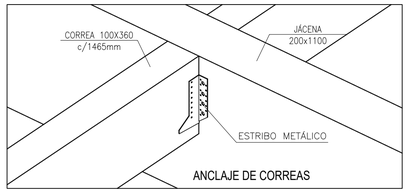
E: 1/50

VISTA "A"



E: 1/50

VISTA "B"



ANCLAJE DE CORREAS

NOTAS ESTRUCTURA METÁLICA

1- CARACTERISTICAS ACERO ESTRUCTURAL:
PERFILES LAMINADOS: S 275 JR
PERFILES ARMADOS: S 275 JR
PERFILES CONFORMADOS: S 275 JR

2- TODAS LAS SOLDADURAS A TOPE SERAN DE PENETRACION COMPLETA CON PREPARACION DE BORDES.

3- EL ESPESOR DE GARGANTA DE LOS CORDONES DE SOLDADURA SERA IGUAL AL 70% DEL ESPESOR MINIMO DE LAS CHAPAS DE UNION, EXCEPTO EN PERFILES TUBULARES, QUE SERA DEL 100%.

4- LAS SOLDADURAS DE LAS ALAS DE LAS DIAGONALES SE REALIZARAN A TOPE CON PREPARACIÓN DE BORDES.

CARACTERÍSTICAS DE FORJADO

DEFINICION	
Zona	CUBIERTA
Tipo forjado	MADERA
CARGAS (kN/m²)	
Peso Propio	0.80
Solado	0.20
S/C Uso + nieve	0.20
	0.40

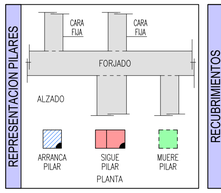
NOTAS

CARACTERÍSTICAS ACERO

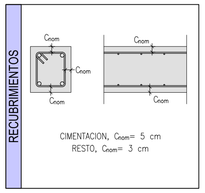
GENERAL	
ACERO	
DESIGNACIÓN	S 275 JR
LIMITE ELASTICO fₐ	275 N/mm2
NIVEL CONTROL	normal
COEFICIENTES DE SEGURIDAD	
γM0	1.05
γM1	1.05
γM2	1.25

CONTROL Forma (1 cada 4 vigas) tolerancia < L/1500 < 10mm
En empalmes, se comprobará una soldadura por unidad, no admitiéndose interrupciones del cordón ni defectos aparentes.
En piezas compuestas, se comprobará una soldadura por pieza, no admitiéndose variaciones de longitud ni separaciones fuera del ámbito definido en el proyecto, ni defectos aparentes.
Siguiendo el Plan de Control que la Dirección Facultativa o el Pliego de Condiciones especifique, se efectuarán los ensayos por radiografía o líquidos penetrantes de los cordones indicados en aquel.

REPRESENTACION PILARES



RECUBRIMIENTOS



CIMENTACION, Cnom= 5 cm
RESTO, Cnom= 3 cm

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA (CTE)

TIPO DE MADERA	Madera laminada encolada homogenea
CLASE RESISTENTE	GL 24 h
TENSIONES CARACTERISTICAS	
Flexión:	24 N/mm²
Compresión //:	24 N/mm²
Tracción //:	16.5 N/mm²
Cortante:	2.7 N/mm²
MODULO DE ELASTICIDAD PARALELO	
E medio:	11.6 kN/mm²
E mínimo:	9.4 kN/mm²
NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	CTE DB SE-Madera

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA (CTE)

TIPO DE MADERA	Madera laminada encolada homogenea
CLASE RESISTENTE	GL 28 h
TENSIONES CARACTERISTICAS	
Flexión:	28 N/mm²
Compresión //:	26.5 N/mm²
Tracción //:	19.5 N/mm²
Cortante:	3.2 N/mm²
MODULO DE ELASTICIDAD PARALELO	
E medio:	12.6 kN/mm²
E mínimo:	10.2 kN/mm²
NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	CTE DB SE-Madera

UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

NORMA:
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6.
Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

MATERIALES:
-Perfiles (Material base): S275.
-Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán superiores a las del material base. (3.3.1 CTE DB SE-A)

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:
1) La siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 3 mm.
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 2mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 3 veces el espesor de garganta.
5) El ángulo ß que forman dos piezas a unir mediante soldadura en ángulo deberá estar comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
-ß>120: No se considera que transmiten esfuerzos.
-ß<60: Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

SOLDADURAS EN ANGULO
SOLDADURAS A TOPE



COMPROBACIONES:
a) Cordones de soldadura a tope con penetración total: No es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes: Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.2.3b del CTE DB SE-A).
c) Cordones de soldadura en ángulo: Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.2 CTE DB SE-A.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ESPECIFICACIONES DE CONTROL

HORMIGÓN		
VIDA ÚTIL NOMINAL		50 AÑOS
NIVEL DE CONTROL		NORMAL
CLASE DE PROBETA		Cilíndrica 15x30
Nº de probetas por serie: 6		1 Romper 7ª día 2 Romper 28ª día 2 de reserva.
COMPACTACION		Vibrado mecánico
ELEMENTO ESTRUCTURAL		CIMENTACION
TIPIFICACIÓN		HA-25/F/20/XC1
RESISTENCIA	A 7 días	16 N/mm²
CARACTERISTICA	A 28 días	25 N/mm²
MÁXIMA RELACION A/C		<=0'60
NIVEL DE CONTROL		ESTADISTICO
RECUBRIMIENTO NOMINAL		VER CUADRO DE RECUBRIMIENTOS
COEFICIENTES MINORACIÓN		γc= 1.50 / γs= 1.15
COMPONENTES		
CEMENTO		CEM-I 42.5 N
ARIDOS	Clase	Machaca
	Tam. max.(mm)	20
Asiento Cono Abrams (cm)		F: 10-15 (±1)
DOSIFICACIÓN POR M3 (orientativo)	Cemento kg/m3	275
	Grava kg/m3	1211
	Arena kg/m3	757
	Agua l/m3	160
ACERO	Tipificación	B-500-S
	Límite elastico	500 N/mm²
	Nivel de control	Marcado CE

DURABILIDAD
-Elementos hormigonados directamente contra el terreno, sin encofrar: r=7.0cm
-Distancia máxima entre separadores: 50ø barra (barras horizontales); 100ø barra (barras verticales)
-Se emplearán separadores prefabricados de plástico, hormigón o mortero.
-En ningún caso se permitirán desechos de obra como cascotes o similares

ACCIONES

HORMIGÓN CTE-SE (TABLA 4.1)			CIMENTACIONES CTE-SE-C (TABLA 2.1)			
TIPO DE ACCIÓN	EFEC. FAVORABLE/DESFAVORABLE		TIPO DE DIMENSIONADO	EFEC. FAVORABLE/DESFAVORABLE		
	PERSISTENTE O TRANSITORIA			PERSISTENTE O TRANSITORIA		EXTRAORDINARIA
PERMANENTE	γg = 1.00 / γg = 1.35		HUNDIMIENTO	γg= 1.00 / γg= 1.00		γg= 1.00 / γg= 1.00
PRETENSADO	γp = 1.00 / γp = 1.00		DESLIZAMIENTO	γg= 1.00 / γg= 1.00		γg= 1.00 / γg= 1.00
PERMANENTE DE VALOR NO CTE	γe = 1.00 / γe = 1.50		VUELCO	γg= 0.90/ γg= 1.80		γg= 0.90 / γg= 1.20
			ARRANCAMIENTO	γg= 1.00 / γg= 1.00		γg= 1.00 / γg= 1.00
VARIABLE	γq = 0.00 / γq = 1.50		EN PILOTES	γg= 1.00 / γg= 1.00		γg= 1.00 / γg= 1.00
ACCIDENTAL	γa = 0.00 / γa = 1.00					

ATENCION

IMPORTANTE:
1. COTAS Y RASANTES A COMPROBAR EN OBRA
2. CONSULTAR EN PLANOS DE ARQUITECTURA Y REPLANTEO LA POSICIÓN Y/O FORMA DE LOS ELEMENTOS REPRESENTADOS EN ESTE DOCUMENTO.
3. EN ESTE PLANO SÓLO SE ACOTAN LAS MEDIDAS PROPIAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.
4. CONSULTAR LOS PLIEGOS DE CONDICIONES PARA LA PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN ARMADO Y LA EJECUCIÓN DE LOS FORJADOS.
5. LAS JUNTAS DE HORMIGONADO PERMANECERÁN LIMPIAS, RUGOSAS Y HÚMEDAS AL HORMIGONAR.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ESPECIFICACIONES DE CONTROL

SE RESPETARÁN LOS TIPOS, CARACTERÍSTICAS, CALIDADES, RESISTENCIAS, LÍMITES ELÁSTICOS, ETC., DEFINIDOS EN EL CUADRO "MATERIALES ESTRUCTURALES", ASÍ COMO LOS NIVELES DE CONTROL DE MATERIALES Y DE EJECUCIÓN EN TALLER E IN SITU, ACORDES CON LAS INDICACIONES Y LOS COEFICIENTES DE PONDERACIÓN EXPRESADOS EN EL MISMO CUADRO. O BIEN, SI FUERAN MÁS EXIGENTES, LOS VALORES Y CONDICIONES DEFINIDOS EN OTROS DOCUMENTOS DEL PROYECTO (MEMORIA Y ANEJOS, PLANOS, PLIEGO, ETC.), CON CARÁCTER COMPLEMENTARIO. SE AÑADEN LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES:

(A) SE CONTROLARÁN EXPRESAMENTE SEGÚN NORMA CTE-SE-A, UNE-EN-10025-94, UNE-ENV-1993-1-1/A1/1996 Y EN-10113-93 LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FÍSICAS DE LOS ACEROS CORRESPONDIENTES A LOS TIPOS DEFINIDOS EN EL CUADRO, INCLUSO RESILIENCIA.

(B) EL PROGRAMA DE AUTO CONTROL Y CONTROL DE CALIDAD EXTREMO DE MATERIALES, UNIONES Y EJECUCIÓN DEBERÁ SER SOMETIDO A APROBACIÓN PREVIA Y SEGUIMIENTO POSTERIOR EXPRESO.

(C) LAS DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA HORMIGÓN SE EXPRESAN EN CENTÍMETROS O EN METROS Y LA ESTRUCTURA METÁLICA EN MILÍMETROS O EN METROS, SALVO ESPECIFICACIÓN EN CONTRA.

(D) SE GARANTIZARÁ EL RECUBRIMIENTO DE LAS ARMADURAS MEDIANTE EL EMPLEO DE CALZOS Y PIES DE PATO, CUYA SITUACIÓN Y DISTANCIA SE AJUSTE A LO INDICADO EN EL ART. 37.2.5 DE LA EHE-08.

(E) PREPARACIÓN DE BORDES Y RADIOGRAFÍA SEGÚN CTE-SE-A EN TODAS LAS SOLDADURAS DE PENETRACIÓN COMPLETA (P.C.), Y POR TANTO EN TODOS LOS EMPALMES Y SOLDADURAS A TOPE, QUE SERÁ SIEMPRE DE PENETRACIÓN COMPLETA.

(F) EN LOS CASOS EN LOS QUE NO ESTÉ DEFINIDA LA SOLDADURA, LOS CORDONES EN ÁNGULO ENTRE CHAPAS Y PERFILES NO MARCADOS TENDRÁN UN ESPESOR DE 0.7 POR EL ESPESOR MÍNIMO DE LAS CHAPAS A UNIR TODAS LAS SOLDADURAS SERÁN CONTINUAS, SALVO ESPECIFICACIÓN EN CONTRA.

(G) VIVIVIENDAS: R-90 APARCAMIENTO: R-120

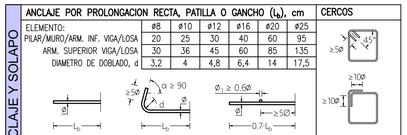
EL DIMENSIONADO Y DEFINICIÓN DE LOS RECUBRIMIENTOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE HA REALIZADO PARA R-90 POR LO QUE PARA AQUELLOS ELEMENTOS LOCALIZADOS EN ZONA DE R-120 A RESISTENCIA AL FUEGO REQUERIDA DEBE SER OBTENIDA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CAPAS PROTECTORAS. LAS PROPIEDADES Y FUNCIONAMIENTO DEL MATERIAL AISLANTE EMPLEADO EN DICHAS CAPAS DEBEN SER DETERMINADAS UTILIZANDO PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO SEGÚN ESTABLEZCA LA NORMATIVA VIGENTE.

LONGITUDES DE ANCLAJE Y SOLAPO

ANCLAJE POR PROLONGACION RECTA, PATILLA O GANCHO (L_b), cm

ELEMENTO:	ø8	ø10	ø12	ø16	ø20	ø25
PILAR/MURO/ARM. INF. VIGA/LOSA	20	25	30	40	60	95
ARM. SUPERIOR VIGA/LOSA	30	36	45	60	85	135
DIAMETRO DE DOBLADO, d	3,2	4	4,8	6,4	14	17,5

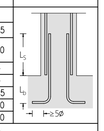
CERCOS



*DIAMETRO DE DOBLADO/DESDOBLADO PROVISIONAL DE BARRAS = 12ø

EMPALMES POR SOLAPO DE BARRAS (L_s), cm

ELEMENTO:		ø8	ø10	ø12	ø16	ø20	ø25
MURO	S < 15 cm	30	50	60	80	120	190
	S >= 15 cm		35	42			
MALLAS EN FORJADOS	ARM. SUPERIOR	30	40	50	–	–	–
	ARM. INFERIOR	25	30	35	–	–	–
VIGA/LOSA	ARM. SUPERIOR	40	72	86	115	170	265
	ARM. INFERIOR	30	50	60	80	120	190
PILAR		30	50	60	80	120	190



*S: SEPARACION // CON ACCIONES SISMICAS, AUMENTAR LONG. EN 10ø.

NORFER INGENIEROS, SL - ESTUDIO DE ESTRUCTURAS E INGENIERÍA
EDIFICIO IBAETA. PORTUETXE BIDEA 14. 2º DESP C
20018 DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN
943 311335 943 311335 estudio@norferingenieros.com

INGENIEROS ESTRUCTURISTAS:
JOSE IGNACIO UCIN
IÑAKI UCIN
col: 3.598

PROMOTOR:
KUARTANGOKO UDALA
AYUNTAMIENTO DE KUARTANGO

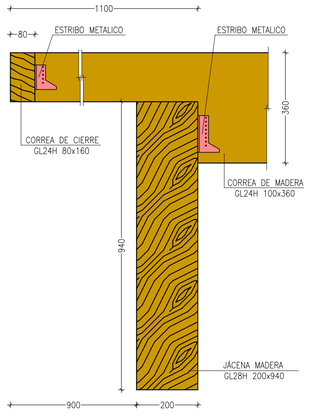
PROYECTO:
PROYECTO DE NUEVA CUBIERTA EN KUARTANGO. ARABA

REV. Nº	FECHA	DESCRIPCION
-	-	-

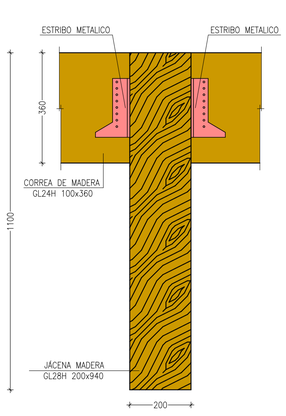
PLANO:
PLANTA CUBIERTA Y PÓRTICOS
DONOSTIA. JUNIO 2026

PLANO Nº 3

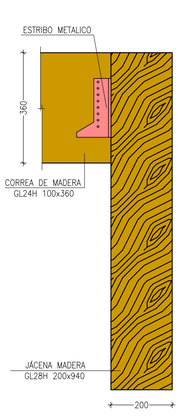
ESCALA FORMATO A-1	ESCALA FORMATO A-3
1/50	1/100



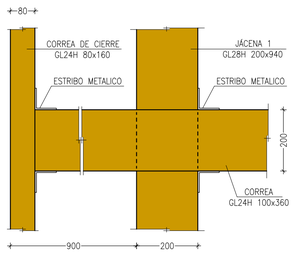
PÓRTICO 1



PÓRTICO 2



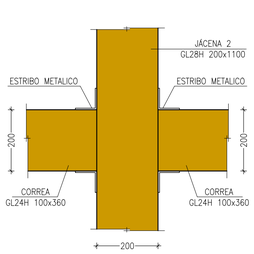
PÓRTICO 3



PLANTA

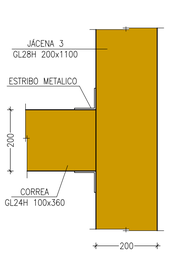
E: 1/10

UNION JÁCENA 1



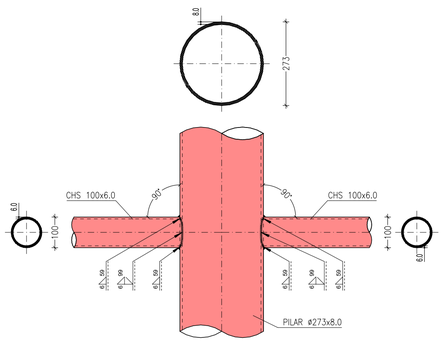
E: 1/10

UNION JÁCENA 2



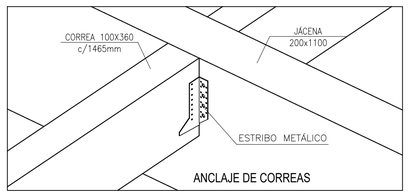
E: 1/10

UNION JÁCENA 3

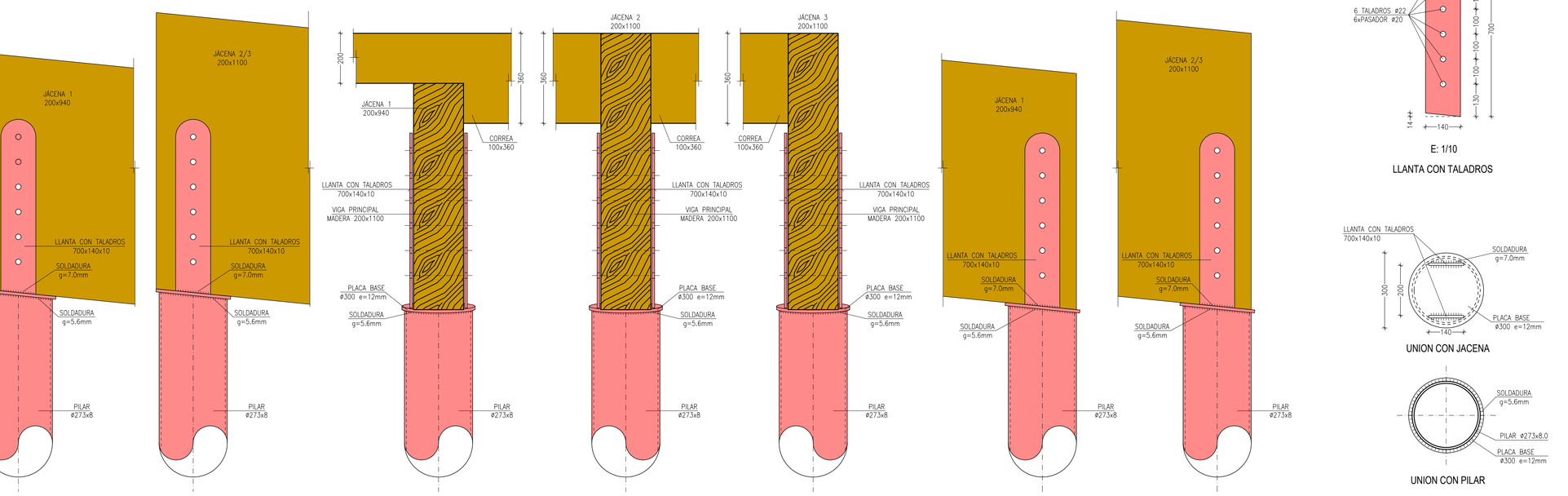


E: 1/10

ARRIOSTRAMIENTO METÁLICO PILARES



ANCLAJE DE CORREAS



ALZADO LATERAL PILAR 1 | ALZADO LATERAL PILARES 3 y 5 | ALZADO FRONTAL PILAR 1 | ALZADO FRONTAL PILAR 3 | ALZADO FRONTAL PILAR 5 | ALZADO LATERAL PILAR 2 | ALZADO LATERAL PILARES 4 y 6

E: 1/10

UNIONES PORTICO PILAR

E: 1/10

LLANTA CON TALADROS

UNION CON JACENA

UNION CON PILAR

E: 1/10

PLACA BASE

NOTAS ESTRUCTURA METALICA

1- CARACTERISTICAS ACERO ESTRUCTURAL:
PERFILES LAMINADOS: S 275 JR
PERFILES ARMADOS: S 275 JR
PERFILES CONFORMADOS: S 275 JR

2- TODAS LAS SOLDADURAS A TOPE SERAN DE PENETRACION COMPLETA CON PREPARACION DE BORDES.

3- EL ESPESOR DE GARGANTA DE LOS CORDONES DE SOLDADURA SERA IGUAL AL 70% DEL ESPESOR MINIMO DE LAS CHAPAS DE UNION, EXCEPTO EN PERFILES TUBULARES, QUE SERA DEL 100%.

4- LAS SOLDADURAS DE LAS ALAS DE LAS DIAGONALES SE REALIZARAN A TOPE CON PREPARACIÓN DE BORDES.

CARACTERISTICAS DE FORJADO

DEFINICION	
Zona	CUBIERTA
Tipo forjado	MADERA
CARGAS (kN/m²)	0.80
Peso Propio	0.20
Solado	0.20
S/C Uso + nieve	0.40

NOTAS

CARACTERISTICAS DE LA MADERA (CTE)

TIPO DE MADERA	Madera laminada encolada homogenea
CLASE RESISTENTE	GL 24 h
TENSIONES CARACTERISTICAS	
Flexión:	24 N/mm²
Compresión //:	24 N/mm²
Tracción //:	16.5 N/mm²
Cortante:	2.7 N/mm²
MODULO DE ELASTICIDAD PARALELO	
E medio:	11.6 kN/mm²
E mínimo:	9.4 kN/mm²
NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	CTE DB SE-Madera

CARACTERISTICAS DE LA MADERA (CTE)

TIPO DE MADERA	Madera laminada encolada homogenea
CLASE RESISTENTE	GL 28 h
TENSIONES CARACTERISTICAS	
Flexión:	28 N/mm²
Compresión //:	26.5 N/mm²
Tracción //:	19.5 N/mm²
Cortante:	3.2 N/mm²
MODULO DE ELASTICIDAD PARALELO	
E medio:	12.6 kN/mm²
E mínimo:	10.2 kN/mm²
NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	CTE DB SE-Madera

CARACTERISTICAS ACERO

GENERAL	
ACERO	
DESIGNACIÓN	S 275 JR
LIMITE ELASTICO f_{yk}	275 N/mm2
NIVEL CONTROL	normal
COEFICIENTES DE SEGURIDAD	
γ_{M0}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25

CONTROL Forma (1 cada 4 vigas) tolerancia < L/1500 < 10mm
En empalmes, se comprobará una soldadura por unidad, no admitiéndose interrupciones del cordón ni defectos aparentes.
En piezas compuestas, se comprobará una soldadura por pieza, no admitiéndose variaciones de longitud ni separaciones fuera del ámbito definido en el proyecto, ni defectos aparentes.
Siguiendo el Plan de Control que la Dirección Facultativa o el Pliego de Condiciones especifique, se efectuarán los ensayos por radiografía o líquidos penetrantes de los cordones indicados en aquel.

UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

NORMA:
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6.
Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

MATERIALES:
-Perfiles (Material base): S275.
-Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán superiores a las del material base. (3.3.1 CTE DB SE-A)

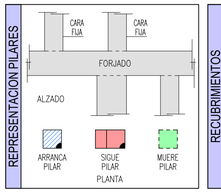
DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:
1) La siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 3 mm.
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 2mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 3 veces el espesor de garganta.
5) El ángulo ß que forman dos piezas a unir mediante soldadura en ángulo deberá estar comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
-ß>120: No se considera que transmiten esfuerzos.
-ß< 60: Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

SOLDADURAS EN ANGULO — SOLDADURAS A TOPE

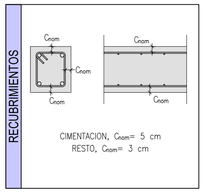


COMPROBACIONES:
a) Cordones de soldadura a tope con penetración total: No es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes: Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.2.3b del CTE DB SE-A).
c) Cordones de soldadura en ángulo: Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.2 CTE DB SE-A.

REPRESENTACION PILARES



RECUBRIMIENTOS



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ESPECIFICACIONES DE CONTROL

HORMIGÓN		
VIDA ÚTIL NOMINAL		50 AÑOS
NIVEL DE CONTROL		NORMAL
CLASE DE PROBETA		Cilíndrica 15x30
N° de probetas por serie: 6		1 Romper 7° día 2 Romper 28° día 2 de reserva.
COMPACTACION		Vibrado mecánico
ELEMENTO ESTRUCTURAL		CIMENTACION
TIPIFICACIÓN		HA-25/F/20/XC1
RESISTENCIA	A 7 días	16 N/mm²
CARACTERISTICA	A 28 días	25 N/mm²
MÁXIMA RELACION A/C		<=0'60
NIVEL DE CONTROL		ESTADISTICO
RECUBRIMIENTO NOMINAL		VER CUADRO DE RECUBRIMIENTOS
COEFICIENTES MINORACIÓN		γ_c= 1.50 / γ_s= 1.15
COMPONENTES		
CEMENTO		CEM-I 42.5 N
ARIDOS	Clase	Machaca
	Tam. max.(mm)	20
Asiento Cono Abrams (cm)		F: 10-15 (±1)
DOSIFICACIÓN POR M3 (orientativo)	Cemento kg/m3	275
	Grava kg/m3	1211
	Arena kg/m3	757
	Agua l/m3	160
ACERO	Tipificación	B-500-S
	Límite elastico	500 N/mm²
	Nivel de control	Marcado CE

DURABILIDAD
-Elementos hormigonados directamente contra el terreno, sin encofrar: r=7.0cm
-Distancia máxima entre separadores: 50*ø barra (barras horizontales); 100*ø barra (barras verticales)
-Se emplearán separadores prefabricados de plástico, hormigón o mortero.
-En ningún caso se permitirán desechos de obra como cascotes o similares

ACCIONES

HORMIGÓN CTE-SE (TABLA 4.1)			CIMENTACIONES CTE-SE-C (TABLA 2.1)			
TIPO DE ACCIÓN	EFEC. FAVORABLE/DESFAVORABLE		TIPO DE DIMENSIONADO	EFEC. FAVORABLE/DESFAVORABLE		
	PERSISTENTE O TRANSITORIA			PERSISTENTE O TRANSITORIA		EXTRAORDINARIA
PERMANENTE	γ_g = 1.00 / γ_g = 1.35		HUNDIMIENTO	γ_{gs}= 1.00 / γ_{gi}= 1.00		γ_{gs}= 1.00 / γ_{gi}= 1.00
PRETENSADO	γ_p = 1.00 / γ_p = 1.00		DESLIZAMIENTO	γ_{gs}= 1.00 / γ_{gi}= 1.00		γ_{gs}= 1.00 / γ_{gi}= 1.00
PERMANENTE DE VALOR NO CTE	γ_{gs} = 1.00 / γ_{gi} = 1.50		VUELCO	γ_{gs}= 0.90/ γ_{gi}= 1.80		γ_{gs}= 0.90 / γ_{gi}= 1.20
VARIABLE	γ_q = 0.00 / γ_q = 1.50		ARRANCAMIENTO EN PILOTES	γ_{gs}= 1.00 / γ_{gi}= 1.00		γ_{gs}= 1.00 / γ_{gi}= 1.00
ACCIDENTAL	γ_A = 0.00 / γ_A = 1.00					

ATENCION

IMPORTANTE:
1. COTAS Y RASANTES A COMPROBAR EN OBRA
2. CONSULTAR EN PLANOS DE ARQUITECTURA Y REPLANTEO LA POSICIÓN Y/O FORMA DE LOS ELEMENTOS REPRESENTADOS EN ESTE DOCUMENTO.
3. EN ESTE PLANO SÓLO SE ACOTAN LAS MEDIDAS PROPIAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.
4. CONSULTAR LOS PLIEGOS DE CONDICIONES PARA LA PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN ARMADO Y LA EJECUCIÓN DE LOS FORJADOS.
5. LAS JUNTAS DE HORMIGONADO PERMANECERÁN LIMPIAS, RUGOSAS Y HÚMEDAS AL HORMIGONAR.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ESPECIFICACIONES DE CONTROL

SE RESPETARÁN LOS TIPOS, CARACTERÍSTICAS, CALIDADES, RESISTENCIAS, LÍMITES ELÁSTICOS, ETC., DEFINIDOS EN EL CUADRO "MATERIALES ESTRUCTURALES", ASÍ COMO LOS NIVELES DE CONTROL DE MATERIALES Y DE EJECUCIÓN EN TALLER E IN SITU, ACORDES CON LAS INDICACIONES Y LOS COEFICIENTES DE PONDERACIÓN EXPRESADOS EN EL MISMO CUADRO. O BIEN, SI FUERAN MÁS EXIGENTES, LOS VALORES Y CONDICIONES DEFINIDOS EN OTROS DOCUMENTOS DEL PROYECTO (MEMORIA Y ANEJOS, PLANOS, PLIEGO, ETC.), CON CARÁCTER COMPLEMENTARIO SE AÑADEN LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES:

(A) SE CONTROLARÁN EXPRESAMENTE SEGÚN NORMA CTE-SE-A, UNE-EN-10025-94, UNE-ENV-1993-1-1/A1/1996 Y EN-10113-93 LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FÍSICAS DE LOS ACEROS CORRESPONDIENTES A LOS TIPOS DEFINIDOS EN EL CUADRO, INCLUSO RESILIENCIA.

(B) EL PROGRAMA DE AUTO CONTROL Y CONTROL DE CALIDAD EXTREMO DE MATERIALES, UNIONES Y EJECUCIÓN DEBERÁ SER SOMETIDO A APROBACIÓN PREVIA Y SEGUIMIENTO POSTERIOR EXPRESO.

(C) LAS DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA HORMIGÓN SE EXPRESAN EN CENTÍMETROS O EN METROS Y LA ESTRUCTURA METÁLICA EN MILÍMETROS O EN METROS, SALVO ESPECIFICACIÓN EN CONTRA.

(D) SE GARANTIZARÁ EL RECUBRIMIENTO DE LAS ARMADURAS MEDIANTE EL EMPLEO DE CALZOS Y PIES DE PATO, CUYA SITUACIÓN Y DISTANCIA SE AJUSTE A LO INDICADO EN EL ART. 37.2.5 DE LA EHE-08.

(E) PREPARACIÓN DE BORDES Y RADIOGRAFÍA SEGÚN CTE-SE-A EN TODAS LAS SOLDADURAS DE PENETRACIÓN COMPLETA (P.C.), Y POR TANTO EN TODOS LOS EMPALMES Y SOLDADURAS A TOPE, QUE SERÁ SIEMPRE DE PENETRACIÓN COMPLETA.

(F) EN LOS CASOS EN LOS QUE NO ESTÉ DEFINIDA LA SOLDADURA, LOS CORDONES EN ÁNGULO ENTRE CHAPAS Y PERFILES NO MARCADOS TENDRÁN UN ESPESOR DE 0.7 POR EL ESPESOR MÍNIMO DE LAS CHAPAS A UNIR TODAS LAS SOLDADURAS SERÁN CONTINUAS, SALVO ESPECIFICACIÓN EN CONTRA.

(G) VIVIENDAS: R=90 APARCAMIENTO: R=120

EL DIMENSIONADO Y DEFINICIÓN DE LOS RECUBRIMIENTOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE HA REALIZADO PARA R=90 POR LO QUE PARA AQUELLOS ELEMENTOS LOCALIZADOS EN ZONA DE R=120 A RESISTENCIA AL FUEGO REQUERIDA DEBE SER OBTENIDA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CAPAS PROTECTORAS. LAS PROPIEDADES Y FUNCIONAMIENTO DEL MATERIAL AISLANTE EMPLEADO EN DICHAS CAPAS DEBEN SER DETERMINADAS UTILIZANDO PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO SEGÚN ESTABLEZCA LA NORMATIVA VIGENTE.

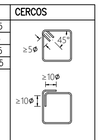
LONGITUDES DE ANCLAJE Y SOLAPO

ANCLAJE POR PROLONGACION RECTA, PATILLA O GANCHO (L_b), cm						
ELEMENTO:	ø8	ø10	ø12	ø16	ø20	ø25
PILAR/MURO/ARM. INF. VIGA/LOSA	20	25	30	40	60	95
ARM. SUPERIOR VIGA/LOSA	30	36	45	60	85	135
DIAMETRO DE DOBLADO, d	3,2	4	4,8	6,4	14	17,5



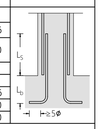
*DIAMETRO DE DOBLADO/DESDOBLADO PROVISIONAL DE BARRAS = 12ø

CERCOS



EMPALMES POR SOLAPO DE BARRAS (L_s), cm							
ELEMENTO:		ø8	ø10	ø12	ø16	ø20	ø25
MURO	S < 15 cm	30	50	60	80	120	190
	S >= 15 cm		35	42			
MALLAS EN FORJADOS	ARM. SUPERIOR	30	40	50	–	–	–
	ARM. INFERIOR	25	30	35	–	–	–
VIGA/LOSA	ARM. SUPERIOR	40	72	86	115	170	265
	ARM. INFERIOR	30	50	60	80	120	190
PILAR		30	50	60	80	120	190

*S: SEPARACION // CON ACCIONES SISMICAS, AUMENTAR LONG. EN 10ø.



NORFER INGENIEROS, SL - ESTUDIO DE ESTRUCTURAS E INGENIERÍA
EDIFICIO IBAETA. PORTUETXE BIDEA 14. 2º DESP C
20018 DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN
943 311335 943 311335 estudio@norferingenieros.com

INGENIEROS ESTRUCTURISTAS:
JOSE IGNACIO UCIN
IÑAKI UCIN
col: 3.598

PROMOTOR:
KUARTANGOKO UDALA
AYUNTAMIENTO DE KUARTANGO

PROYECTO:
PROYECTO DE NUEVA CUBIERTA EN KUARTANGO. ARABA

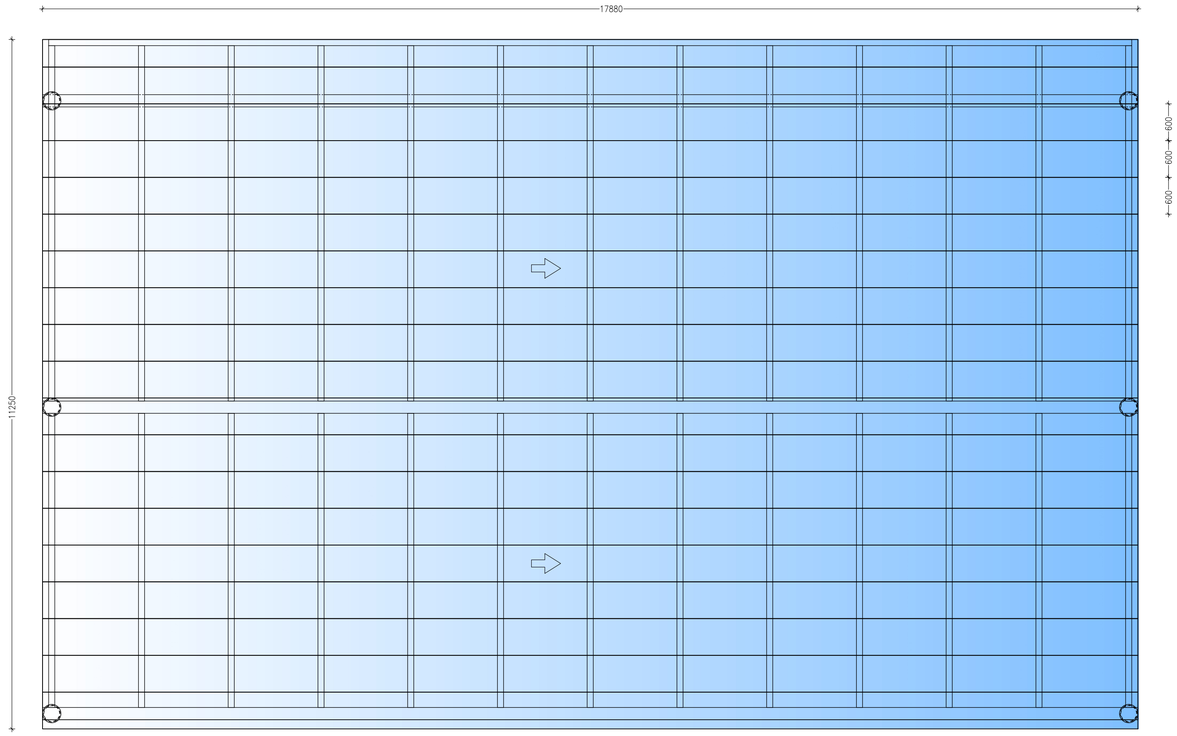
REV. Nº	FECHA	DESCRIPCION
-	-	-

PLANO:
DETALLES

DONOSTIA. JUNIO 2026

PLANO Nº
4

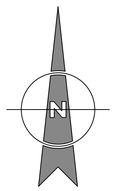
ESCALA FORMATO A-1	ESCALA FORMATO A-3
VARIAS	VARIAS



E: 1/50

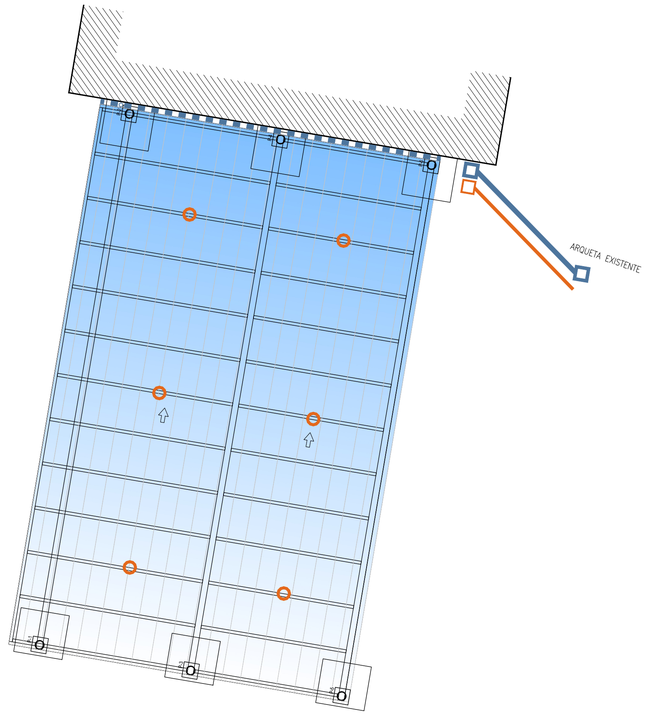
PLANTA DE CUBIERTA

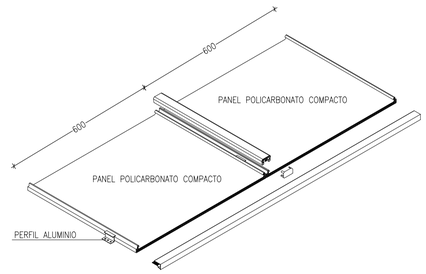




SIMBOLOGIA PLUVIALES	
	Arqueta 40x40x40
	Conduccion subterranea
	Bajante Ø110mm
	Canalon galvanizado con rejilla superior

SIMBOLOGIA INSTALACION ELECTRICA	
	Arqueta 40x40x40
	Conduccion subterranea
	Luminaria tipo FLOOD SPLIT SOLAR SENSOR 30w





DETALLE PANEL POLICARBONATO COMPACTO

NORFER INGENIEROS, SL - ESTUDIO DE ESTRUCTURAS E INGENIERÍA
EDIFICIO IBAETA. PORTUETXE BIDEA 14. 2º DESP C
20018 DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN
943 311335 943 311335 estudio@norferingenieros.com

INGENIEROS ESTRUCTURISTAS:
JOSE IGNACIO UCIN
IÑAKI UCIN
col: 3.598

PROMOTOR:
KUARTANGOKO UDALA
AYUNTAMIENTO DE KUARTANGO

PROYECTO:
PROYECTO DE NUEVA CUBIERTA EN KUARTANGO. ARABA

REV. Nº	FECHA	DESCRIPCION
-	-	-

PLANO:
CUBIERTA e INSTALACIONES

DONOSTIA. JUNIO 2026

PLANO Nº 5

ESCALA FORMATO A-1	ESCALA FORMATO A-3
1/50	1/100

ANEJOS

1.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS. D. 112/2012 (BOPV 171, 3 de sept. de 2012)

Tabla de contenido

1. ANTECEDENTES 62
2. CONTENIDO DEL DOCUMENTO 62
3. NORMATIVA NACIONAL Y AUTONÓMICA 64
3.1. Normativa EUROPEA 64
3.2. Normativa Estatal 64
3.3. Normativa Autonómica 65
4. AGENTES 67
5. DATOS DE LA OBRA 68
5.1. Datos generales y de ubicación de la obra 68
5.2. Tipo de Obra 68
5.3. Actividad previa del edificio 68
6. IDENTIFICCIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS A GENERAR **¡Error! Marcador no definido.**
6.1. Inventario de los residuos peligrosos 70
7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA 71
7.1. Medidas de carácter general 71
7.2. Medidas específicas a adoptar para la prevención de RCD 72
8. OPERACIONES DE VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS 77
8.1. previsión de reutilización en la misma obra u otros emplazamientos externos 77
8.2. PreVisión de operaciones de valorización "in situ" de RCDs generados
8.3. PreVisión de operaciones de valorización "ex situ" de RCDs generados 79
8.4. PreVisión de operaciones de eliminación de RCDs generados **¡Error! Marcador no definido.**
9. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA 84
10. INSTALACIONES PARA ALMACENAMIENTO, MANEJO U OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN 85
10.1. Almacenamiento de los RCD dentro de la obra 85
10.2. Manejo de RCD dentro de la obra 86
10.3. Planos de emplazamiento 87
11. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS 88
11.1. Con carácter general 88
11.2. Con carácter particular 89
12. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDs 92

1. ANTECEDENTES

El presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición se redacta en base al PROYECTO DE EJECUCION DE CUBIERTA EN KUARTANGO, redactado por el técnico Iñaki Ucin Iribar nº col: 3.598 del Colegio de Ingenieros Industriales de Gipuzkoa de acuerdo con el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición, así como con el Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

El presente Estudio realiza una estimación de los residuos que se prevé que se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra y habrá de servir de base para la redacción obligatoria del correspondiente Plan de Gestión de Residuos (PGR) por parte del Constructor (poseedor). En dicho Plan se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

Todos los materiales derivados de la construcción y demolición, recogidos en el proyecto, deberán gestionarse adecuadamente según los gestores autorizados incluidos en el presente Estudio de Gestión de Residuos, de acuerdo con el principio de Jerarquía contemplado en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

Igualmente, y de acuerdo con el Decreto 112/2012, tras la finalización de las obras la dirección facultativa deberá confeccionar y entregar al promotor-productor el Informe Final de Gestión de Residuos (IFG) verificado por un Colegio Profesional (Decretos 212/2012 y 407/2013), junto con la tabla del Anexo III y los documentos acreditativos oportunos.

2. CONTENIDO DEL DOCUMENTO

De acuerdo con el Real Decreto 105/2008 tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación, reciban un tratamiento adecuado, y de este modo contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Dicho Real Decreto, establece que determinados aspectos de la materia deben ser regulados por la legislación específica que se apruebe por las Comunidades Autónomas.

A tal efecto y de acuerdo con el Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma del País Vasco, el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el Anexo I dispondrá del siguiente contenido:

a) Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos y materiales de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
b) Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
c) Las operaciones de valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
d) Las medidas para la separación de los residuos en obra.
e) La descripción de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Así mismo se

presentará plano de su emplazamiento dentro de la obra, los criterios utilizados para justificar dicho emplazamiento y las condiciones que deben satisfacerse obligatoriamente en caso de que se pretenda modificar su emplazamiento durante el transcurso de la obra. Cualquier modificación tanto de dichas instalaciones como de su emplazamiento requerirá autorización expresa de la dirección facultativa de la obra.

f) Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
g) Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.
h) Un inventario de los residuos peligrosos que se generarán.
i) En obras de demolición de edificios o instalaciones potencialmente contaminados deberá elaborarse un estudio adicional con el contenido que se establece en el Anexo II a este Decreto.

3. NORMATIVA NACIONAL Y AUTONÓMICA

3.1. Normativa EUROPEA

General:

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Decisión de la Comisión, de 16 de enero de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE en lo que se refiere a la lista de residuos.

Envases y residuos de envases:

- Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 1994 relativa a los envases y residuos de envases.
- Decisión de la Comisión de 28 de enero de 1997 por la que se establece el sistema de identificación de materiales de envase de conformidad con la Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a los envases y residuos de envases.
- Decisión de la Comisión de 8 de febrero de 1999 por la que se establecen las condiciones para la no aplicación a las cajas de plástico y a las paletas de plástico de los niveles de concentración de metales pesados fijados en la Directiva 94/62/CE ...
- Decisión de la Comisión, de 28 de junio de 2001, relativa a la publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas de las referencias de las normas EN 13428:2000, EN 13429:2000, EN 13430:2000, EN 13431:2000 y EN 13432:2000 ...
- Comunicación de la Comisión en el marco de la aplicación de la Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases. Publicación de títulos y referencias de normas armonizadas.
- Decisión de la Comisión, de 22 de marzo de 2005, por la que se establecen los modelos relativos al sistema de bases de datos de conformidad con la Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los envases y residuos de envases.

3.2. Normativa Estatal

General:

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Orden AAA/699/2016, de 9 de mayo, por la que se modifica la operación R1 del anexo II de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

Residuos de construcción y demolición:

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Traslado de residuos:

- Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

Residuos peligrosos

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- Orden de 13 de octubre de 1989 por la que se determinan los métodos de caracterización de los Residuos Tóxicos y Peligrosos.

Envases y residuos de envases:

- LEY 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Transposición de la Directiva 94/62.
- Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, y por el que se modifica el Reglamento para su ejecución, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril.
- Orden de 27 de abril de 1998 por la que se establecen las cantidades individualizadas a cobrar en concepto de depósito y el símbolo identificativo de los envases que se pongan en el mercado a través del sistema de depósito, devolución y retorno regulado en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Orden de 21 de octubre de 1999 por la que se establecen las condiciones para la no aplicación de los niveles de concentración de metales pesados establecidos en el artículo 13 de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, a las cajas y paletas de plástico reutilizables que se utilicen en una cadena cerrada y controlada.
- Orden de 12 junio de 2001 por la que se establecen las condiciones para la no aplicación a los envases de vidrio de los niveles de concentración de metales pesados establecidos en el artículo 13 de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Orden MAM/3624/2006, de 17 de noviembre, por la que se modifican el Anejo 1 del Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril y la Orden de 12 junio de 2001, por la que se establecen las condiciones para la no aplicación a los envases de vidrio de los niveles de concentración de metales pesados establecidos en el artículo 13 de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 1416/2001, de 14 de diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios.

Aceites y lubricantes industriales usados:

- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.

3.3. Normativa Autonómica

General:

- Ley 3/1998, de 27 de febrero, General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco.

Residuos de Construcción y Demolición:

- Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición.
- Orden, de 12 de enero de 2015, de la Consejera de Medio Ambiente y Política Territorial por la que se establecen los requisitos para la utilización de los áridos reciclados procedentes de la valorización de Residuos de Construcción y Demolición.

Aceites y lubricantes industriales usados:

- Decreto 259/1998, de 29 de septiembre, por el que se regula la gestión del aceite usado en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

Vertederos:

- Decreto 49/2009 de 24 Feb. CA País Vasco (eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y la ejecución de los rellenos).

Suelos contaminados:

- Ley 4/2015, de 25 junio, para la corrección y protección de la contaminación del suelo.

4. AGENTES

PROMOTOR / PRODUCTOR

Sociedad Mercantil	AYUNTAMIENTO DE KUARTANGO
CIF	
Dirección postal	ZUAZU DE KUARTANGO S/N 1430 - KUARTANGO
Nombre y apellidos del representante legal	
NIF	
Nº de teléfono de contacto	
Nº de fax	
E-mail	

CONTRATISTA / POSEEDOR

Sociedad Mercantil	
CIF	
Dirección postal	
Nombre y apellidos del representante legal	
NIF	
Nº de teléfono de contacto	
Nº de fax	
E-mail	

SUSCRIPTOR DE PROYECTO

Nombre	IÑAKI UCIN IRIBAR
NIF	72462579K
Dirección postal	PORTUETXE BIDEA 14, 2º OF "C"
Nombre y apellidos del técnico colegiado nº de colegiado, Colegio	IÑAKI UCIN IRIBAR (3.598)
Nº de teléfono de contacto	617880913
Nº de fax	
E-mail	iucin@norferingenieros.com

SUSCRIPTOR DE EGR

Nombre	IÑAKI UCIN IRIBAR
NIF	72462579K
Dirección postal	PORTUETXE BIDEA 14, 2º OF "C"
Nombre y apellidos del técnico colegiado nº de colegiado, Colegio	IÑAKI UCIN IRIBAR (3.598)
Nº de teléfono de contacto	617880913
Nº de fax	
E-mail	iucin@norferingenieros.com

5. DATOS DE LA OBRA

5.1. Datos generales y de ubicación de la obra

Dirección postal	ZUAZU DE KUARTANGO S/N 1430 - KUARTANGO
Número fijo catastral	
Fincas colindantes	
Norte	
Sur	
Este	
Oeste	
Coordenadas UTM X	
Coordenadas UTM Y	
Superficie de la parcela	
Superficie construida	
Nº de licencia	

5.2. Tipo de Obra

Descripción de la obra	• Realizar zapatas aisladas • Montar la estructura • Instalar el cerramiento • Instalaciones: pluviales
Tipo de actuación: construcción, demolición, reforma o urbanización	Nueva cubrición
Tipo de estructura: fábrica, metálica, hormigón, madera, mixta (especificar)	Metálica y madera
Número de plantas, especificando sótanos	1 Cubierta ligera

5.3. Actividades previas del edificio

CNAE Familia	NO
Subfamilia	NO
¿Ha existido en el emplazamiento alguna actividad potencialmente contaminante del suelo?	
¿ Está el emplazamiento incluido en el inventario de suelos que soportan o han soportado actividades o instalaciones potencialmente contaminantes según DECRETO 165/2008, de 30 de septiembre**?**	

6. IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS A GENERAR

De acuerdo con el anexo I apartado a) del Decreto 112/2012, es preciso realizar la cuantificación de residuos previamente identificados en arreglo a la Lista Europea de Residuos (Códigos LER) publicada por orden MAM/304/2002 de 8 de febrero y a sus modificaciones posteriores.

Se identifican 2 categorías de residuos de construcción y demolición:

- RCD de Nivel 1: Residuos de construcción y demolición excedentes de la excavación y los movimientos de tierras de las obras cuando están constituidos por tierras y materiales pétreos no contaminados.
- RCD de Nivel 2: Residuos de construcción y demolición no incluidos en los de nivel I,

generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

En arreglo a las tablas de cuantificación contendidas en el Anexo I del Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, se ha procedido a la cuantificación de los residuos. Para ello se han definido los siguientes parámetros fundamentales:

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS		
TIPO DE OBRA	Nueva Cubierta	
USO	Publica concurrencia	
ESTRUCTURA		
UNIDAD DE MEDICIÓN DE OBRA SEGÚN TIPO DE OBRA	240,00	m^2
RATIO GLOBAL DE GENERACIÓN	0,0841	t/m^2
UNIDADES TOTAL DE LA OBRA	25,23	t

A.- ESTIMACIÓN DEL VOLUMÉN DE RESIDUOS					
1) RCDs Nivel 1					
LER	Concepto	Porcentaje	Volumen (m^3)	Densidad (t/m^3)	Peso (t)
17 05 04	Tierras y rocas no contaminadas	67,00	10,60	1,50	15,90
	TOTAL RCDs NIVEL 1	67,00%	10,60		15,90

2) RCDs Nivel II					
RCD: Naturaeza no petrea					
LER	Concepto	Porcentaje	Volumen (m^3)	Densidad (t/m^3)	Peso (t)
17 02 01	Madera	6,00%	2,30	0,60	1,38
17 02 03	Plasticos	2,00%	0,60	0,90	0,54
TOTAL ESTIMACIÓN		8,00%	2,90		1,92

RCD: Naturaleza petrea					
LER	Concepto	Porcentaje	Volumen (m^3)	Densidad (t/m^3)	Peso (t)
17 01 01	Hormigón	21,00%	2,00	2,50	5,00
TOTAL ESTIMACIÓN		21,00%	2,00		5,00

RCD: Potencialmente peligrosos y otros					
LER	Concepto	Porcentaje	Volumen (m^3)	Densidad (t/m^3)	Peso (t)
TOTAL ESTIMACIÓN		0,00%			

TOTAL RCDs NIVEL 2	33,00%			7,89

	Porcentaje	Volumen (m^3)		Peso (t)
TOTAL RCDs	100,00%	20,24		23,79

6.1. Inventario de los residuos peligrosos

De acuerdo con el Anexo I apartado h) del Decreto 112/2012, es preciso realizar un inventario de los residuos peligrosos.

No se estima la generación de residuos peligrosos.

7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA

A continuación, se describen las medidas que se tomarán en la obra con el fin de prevenir la generación de residuos. Estas medidas deben interpretarse por el poseedor de los residuos como una serie de directrices a cumplir a la hora de elaborar el Plan de Gestión de Residuos.

Bajo el concepto de prevención de residuos, se incluyen todas aquellas medidas que consigan evitar o reducir la cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD) que sin su aplicación se producirían, o bien que consigan reducir la cantidad de sustancias peligrosas contenidas en los RCD que se generen, disminuyendo el carácter de peligrosidad de los mismos, mejorando de esta forma su posterior gestión tanto desde el punto de vista medioambiental como económico.

También, se incluyen dentro del concepto de prevención todas las medidas que mejoren la eficiencia del reciclaje de los productos que con el tiempo se convertirán en residuos, en particular disminuyendo su contenido en sustancias peligrosas. Todas las medidas deben apuntar a la reducción en origen de la generación de RCD.

7.1. Medidas de carácter general

Se deberá minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan, así como los residuos que se originan en la obra. Al menos se contemplarán las siguientes:

- exceso de materias primas, además de encarecer la obra, es origen de un mayor volumen de residuos sobrantes durante la ejecución.
- A la hora de elegir los materiales, prevalecerá la adquisición de aquellos procedentes de procesos de reciclado y/o reutilización y de aquellos que sean reutilizables y/o reciclables. En la medida de lo posible, se exigirán los certificados que acrediten dichos procesos a los suministradores.
- Se elegirán siempre que sea posible, materiales sin envolturas y envases innecesarios.
- Se intentará emplear materiales cortados a medida para minimizar las mermas en obra.
- Antes del inicio de las actividades se formará a los operarios para el buen uso de materiales y las buenas prácticas en lo referente a la utilización de materiales y gestión de residuos en obra. De tal forma que todo operario deberá conocer la situación del Punto Limpio, deberá saber identificar y separar residuos y conocerá sus obligaciones al respecto.
- Formación del personal de obra que participa en los aspectos administrativos de la gestión de los residuos: el personal debe ser capaz de rellenar partes de transferencia de residuos al transportista (apreciar cantidades y características de los residuos), verificar la calificación de los transportistas y supervisar que los residuos se manipulan correctamente.
- Se detallará de qué forma, por qué medios y con qué recursos se realizará toda la política de comunicación y formación sobre la gestión de los RCD a los trabajadores de la obra y a las nuevas subcontratas, cuando proceda.

- Minimización de los residuos que se originan: Se organizarán las ubicaciones de los acopios en zonas de bajo tránsito, evitando la rotura innecesaria de piezas y por tanto la generación de nuevos residuos.
- Para prevenir la generación de residuos se deberá prever la instalación de un punto de almacenaje de productos sobrantes reutilizables, de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos, sino que se proceda a su aprovechamiento posterior por parte del Constructor.
- Minimización de los residuos que se originan: Se llevará un estricto control de los acopios de materiales a utilizar, evitando el derroche, la pérdida, abandono y deterioro de materias primas potencialmente aprovechables. Los materiales a utilizar se preservarán del deterioro, acopiándolos en zonas protegidas de robos, lluvia, insolación y otros factores degradantes. Se mantendrán los acopios limpios, ordenados y correctamente balizados.
- Para los residuos peligrosos, se buscará siempre una alternativa que evite su compra, en caso de acopiarlos, los envases se emplearan completamente y se evitará la mezcla de los mismos. Se adecuará una zona específica de almacenamiento.
- Se designará a un responsable para la limpieza y orden de las actividades, cuyas responsabilidades, entre otras, serán:
    - Mantener el orden y limpieza de la zona de obra.
    - Mantenimiento del orden y limpieza de los acopios de materiales.
    - Control de los operarios y de las actividades en lo referente al derroche y cuidado de material.
    - Aleccionar y mentalizar al resto de trabajadores. Control del comportamiento ante la limpieza.
    - Información a los responsables de obra de las malas actuaciones y deficiencias en el uso o disposición de materiales.

7.2. Medidas específicas a adoptar para la prevención de RCD

A continuación, se describen las medidas a que se deberán adoptar para la prevención de los diferentes residuos de construcción y demolición que se prevén generar en la obra.

7.2.1. Hormigón

- Programar correctamente la llegada de camiones de hormigón para evitar el principio de fraguado y, por tanto, la necesidad de su devolución a planta que afecta a la generación de residuos y a las emisiones derivadas del transporte.

- Aprovechar los restos de hormigón fresco, siempre que sea posible (en la mejora de los accesos, zonas de tráfico, etc.).

7.2.2. Chatarra y ferralla

- Centralizar, siempre que se pueda y exista suficiente espacio en obra el montaje de elementos armados.

- Almacenar correctamente los materiales para protegerlos de la intemperie y evitar la corrosión en el caso de los metales.
- Aprovechar los materiales y los recortes de material y favorecer el reciclaje de aquellos elementos que tengan opciones de valorización.
- Optimizar el corte de chapas para reducir al mínimo los recortes.

7.2.3. Madera

- Realizar los cortes de madera con precisión para aprovechar el mayor número de veces posible, respetando siempre las exigencias de calidad.
- Almacenar correctamente los materiales pata protegerlos de la intemperie y evitar su deterioro y transformación en residuo.
- Aprovechar los materiales y los recortes y favorecer el reciclaje de aquellos elementos que tengan opciones de valorización.
- Acopiar separadamente, reutilizar, reciclar o llevar a gestor autorizado.
- Acopiar la madera de manera protegida de golpes o daños.
- Para tratar la madera, elegir alternativas a los protectores químicos.

7.2.4. Plástico, papel y cartón

- Comprar materiales evitando envoltorios innecesarios.
- Comprar materiales al por mayor con envases de un tamaño que permita reducir la producción de residuos de envoltorios.
- Dar preferencia a aquellos proveedores que envasan sus productos con sistemas de embalaje que tienden a minimizar los residuos.
- Dar preferencia a los proveedores que elaboran los envases de sus productos con materiales reciclados, biodegradables, o que puedan ser retornados para su reutilización.
- Contratar proveedores de materiales con Sistema Integrado de Gestión de embalajes y recogida de los mismos para su reutilización y/o reciclaje mediante gestor autorizado.

7.2.5. Albañilería, revestimientos de suelos y paredes

- Realizar los cortes con la precisión necesaria para favorecer el uso de ambas partes de la pieza.
- Disponer de una central de corte para evitar la dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillo, bloques de cemento, baldosas, etc.
- Evitar la compra de colas con componentes peligrosos.

7.2.6. Aceites minerales y sintéticos

- Establecer una sistemática para el almacenamiento y la recogida por gestor autorizado.
- Recoger en envases sólidos y resistentes, sin defectos estructurales ni fugas.
- Depositar en bidones, que se trasladan cerrados desde el taller hasta el almacén.
- Almacenar en cisternas reconocibles y con letrero etiquetado.
- Almacenar evitando mezclas con agua, con residuos oleaginosos, o con policlorofenilos, u otros RP.
- Avisar al Gestor Autorizado cuando la cisterna está ¾ llena, o a los cinco meses de almacenamiento.
- Evitar vertidos en cauces o en alcantarillado.
- Evitar depósitos en el suelo.
- Evitar tratamientos que afecten a la atmósfera.
- Inscribir en la Hoja de control interno de RP.
- Reducir la cantidad generada reduciendo la frecuencia de cambio de aceite.
- Reducir la cantidad generada manteniendo las máquinas en buen estado.
- Reducir la cantidad generada usando las máquinas en su rango de mayor eficiencia.

7.2.7. Productos líquidos

- Almacenar estos productos en lugar específico preparado para tal fin.
- Tapar los productos líquidos una vez finalizado su uso para evitar evaporación y vertidos por vuelcos accidentales.
- Usar detergentes biodegradables, sin fosfatos ni cloro.
- Reducir el uso de disolventes.
- Calcular la cantidad de pintura necesaria para evitar sobrantes.
- Vaciar los recipientes de pintura antes de gestionarlos. Almacenar la pintura sobrante y, siempre que sea posible, reutilizarla.

7.2.8. Fluorescentes o mercuroluminiscentes

- Se establece una sistemática para almacenamiento y recogida por un gestor autorizado.
- Se evitará su rotura.
- Se almacenan en envases dedicados.
- Se reduce su número por aumento de la vida útil mediante:

- Buen mantenimiento
- Uso en el rango de mayor eficiencia
- Mejora tecnológica

7.2.9. Baterías y acumuladores

- Se establece una sistemática para almacenamiento y recogida por un gestor autorizado.
- Se evitará su rotura.
- Se almacenan en envases dedicados.

7.2.10. Amianto

- Se cumplirá lo estipulado en el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Los procedimientos de trabajo deberán concebirse de tal forma que no produzcan fibras de amianto o, si ello resultara imposible, que no haya dispersión de fibras de amianto en el aire.
- Las fibras de amianto producidas se eliminarán, en las proximidades del foco emisor, preferentemente mediante su captación por sistemas de extracción, en condiciones que no supongan un riesgo para la salud pública y el medio ambiente.
- Todos los locales y equipos utilizados deberán estar en condiciones de poderse limpiar y mantener eficazmente y con regularidad.
- El amianto o los materiales de los que se desprendan fibras de amianto o que contengan amianto deberán ser almacenados y transportados en embalajes cerrados apropiados y con etiquetas reglamentarias que indiquen que contienen amianto.
- Los residuos, excepto en las actividades de minería que se regirán por lo dispuesto en su normativa específica, deberán agruparse y transportarse fuera del lugar de trabajo lo antes posible en embalajes cerrados apropiados y con etiquetas que indiquen que contienen amianto. Posteriormente, esos desechos deberán ser tratados con arreglo a la normativa aplicable sobre residuos peligrosos. Asimismo, los lugares donde dichas actividades se realicen:
  - Deben estar claramente delimitados y señalizados.
  - Que no puedan ser accesibles a otras personas.
  - Que sean objeto de la prohibición de beber, comer y fumar.

- La utilización de los equipos de protección individual de las vías respiratorias no podrá ser permanente y su tiempo de utilización, para cada trabajador, deberá limitarse al mínimo estrictamente necesario sin que en ningún caso puedan superarse las 4 horas diarias. Durante los trabajos realizados con un equipo de protección individual de las vías respiratorias se deberán prever las pausas pertinentes en función de la carga física y condiciones climatológicas.

- Los trabajadores deberán disponer de ropa de protección apropiada o de otro tipo de ropa especial adecuada, facilitada por el empresario; dicha ropa será de uso obligatorio durante el tiempo de permanencia en las zonas en que exista exposición al amianto y necesariamente sustituida por la ropa de calle antes de abandonar el centro de trabajo, asimismo, los trabajadores dispondrán de instalaciones o lugares para guardar de manera separada la ropa de trabajo o de protección y la ropa de calle.

- Los residuos con contenido de amianto (cubiertas, tubería, juntas, material de calorifugado, depósitos, otros materiales de fibrocemento, etc.) o de materiales que pudieran estar contaminados con fibras de amianto como EPIs desechables, buzos, cubre calzados, filtros, plásticos de recubrimiento, etc., deberán recogerse y transportarse fuera del lugar de trabajo lo antes posible, en recipientes cerrados apropiados, que impidan la emisión de fibras de amianto al ambiente.

- Estos residuos, considerados como peligrosos, correctamente envasados y etiquetados (RD. 952/1997), serán gestionados de acuerdo a la legislación vigente (RD.1406/89 Anexo II) para su transporte en camión autorizado a vertedero con autorización expresa de la Consejería de Medio Ambiente, para la recogida de este tipo de residuos.

8. OPERACIONES DE VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS

De acuerdo con el Decreto 112/2012, se deberá efectuar de manera obligatoria la clasificación de los residuos que se producen, de manera que sea más fácil su valorización y gestión por el gestor de residuos.

Igualmente, y de acuerdo con el principio de jerarquía establecido en la Ley 22/2011 (Orden de prelación: prevención-minimización, reutilización, valorización in situ, valorización ex situ, eliminación-vertedero), la recogida selectiva de los residuos debe ir encaminada tanto a facilitar la reutilización valorización de los residuos, como a mejorar su gestión en el vertedero. Así, los residuos, una vez clasificados pueden enviarse a gestores especializados en el reciclaje o deposición de cada uno de ellos, evitándose así transportes innecesarios motivados debido a la alta heterogeneidad de los residuos o por contener materiales no admitidos por el vertedero o la central recicladora.

Con el fin de realizar una gestión eficaz de los residuos, se deberán conocer las mejores posibilidades para su gestión. Se tratará, por tanto, de analizar las condiciones técnicas necesarias y, antes de empezar los trabajos, se definirá un conjunto de prácticas para una buena gestión de la obra, que el personal deberá cumplir durante la ejecución de los trabajos.

8.1. previsión de reutilización en la misma obra u otros emplazamientos externos

Según la Directiva Europea 2008/98/CE, se considera reutilización a cualquier operación mediante la cual productos o componentes que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.

Se deberá planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización, identificando en cada una fase de obra, las cantidades y características de los residuos que se originarán en el proceso de ejecución, con el fin de hacer una previsión de los métodos adecuados para su minimización reutilización y de las mejores alternativas para su deposición.

Se dispondrá de un directorio de los compradores de residuos, vendedores de materiales reutilizados y recicladores más próximos, que se presentará al director de obra previo al inicio de la obra dentro del PGR.

En la tabla adjunta se marcan las operaciones previstas y el destino previsto inicialmente para los materiales.

	OPERACIÓN PREVISTA DE REUTILIZACIÓN	**DESTINO INICIAL**
	No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamiento externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado.	Externo
	Reutilización de tierras procedentes de la excavación.	In situ o en otra obra, o en relleno autorizado
	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización.	In situ o en otra obra, o en relleno autorizado
	Reutilización de materiales cerámicos.	In situ o valorización in situ.

	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio…	In situ o valorización in situ.
	Reutilización de materiales metálicos.	In situ o valorización in situ.
x	Procurar retornar los palets al proveedor.	¿Sistema de Gestión Integrado?
	Reutilizar las lonas y otros materiales de protección, andamios, etc.	¿Sistema de Gestión Integrado?
	Reutilizar el mobiliario y enseres.	Recogedor de mobiliario

Según la Directiva Europea 2008/98/CE, se considera valorización a cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función, en la instalación o en la economía en general.

De acuerdo con el Decreto 112/2012, la valorización in situ, es aquella que se produce en la propia obra donde se genera el residuo, lo cual presupone la necesidad de una autorización ambiental de la planta de tratamiento (móvil generalmente). Por tanto, la realización de valorización in situ estará sujeta a las determinaciones contempladas en los artículos y anexos del Decreto 112/2012:

- Artículo 11. – Actividades de valorización de residuos de construcción y demolición.
- Artículo 12. – Valorización de residuos de construcción y demolición en plantas móviles.
- ANEXO IV Requisitos técnicos de las plantas móviles.

Los materiales derivados del yeso reducen las opciones de reciclaje y/o valorización del residuo pétreo por lo que se deberá ser riguroso en la separación de los residuos pétreos.

En la tabla adjunta se marcan las operaciones previstas de valorización in situ:

Según el Anexo I, Parte B de la Orden MAM/304/2002, las operaciones de valorización posibles son las siguientes:

	OPERACIONES PREVISTAS DE VALORIZACIÓN IN SITU
	R1 Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía.
	R2 Recuperación o regeneración de disolventes.
	R3 Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes (incluidas las operaciones de formación de abono y otras transformaciones biológicas).
	R4 Reciclado o recuperación de metales y de compuestos metálicos.
	R5 Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.
	R6 Regeneración de ácidos o de bases.
	R7 Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación.
	R8 Recuperación de componentes procedentes de catalizadores.
	R9 Regeneración u otro nuevo empleo de aceites.
	R10 Tratamiento de suelos, produciendo un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos.

	R11 Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R10.
	R12 Intercambio de residuos para someterlos a cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R11.
	R13 Acumulación de residuos para someterlos a cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R12 (con exclusión del almacenamiento temporal previo a la recogida en el lugar de la producción).

Nota*: La valorización de residuos pétreos se identifica con la operación R11.

8.3. PreVisión de operaciones de valorización "ex situ" de RCDs generados

Para el destino previsto de los residuos de valorización "ex situ", los no reutilizables ni valorizables "in situ", se tendrá en cuenta que las empresas de gestión y tratamiento de residuos procedentes de la obra descrita en el presente estudio estarán en todo caso autorizadas por el Gobierno Vasco para la gestión de residuos peligrosos y no peligrosos.

Se debe hacer hincapié en el necesario control y seguimiento de la documentación que acompaña a la gestión de los RCD. Cada entrega de residuos debe constar en un documento en el que figuren al menos:

1. Identificación del poseedor
2. Identificación del productor
3. Obra de procedencia
4. Número de licencia
5. Cantidad en t. y/o en m3 de RCD según la codificación en vigor
6. Identificación del gestor de destino

La terminología de los residuos producidos durante los trabajos de construcción y demolición:

RCD: Residuos de la Construcción y la Demolición

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

RNP: Residuos no peligrosos

RP: Residuos peligrosos (No existentes en el proyecto de referencia)

GA: Gestor Autorizado

PR: Planta de reciclaje de RCD

(*) Residuos potencialmente peligrosos.

	LER	DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO	DESTINO
		02.01 Insecticidas		
	02.01.08*	Insecticidas y pesticidas	Tratamiento Físico/Químico Depósito de seguridad	GA de RP

		03.03 Papel y cartón		
	03.03.08	Papel-Cartón	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
		04.02 Textiles		
	04.02.22	Textiles	Reciclado	GA de RNP
		08.01 Pinturas y barnices		
	08.01.11*	Residuos de pintura y barniz (con pictograma)	Tratamiento Físico/Químico Depósito de seguridad	GA de RP
	08.01.12	Residuos de pintura y barniz (sin pictograma)	Tratamiento Físico/Químico	GA de RNP
	08.01.13*	Lodos de pintura	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	08.01.19*	Agua contaminada en cabina de pintura	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
		08.01 Lodos cerámicos		
	08.02.02	Lodos que contienen materiales cerámicos	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
		08.04 Adhesivos y sellantes		
	08.04.09*	Residuos de adhesivos y sellantes (con pictograma)	Tratamiento Físico/Químico Depósito de seguridad	GA de RP
	08.04.10	Residuos de adhesivos y sellantes (sin pictograma)	Tratamiento Físico/Químico	GA de RNP
		12.01 Virutas de mecanizado		
	12.01.09*	Taladrina	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	12.01.14*	Virutas de mecanizado contaminadas	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
		13.02 Aceites		
	13.02.05*	Aceites usados	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
		13.05 Lodos aceitosos		
	13.05.02*	Lodos aceitosos	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
		14.06 Disolventes		
	14.06.02*	Otros disolventes y mezclas de disolventes halogenados	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	14.06.03*	Otros disolventes y mezclas de disolventes no halogenados	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
		15.01 Envases		
	15.01.01	Envases de papel-cartón (sin pictograma)	Reciclado	GA de RNP
	15.01.02	Envases de plástico (sin pictograma)	Reciclado	GA de RNP
	15.01.03	Envases de madera (sin pictograma)	Reciclado	GA de RNP
	15.01.04	Envases de metálicos (sin pictograma)	Reciclado	GA de RNP
	15.01.05	Envases compuestos	Reciclado	GA de RNP
	15.01.06	Envases mixtos	Reciclado	GA de RNP
	15.01.10*	Envases vacíos de sustancias peligrosas	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
		15.02 Absorbentes		
	15.02.02*	Absorbentes contaminados (trapos, etc.)	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
		16.01 Líquidos de automoción		
	16.01.07*	Filtros de aceite	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	16.01.13*	Líquidos de freno	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	16.01.14*	Anticongelantes que contienen sustancias peligrosas	Tratamiento Físico/Químico Deposito de seguridad	GA de RP
		16.02 Equipos eléctricos		
	16.02.09*	Transformadores y condensadores que contienen PCB	Tratamiento Físico/Químico Depósito de seguridad	GA de RP
	16.02.11*	Equipos desechados que contienen clorofuorocarburos, HCFC, HFC	Tratamiento Físico/Químico Depósito de seguridad	GA de RP
	16.02.13*	Equipos eléctricos y electrónicos con sustancias peligrosas (tubos fluorescentes, ...)	Tratamiento Físico/Químico Depósito de seguridad	GA de RP
	16.02.14	Equipos eléctricos y electrónicos sin sustancias peligrosas	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
		16.05 Materiales de Laboratorio		

	16.05.06*	Residuos de laboratorio que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas	Tratamiento Físico/Químico Deposito de seguridad	GA de RP
		16.06 Baterías		
	16.06.01*	Baterías de plomo	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	16.06.02*	Acumuladores de Ni-Cd	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
		17.01 Hormigón, ladrillo, tejas y materiales cerámicos		
	17.01.01	Hormigón	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.01.02	Ladrillos cerámicos	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.01.03	Tejas y Materiales cerámicos	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.01.06 *	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillo, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	17.01.07	Mezclas de hormigón, ladrillo, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17.01.06	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
		17.02 Madera, vidrio y plástico		
	17.02.01	Madera	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.02.02	Vidrio	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.02.03	Plástico	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.02.04*	Vidrio, plástico, madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminadas por ellas	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
		17.03 Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados		
	17.03.01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla >10%	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	17.03.02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17.03.01 (< 10%)	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.03.03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados.	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
		17.04 Metales (incluidas sus alineaciones)		
	17.04.01	Cobre, bronce, latón	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.04.02	Aluminio	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.04.03	Plomo	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.04.04	Zinc	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.04.05	Hierro y acero	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.04.06	Estaño	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.04.07	Metales mezclados	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.04.09*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	17.04.10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	17.04.11	Cables distintos de los especificados en código 17.04.10	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
		17.05 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje)		
	17.05.03*	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	17.05.04	Tierras y rocas no contaminadas	Sin tratamiento	Reutilización, PR de RCD o GA de RNP
	17.05.05*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	17.05.06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17.05.05	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP

	17.05.07*	Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	17.05.08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17.05.07	Sin tratamiento	Reutilización, PR de RCD o GA de RNP
		17.06 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.		
	17.06.01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto	Tratamiento Físico/Químico Depósito de seguridad	GA de RP
	17.06.03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	17.06.04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en códigos 17.06.01 y 17.06.03	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
	17.06.05*	Materiales de construcción que contienen amianto (6)	Tratamiento Físico/Químico Depósito de seguridad	GA de RP
		17.08 materiales de construcción a partir de yeso.		
	17.08.01*	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	17.08.02	Materiales construcción a partir de yeso distintos de los especificados en código 17.08.01	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
		17.09 otros residuos de construcción y demolición.		
	17.09.01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio	Tratamiento Físico/Químico Depósito de seguridad	GA de RP
	17.09.02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB)	Tratamiento Físico/Químico	PR de RCD o GA de RNP
	17.09.03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
	17.09.04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17.09.02 y 17.09.03	Reciclado	PR de RCD o GA de RNP
		18.01 Medicamentos		
	18.01.09*	Medicamentos	Tratamiento Físico/Químico	GA de RP
		20.03 Basuras		
	20.03.01	Basuras generadas por los operarios y basuras abandonadas en edificios a demoler	Sin tratamiento / eliminación	Vertedero
	20.03.07	Mesas	Reciclado	Reutilización, PR de RCD o GA de RNP
	20.03.07	Sillas	Reciclado	Reutilización, PR de RCD o GA de RNP
	20.03.07	Armarios	Reciclado	Reutilización, PR de RCD o GA de RNP
	20.03.07	Mamparas	Reciclado	Reutilización, PR de RCD o GA de RNP

De acuerdo con el principio de jerarquía, únicamente cuando no sea posible establecer ninguno de los tipos precedentes de gestión, reutilización o valorización, se podrá derivar los residuos a vertedero. Por tanto, las posibles causas pueden ser:

- Condición propia del residuo: Basuras.
- Rechazo acreditado documentalmente del residuo por los gestores.

Previsión de materiales o residuos a Eliminar

Código LER	Descripción	Peso (t.)
20.03.01	Basuras generadas por los operarios y basuras abandonadas en edificios a demoler	1 t

9. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

En base al artículo 8 del Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la supere las siguientes cantidades:

RESIDUO	CUMBRAL PARA SEPARACIÓN
Hormigón	10,00 t.
Ladrillos y tejas cerámicos	10,00 t.
Vidrio	0,25 t.
Papel y cartón	0,25 t.
Metales	En todos los casos.
Madera	En todos los casos.
Plásticos	En todos los casos.
Yeso de falsos techos, molduras y paneles (LER 170802)	En todos los casos.
Residuos peligrosos	En todos los casos.

Comparando la tabla de cantidades de residuos estimados del punto 6 frente a la tabla de cantidades umbrales sobre las cuales hay que separar los residuos, debemos separar desde el origen, utilizando contenedores independientes, los siguientes residuos de construcción y demolición (y siempre, todos los residuos peligrosos):

RESIDUO	CANTIDADES		SEPARACIÓN EN ORIGEN (SI/NO)
	Umbral	Estimada	
Hormigón	10,00 t.	10 t.	SI
Ladrillos y tejas cerámicos	10,00 t.	10 t.	SI
Vidrio	0,25 t.	0.25 t.	SI
Papel y cartón	0,25 t.	0.25 t.	SI
Metales	En todos los casos	XX t.	SI
Madera	En todos los casos	XX t.	SI
Yeso	En todos los casos	XX t.	SI
Residuos peligrosos (diferencias cada residuo)	En todos los casos	-- t.	--

Las medidas empleadas para la segregación de residuos se definen en la tabla adjunta, marcando las casillas que definen los métodos de separación empleados en la obra.

	Eliminación previa de elementos desmontables (enseres, etc.) y/o peligrosos. Retirada controlada de todas las instalaciones y equipos por personal autorizado y/o gestores autorizados específicos.
	Derribo separativo en origen (demolición y/o reforma-rehabilitación). Segregación en obra nueva (edificación, urbanización u obra civil).
	Derribo integral o recogido de escombros de obra nueva "todo mezclado", y posterior tratamiento en planta. Solo bajo causa justificada: Ruina inminente, ausencia de espacio para la separación in situ, condicionado de licencia u otras circunstancias (no causas económicas).

10. INSTALACIONES PARA ALMACENAMIENTO, MANEJO U OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN

10.1. Almacenamiento de los RCD dentro de la obra

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras estén en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

El depósito temporal para RCD valorizables (maderas, plásticos, chatarra, etc.) que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales de volumen inferior a 1 m3 o bien en contenedores metálicos específicos con ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito estará en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Los contenedores deberán destacar su visibilidad, especialmente durante la noche. En los mismos debe figurar la siguiente información del titular: razón social y teléfono del titular del contenedor o envase. Esta información también quedará reflejada en sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.

El responsable de obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.

Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores obra conozcan dónde deben depositar los residuos.

Para el personal de obra, los cuales están bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos, estarán obligados a:

- Etiquetar de forma conveniente cada uno de los contenedores que se van a usar en función de las características de los residuos que se depositarán.
- Las etiquetas deben informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible. Las etiquetas deben ser de gran formato y resistentes al agua.
- Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo. Las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de los mismos.
- Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen y resulten contaminados.
- No colocar, residuos apilados y mal protegidos alrededor de la obra, ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.
- Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.

- Los contenedores deben salir de la obra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.
- Para una gestión más eficiente, se deben proponer ideas referidas a cómo reducir, reutilizar o reciclar los residuos producidos en la obra. Las buenas ideas deben comunicarse a los gestores de los residuos de la obra para que las apliquen y las compartan con el resto del personal.
- Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.
- Los residuos de carácter urbano generados en la obra, restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas, se gestionarán acorde con los preceptos marcados por la legislación, la autoridad municipal y este EGR.

10.2. Manejo de RCD dentro de la obra

- Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos "escombro".
- Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.
- Si un material no peligroso entra en contacto con un material peligroso, se convierte en peligroso (RP).
- Para el caso de los residuos con amianto, se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Anexo II. Lista de Residuos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el R. D. 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, el R.D. 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto, así como la legislación laboral de aplicación.

En la obra, el director de ésta, junto con el contratista, definirán de acuerdo al plan de gestión la posición de:

	Bajantes de escombros
X	Acopios y/o contenedores de distintos RCDs (tierras, pétreos, plásticos, metales, vidrios, cartones, etc)
	Zonas o contenedor para lavado de canaletas / cubetas de hormigón
	Almacenamiento de residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos
	Contenedores para residuos urbanos
	Planta móvil de reciclaje "in situ"
	Ubicación de los acopios provisionales de materiales para reciclar como áridos, vidrios, madera o materiales cerámicos

10.3. Planos de emplazamiento

Nº	REF. CAD	Nombre	ESCALA
01		GESTION DE RESIDUOS	1/150

Cualquier modificación tanto de dichas instalaciones como de su emplazamiento requerirá autorización expresa de la dirección facultativa de la obra.

10.3.1. Criterio de emplazamiento

Se ha definido el presente emplazamiento en base la disposición de la obra, el espacio disponible y de los desplazamientos que se van a dar dentro del recinto.

En caso de modificar el emplazamiento durante el transcurso de la obra se deberán satisfacer las siguientes condiciones:

- Debe estar cerca de la entrada/salida de obra. De esta forma facilitará la labor del transportista a la hora de dejar/entregar los contenedores de residuo y minimizará el impacto que tiene la circulación de camiones en el recinto de obra.
- Debe localizarse teniendo en cuenta las opciones logísticas para el transporte de RCD que contará la obra.
- Debe tener capacidad para albergar todos los contenedores necesarios para cumplir con la segregación objetivo del presente EGR.
- Los contenedores deben estar dispuestos de tal manera que sea posible su aprovechamiento completo teniendo en cuenta los medios de transporte con los que contará la obra.
- Tanto el propio Punto Verde como cada uno de los contenedores deberán estar debidamente señalizados por medio de cartelería y/o señalética.

11. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

11.1. Con carácter general

- La gestión de residuos se llevará a cabo según RD 105/2008 y el Decreto 112/2012 de la CAPV, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

- Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.

- Se deberá asegurar, por parte del poseedor de los RCD (contratista), que se diseñará un protocolo de actuación para la gestión de los RCD que se adaptará a las posibilidades que presente el proyecto concreto. Dicha operativa se detallará en forma de un PGR (Plan de Gestión de Residuos), que explicará, justificará y valorará económicamente su alcance en función de las características del proyecto. El PGR, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por el productor de RCD (promotor), pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

- Dentro del programa de seguimiento del PGR se realizarán reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación del mismo.

- La persona poseedora de los residuos y materiales de construcción y demolición, cuando no proceda a utilizarlos in situ o a gestionarlos mediante valorización en la misma obra, estará obligada a entregarlos a una persona gestora de residuos para que se destinen preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización o a participar en un acuerdo voluntario sectorial.

- La entrega de los residuos de construcción y demolición a una persona gestora por parte de la persona poseedora habrá de constar en un documento fehaciente en el que figure, al menos, la identificación de la persona poseedora y de la persona productora, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad de residuos expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación de la persona gestora de las operaciones de destino.

- No se admitirá la gestión en ningún vertedero de los residuos que pueden ser objeto de valorización tales como vidrio, papel-cartón, envases, residuos de construcción y demolición, madera, equipos eléctricos y electrónicos, etc.

- La persona poseedora de los residuos estará obligada, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación. A tal fin dispondrá de un parque de acopios con contenedores o envases debidamente acondicionados que deberán permanecer cerrados o cubiertos al menos fuera del horario de trabajo.

- La persona poseedora de los residuos de construcción y demolición estará obligada a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar a la persona productora los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el artículo 6 del Decreto 112/2012, que a su vez entregará a la Dirección facultativa para su validación y la confección del Informe final de gestión de residuos. Sin la entrega de la documentación justificativa de todos los residuos, no se procederá a liquidación de la obra.

- Al contratar la gestión de los RCD, hay que asegurarse que el transportista y el destino final (gestor autorizado, planta de reciclaje, vertedero, incineradora) tiene la autorización del Gobierno Vasco y la inscripción en el registro correspondiente. Asimismo, se realizará un estricto control documental: los transportistas y gestores de RCD deberán aportar justificantes impresos de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RCD (tierras, pétreos, etc.) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental de que ha sido así (licencias o autorizaciones administrativas).

  Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la propiedad, la documentación acreditativa (DSC y DCS).

  Esta documentación será conservada durante cinco años tras la finalización de la obra.

- Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

11.2. Con carácter particular

- La obra deberá contar, como mínimo, con un Punto Verde (emplazamiento en el que se puedan almacenar las diferentes fracciones de residuo no peligroso) y un Punto de residuos Peligrosos correctamente señalizado. Ambos deberán adecuarse a las condiciones de seguridad e higiene necesarias en función de la tipología de residuos que se depositen en ellos y de las ordenanzas municipales vigentes.

- Para las demoliciones: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares…para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes.

Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles…).

Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.

- El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m³, contadores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos. En los mismos deberá figurar, en forma visible y legible, la denominación del residuo a contener, el pictograma adecuado y el código LER del residuo.

- El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra…) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado. Para el caso de los residuos con amianto, se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Anexo II. Lista de Residuos. Punto17 06 05* (6), para considerar dichos residuos como peligrosos o como no peligrosos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto. Art. 7., así como la legislación laboral de aplicación.

- El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la mismo. Los contenedores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.

- En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.

- Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras…), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCD adecuados. La dirección de obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

- La gestión, tanto documental como operativa, de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales.

Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases…) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

- Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos.

  En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.

- Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros.

- Según la Ley 22/2011 de Residuos se determina que la duración del almacenamiento de residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a dos años cuando se destinen a valorización y a un año cuando se destinen a eliminación. En el caso de residuos peligrosos en ambos supuestos la duración máxima será de 6 meses.

12. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDs

El coste de la gestión de los RCDs resultantes de los trabajos se calculan a partir de las cuantías de peso y volúmenes teóricos cuantificados en el apartado 6 y de los precios base de cada gestor de residuos autorizado:

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RC					
Tipología RCD		Estimación		Gestión	Importe
LER	Descripción	(t.)	(m^3)	(€/m^3)	(€)
170504	Tierras y piedras distintos de los especificados en el código 17 05 03	15,90	10,60	9,87	104,62
170201	Maderas	1,38	2,30	41,64	95,77
170101	Hormigón	5,00	2,00	16,30	32,60
	TOTAL				232,99
	RESTO DE COSTES DE GESTIÓN*				
	% Presupuesto de Obra (costes totales)				0,10%
	Importe (€)				23,30
	TOTAL PRESUPUESTO				256,29

*Es la estimación de un % para el resto de costes de gestión y/o reciclado/reutilizado, de carácter totalmente ORIENTATIVO. Se incluirían aquí partidas tales como: alquileres y portes (de contenedores/recipientes); maquinaría y mano de obra (para separación selectiva de residuos, realización de zonas de lavado de canaletas…); medios auxiliares (sacas, bidones, estructura de residuos peligrosos…). Los costes finales dependerán del modo de contratación y los precios finales conseguidos.

El presente presupuesto también se incluye en el presupuesto general de la obra en capitulo separado.

Donostia, a 3 agosta de 2026
NORFER INGENIEROS, SL

Fdo. José Ignacio UCIN BURGAÑA
Director de Norfer Ingenieros

Fdo. Iñaki UCÍN IRIBAR
Ingeniero Industrial
Colegiado nº: 3.598

2.- Estudio de Seguridad y Salud

I.- MEMORIA

II.- PLIEGO DE CONDICIONES

III.- PRESUPUESTO

IV.- PLANOS

I.- MEMORIA

I.1.- MEMORIA INFORMATIVA

I.1.1.- Introducción

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como los servicios sanitarios comunes a los trabajadores. Este Estudio de Seguridad y Salud intenta marcar una normativa de equipamiento, funcionalidad y manejo de maquinarias y herramientas, así como de los restantes medios de seguridad y conducta del personal de obra, al objeto de la prevención de accidentes de trabajo y la realización de éste en las mejores condiciones posibles

Servirá para dar unas directrices básicas a la/s empresa/s contratista/s para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales facilitando su desarrollo bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, de acuerdo con el Real Decreto 1627 de 24 de Octubre de 1997 que establece las Disposiciones Mínimas en materia de Seguridad y Salud.

Se ha redactado de manera que en su MEMORIA se estudian los tipos de trabajo, sus riesgos y la forma de prevenir éstos, así como las restantes circunstancias de la función laboral.

I.1.2.- Objetivo Y Finalidad

Es el objetivo del presente Estudio de Seguridad la prevención de todos los riesgos que indudablemente se producen en cualquier proceso laboral y está encaminado a proteger la integridad de las personas y los bienes, indicando y recomendando los medios y métodos que habrán de emplearse, así como las secuencias de los procesos laborales adecuados en cada trabajo específico, a fin de que contando con la colaboración de todas las personas que intervienen en los trabajos a conseguir un RIESGO NULO durante el desarrollo de los mismos.

Se atenderá especialmente a los trabajos de mayor riesgo como son los que se efectúan en el interior de zanjas, circulación de maquinaria pesada y manejo de máquinas herramientas, y se

cuidarán las medidas para las protecciones individuales y colectivas, señalizaciones, instalaciones provisionales de obra y primeros auxilios.

I.1.3.- Datos De La Obra

I.1.3.1.- Proyecto

El Proyecto de Obra y este Estudio de Seguridad y Salud han sido redactados por NORFER INGENIEROS, SL.

I.1.3.2.- Promotor

El Promotor de dicho proyecto es el Ayuntamiento de Kuartango

I.1.3.3.- Plazo Ejecución

El plazo de ejecución máximo considerado para la terminación de las obras se ha estimado en aproximadamente 3 (tres) meses.

I.1.3.4.- Condiciones de la zona

Existen las instalaciones de abastecimiento y electricidad en la plaza

I.1.3.5.- Número de Trabajadores

Se estima que, en el momento de máxima ocupación, el número de trabajadores puede alcanzar la cifra de ocho operarios (8)

I.1.3.6.- Lugar del Centro de Asistencia más próximo

El centro de Asistencia Primaria más próximo se encuentra en el CONSULTORIO DE ZUHATZU KUARTANGO, situado en Zuhatzu Kuartango Entitatea, N 10, en Kuartango, a unos 2 minutos de la obra ,en condiciones normales de tráfico, Telf. 945 36 28 05. En caso de necesidad, se acudirá al centro asistencial de Vitoria-Gasteiz HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA - TXAGORRITXU, situado en Jose Atxotegi Kalea S/N, de Gasteiz, Telf. 945 00 70 00. Nº emergencia: 112 SOS DEIAK.

I.2.- MEMORIA DESCRIPTIVA

I.2.1.- Organización de la Seguridad en Obra

Organización de la actividad preventiva de los contratistas

Tras la entrada en vigor de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto 39/1997 por el que por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, el empresario de la construcción organizará los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades preventivas con arreglo a alguna de las modalidades siguientes:

a) Designando uno o varios trabajadores para llevarla a cabo,
b) Constituyendo un servicio de prevención propio.
c) Recurriendo a un servicio de prevención ajeno

Las empresas que intervengan en la ejecución de las obras indicarán la modalidad elegida y el representante con responsabilidad en materia de seguridad y salud en la obra.

Vigilancia de la salud de los trabajadores

La vigilancia de la salud de los trabajadores es uno de los servicios a prestar a la empresa por los servicios de prevención indicados en un apartado anterior

Botiquín

Se dispondrá en la obra de un botiquín conteniendo el material indicado en el presente pliego de condiciones (ver apartado 2.5. "Requisitos a cumplir por las instalaciones de higiene, sanitarias y locales provisionales de obra"). Se instalará en el vestuario debidamente señalizado.

El material se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado.

Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá acreditar haber pasado el reconocimiento médico mediante certificado médico del Servicio de Prevención correspondiente. Se entregará una copia del mismo al Coordinador de Seguridad y Salud.

Anualmente deberá ser renovado el reconocimiento médico, según la legislación al respecto.

Formación en Seguridad y Salud Laboral

En el momento de su ingreso en la obra, todo el personal recibirá unas instrucciones informativas adecuadas sobre el trabajo a realizar, los riesgos que pudiera entrañar el mismo y las protecciones colectivas y personales previstas.

Se entregará al Coordinador de Seguridad y Salud un justificante acreditativo, por cada operario, del cumplimiento de este requisito

Libro de incidencias

Conforme a lo establecido por el R.D.1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se dispondrá en el centro de trabajo de un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado.

Deberá mantenerse siempre en la obra y estará en poder del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Al libro de incidencias tendrá acceso y podrán hacer anotaciones acerca de las inobservancias de las instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra:

- El contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos.

- Personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra.

- Representantes de los trabajadores.

- Técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes.

- Dirección Facultativa.

Cuando se efectúe una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en Seguridad ySalud en la ejecución de la obra estará obligado a:

- Remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra.

- Notificar las anotaciones al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores.

Comunicación de apertura de centro de trabajo

Cada contrata, antes de comenzar sus trabajos en la obra en cuestión, comunicará en la Delegación de Trabajo la correspondiente apertura del centro de trabajo y entregará al Coordinador de Seguridad y Salud una copia del mismo.

Teléfonos y direcciones

Se deberá informar en la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos donde puede trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. En la oficina de obra y local de vestuarios se colocará un listado con las direcciones y teléfonos de los centros asignados para urgencias, ambulancias, bomberos, así como de ambulatorios y hospitales donde trasladar a los accidentados.

I.2.2.- Actuaciones Previas

Previo a la iniciación de los trabajos en la obra, debido al paso continuado de personal, se acondicionarán y protegerán los accesos, señalizando conveniente los mismos y protegiendo el contorno de actuación con señalizaciones del tipo:

PROHIBIDO APARCAR EN LA ZONA DE ENTRADA DE VEHÍCULOS

PROHIBIDO EL PASO DE PEATONES POR ENTRADA DE VEHÍCULOS

USO OBLIGATORIO DEL CASCO DE SEGURIDAD

PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA, ETC.

Se instruirá al personal sobre la forma de ejecución a llevar a cabo, así como también de los posibles riesgos que se deriven de dicha ejecución.

Se instalarán las medidas de protección colectiva necesarias, tanto en relación con los operarios que vayan a efectuar los trabajos como para las terceras personas que pudieran verse afectadas.

Accesos

Se habilitarán accesos independientes para el personal y la maquinaría, colocando en ambas entradas señales de "Prohibido el paso a personas ajenas a la obra" y "Utilización obligatoria de EPI's".

Colindantes afectados por la obra

No existen.

Existencia de instalaciones

En la parcela se encuentran los servicios propios de electricidad, abastecimiento de agua. No existe colector para aguas residuales al que se pueda acometer. Existe infraestructura de gas cercana desde la que hay que acometer.

Circulación de personas ajenas a la obra

El área de actuación se cierra con un vallado provisional para garantizar la seguridad de los usuarios ajenos y que acceden al restaurante.

Acometidas provisionales a la obra

La acometida de energía eléctrica, agua, etc. se realizarán desde las existentes.

I.2.3.- Instalaciones provisionales

I.2.3.1.- Instalación eléctrica provisional.

Se tomara de la red existente.

Toda instalación cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

Riesgos más frecuentes

- Heridas punzantes en manos.

- Caída de personas en altura o al mismo nivel.

- Descargas eléctricas de origen directo o indirecto.

- Trabajos con tensión.

- Intentar bajar sin tensión, pero sin cerciorarse de que está interrumpida.

- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.

- Usar equipos inadecuados o deteriorados.

Protecciones colectivas

- Mantenimiento periódico de la instalación, con revisión del estado de las mangueras, toma de tierras, enchufes, etc.

Protecciones personales

- Será obligatorio el uso de casco homologado de seguridad dieléctrica y guantes aislantes. Comprobador de tensión, herramientas manuales con aislamiento. Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas. Taimas, alfombrillas y pértigas aislantes.

Normas de actuación durante los trabajos

- Cualquier parte de la instalación se considera bajo tensión, mientras no secompruebe lo contrario con aparatos destinados a tal efecto.

-Los tramos aéreos serán tensados con piezas especiales entre apoyos. Si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiadores con una resistencia de rotura de 800 Kg. fijando a estos el conductor con abrazaderas.

- Los conductores si van por el suelo, no se pisarán ni se colocarán materiales sobre ellos, protegiéndose adecuadamente al atravesar zonas de paso.

- En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de zonas de trabajo, almacenes, etc. Los aparatos portátiles estarán convenientemente aislados y serán estancos al agua.

- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales a presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada. No estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.

- Las lámparas de alumbrado estarán a una altura mínima de 2,50m del suelo, estando protegidas con cubierta resistente las que se puedan alcanzar con facilidad.

- Las mangueras deterioradas se sustituirán de inmediato.

- Se señalizarán los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos.

- Se darán instrucciones sobre medidas a tomar en caso de incendio o accidente eléctrico.

- Existirá señalización clara y sencilla, prohibiendo el acceso de personas a los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

I.2.3.2.- Instalación contra incendios.

Contrariamente a lo que se podría creer, los riesgos de incendio son numerosos en razón fundamentalmente de la actividad simultánea de varios oficios y de sus correspondientes materiales (madera de andamios, carpintería de huecos, resinas, materiales con disolventes en su composición, pinturas, etc.).

Es pues importante su prevención, máxime cuando se trata de trabajos en una obra como la que nos ocupa.

Tiene carácter temporal, utilizándola la contrata para llevar a buen término el compromiso de hacer una determinada construcción, siendo los medios provisionales de prevención los elementos materiales que usará el personal de obra para atacar el fuego.

Según la UNE-230/0, y de acuerdo con la naturaleza combustible, los fuegos se clasifican en las siguientes clases:

- Clase A.

Denominados también secos, el material combustible son materias sólidas inflamables como la madera, el papel, la paja, etc. a excepción de los metales.

La extinción de estos fuegos se consigue por el efecto refrescante del agua o de soluciones que contienen un gran porcentaje de agua.

- Clase B.

Son fuegos de líquidos inflamables y combustibles, sólidos o licuables.

Los materiales combustibles más frecuentes son: alquitrán, gasolina, asfalto, disolventes, resinas, pinturas, barnices, etc.

La extinción de estos fuegos se consigue por aislamiento del combustible del aire ambiente, o por sofocamiento.

- Clase C.

Son fuegos de sustancias que en condiciones normales pasan al estado gaseoso, como metano, butano, acetileno, hidrógeno, propano, gas natural.

Su extinción se consigue suprimiendo la llegada del gas.

- Clase D.

Son aquellos en los que se consumen metales ligeros inflamables y compuestos químicos reactivos, como magnesio, aluminio en polvo, limaduras de titanio, potasio, sodio, litio, etc.

Para controlar y extinguir fuegos de esta clase, es preciso emplear agentes extintores especiales, en general no se usarán ningún agente exterior empleado para combatir fuegos de la clase A, B-C, ya que existe el peligro de aumentar la intensidad del fuego a causa de una reacción química entre alguno de los agentes extintores y el metal que se está quemando.

En nuestro caso, la mayor probabilidad de fuego que puede provocarse a la clase A y clase B.

Riesgos más frecuentes.

- Acopio de materiales combustibles.
- Trabajos de soldadura
- Trabajos de llama abierta.
- Instalaciones provisionales de energía.

Protecciones colectivas.

- Mantener libres de obstáculos las vías de evacuación, especialmente escaleras. Instrucciones precisas al personal de las normas de evacuación en caso de incendio. Existencia de personal entrenado en el manejo de medios de extinción de incendios.

- Se dispondrá de los siguientes medios de extinción, basándose en extintores portátiles homologados y convenientemente revisados:

  - 1 de CO2 de 5Kg junto al cuadro general de protección.
  - 1 de polvo seco ABC de 6Kg en la oficina de obra.
  - 1 de CO2 de 5Kg en acopio de líquidos inflamables.

- 1 de CO2 de 5Kg en acoplo de herramientas, si las hubiera.

- 1 de polvo seco ABC de 6Kg en los tajos de soldadura o llama abierta.

Normas de actuación durante los trabajos.

Prohibición de fumar en las proximidades de líquidos inflamables y materiales combustibles. No acopiar grandes cantidades de material combustible.

No colocar fuentes de ignición próximas al acopio de material. Revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional. Retirar el material combustible de las zonas próximas a los trabajos de soldadura.

I.2.3.3.- Instalación de maquinaria.

Se dotará a todas las máquinas de los oportunos elementos de seguridad.

I.2.4.- Instalaciones de bienestar e higiene

Debido a que instalaciones de esta índole admiten una flexibilidad a todas luces natural, pues es el Jefe de obra quien ubica y proyecta las mismas en función de su programación de obra, se hace necesario, marcar las pautas y condiciones que deben reunir, indicando el programa de necesidades y su superficie mínimo en función de los operarios calculados.

Las condiciones necesarias para su trazado se resumen en los siguientes conceptos:

I.2.4.1.- Condiciones de ubicación.

Debe ser el punto más compatible con las circunstancias producidas por los objetos en sus entradas y salidas de obra.

Debe situarse en una zona intermedia entre los dos espacios más característicos de la obra, que son normalmente el volumen sobre rasante y sótanos, reduciendo por tanto los desplazamientos.

En caso de dificultades producidas por las diferencias de cotas con las posibilidades acometidas al saneamiento, se resolverán instalando bajantes provisionales o bien recurriendo a saneamiento colgado con carácter provisional.

I.2.4.2.- Ordenanzas y dotaciones de reserva de superficie respecto al número de trabajadores.

Abastecimiento de agua

Las empresas facilitarán a su personal en los lugares de trabajo agua potable.

I.2.5.- Fases de la ejecución de la obra

Normas y medidas preventivas. General

Riesgos más frecuentes:

Riesgos evitables

- Caídas al mismo nivel.
Normas técnicas: cubrición de pequeños huecos en forjados.

- Caídas a distinto nivel,
Normas técnicas: colocación de barandillas en bordes de forjados, rampas de escaleras, huecos de ascensores, huecos de fachada, etc.

- Contactos eléctricos directos o indirectos.
Normas técnicas: Puestas a tierra robustas. Diferenciales de alta y media sensibilidad y puestas de toma a tierra en cuadros eléctricos secundarios. Empleo de herramienta con doble protección, etc.

Riesgos no eliminables

- Dermatitis por contacto con hormigón, etc.
Normas preventivas: utilización de guantes y botas impermeables durante el hormigonado.

- Proyección de partículas.
Normas preventivas: Uso de gafas antiproyecciones.

- Caídas al mismo nivel
Normas preventivas: Orden y limpieza, etc.

- Caídas a distinto nivel:
Normas preventivas: utilización de redes de protección tipo bandeja en perímetro de forjados y redes horizontales bajo forjados.

- Golpes o heridas con materiales o herramientas.
Normas preventivas: utilización de plantillas antipunzamientos y uso correcto de herramientas de mano.

- Atrapamientos.
Normas preventivas: Coordinación durante la manipulación de cargas entre varios operarios.

- Ruido:
Normas preventivas: empleo de tapones y cascos protectores auditivos.

- Polvo:
Normas preventivas: uso de mascarillas antipolvo.

- Caída o desplome de materiales.
Normas preventivas: Correcto eslingado de cargas.

- Contactos eléctricos directos o indirectos.
Normas preventivas: Uso de clavijas en conexiones eléctricas. No llevar cables por el suelo o por zonas mojadas, etc.

- Quemaduras por soldadura.
Normas preventivas: correcto empleo de los equipos de soldadura, etc.

- Incendios y explosiones en trabajos de soldadura
Normas preventivas: correcto empleo de los equipos de soldadura. Disponer extintores en todos los tajos de soldadura u oxicorte. Mantener siempre las botellas de oxígeno y acetileno en posición vertical, etc.

- Lesiones oculares por soldadura.
Normas preventivas. Empleo de pantallas de soldador, gafas para oxicorte, etc.

Protecciones colectivas

- Ménsulas en los tableros del encofrado.

- Saneado del frente de taludes.

- Redes tipo horca en perímetro de forjado.

- Redes horizontales bajo forjados.

- Barandillas en bordes de forjados.

- Pasarelas y plataformas de trabajo.

- Tapas provisionales en huecos interiores (ver fichas técnicas del capítulo de planos).

- Peldañeado provisional (ver en las fichas técnicas del capítulo de planos).

- Pórtico de seguridad para acceso al edificio de ampliación (ver en las fichas técnicas del capítulo de planos).

Protecciones personales

- Casco

- Calzado de seguridad.

- Botas de seguridad impermeables.

- Buzo o ropa de trabajo adecuada.

- Arnés anticaída.

- Cinturón porta-herramientas.

- Guantes de protección de uso general.

- Guantes impermeables.

- Gafas antiproyecciones.

- Manoplas de soldador.

- Mandil de soldador.

- Polainas de soldador.

- Pantalla de mano para soldadura.

- Gafas de oxicorte.

Maquinaria y medios auxiliares a emplear

Maquinaria de obra

- Camión basculante.
- Camión hormigonera.
- Retroexcavadora.

Máquinas herramientas

- Rotaflex.
- Sierra circular.
- Vibrador.

Medios auxiliares

- Castilletes de hormigonado.
- Escaleras de mano.
- Eslingas y estrobos.
- Oxicorte.
- Plataformas voladas para recepción de materiales.
- Soldadura eléctrica

I.2.6.- Maquinaria de obra

I.2.6.1.- Maquinaria de obra

Normas y medidas preventivas. CAMIÓN BASCULANTE

La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.

Al realizar las entradas o salidas del solar, lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.

Respetará todas las normas del código de circulación.

Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en la rampa de acceso, el vehículo quedará frenado, y calzado con topes.

Respetará en todo momento las normas del código de circulación.

Las maniobras, dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.

La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad ylas condiciones del terreno.

No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento de realizar éste maniobras.

Si descarga material en las proximidades de la zanja o pozo de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 1,00m, garantizando ésta, mediante topes. Todo ello previa autorización del responsable de la obra.

Si el camión dispone de visera, el conductor permanecerá en la cabina mientras se proceda a la carga: si no tiene visera, abandonará la cabina antes de que comience la carga. Antes de moverse de la zona de descarga la caja del camión estará bajada totalmente. No se accionará el elevador de la caja del camión, en la zona de vertido, hasta la total parada de éste.

Siempre tendrán preferencia de paso los vehículos cargados.

Estará prohibida la permanencia de personas en la caja o tolva. La pista de circulación en obra no es zona de aparcamiento, salvo emergencias. Antes de dar marcha atrás, se comprobará que la zona está despejada y que las luces y chivato acústico entran en funcionamiento.

Riesgos más frecuentes

- Atropellos y colisiones, en maniobras de marcha atrás y giros.
- Atrapamientos y quemaduras en trabajos de mantenimiento.
- Ruido y vibraciones.
- Contactos con líneas eléctricas.
- Caída de material desde la cajera.

Protecciones colectivas

- Asiento anatómico.
- Cabina insonorizada.

Protecciones personales

- Calzado de seguridad antideslizante.
- Casco, para salir de la cabina.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Protección auditiva.
- Cinturón antivibratorio.

Normas y medidas preventivas. ATORNILLADORA

Ver normas generales para herramientas eléctricas.

El aparato dispondrá de todas las piezas constituyentes de la carcasa de protección.

Tanto el cable corno la clavija estarán en correctas condiciones, de modo que no queden al descubierto hilos de cobre.

Se debe elegir el atornillador adecuado al tornillo a utilizar.

El cambio del atornillador se realizará con el motor totalmente parado.

No se debe presionar excesivamente el aparato durante su uso.

Antes de hacer el cambio de atornillador es conveniente desconectar el aparato.

La conexión eléctrica se realizará mediante manguera antihumedad dotada de clavija macho hembra estanca. Tendrá doble aislamiento.

Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico.
- Cortes por el útil atornillador.
- Proyección de partículas.

Protecciones personales

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad.

Normas y medidas preventivas. PISTOLA CLAVADORA

Debido a la peligrosidad de esta herramienta sólo debe ser usada por personal adiestrado.

Se debe utilizar el protector adecuado para cada material, por ejemplo, de 18cm. de diámetro mínimo para paredes enlucidas, revocadas, etc.

Es preferible el uso de herramientas que no permitan el disparo si no está puesto el protector.

Previamente al disparo hay que comprobar la naturaleza del material (no tirar sobre materiales de gran dureza: mármol. fundición, acero templado..., ni sobre materiales frágiles o elásticos: vidrio, yeso, goma) y su espesor (el disparo podría atravesarlo y llegar a afectar al personal que pudiera haber al otro lado).

Hay que incidir con la herramienta perpendicularmente a la superficie de tiro y el cuerpo debe estar siempre detrás del eje de la herramienta.

Para superficies curvas o discontinuas utilizar un protector especial.

No fijar a una distancia menor a 5cm. de otra fijación o de una fallida, ni a menos de 10cm. del borde.

No cargar la herramienta hasta el momento de uso hacerlo lo más próximo posible al lugar a aplicar.

Nunca apuntar con la herramienta hacia nadie, ni estando descargada.

Para hacer comprobaciones en la herramienta descargarla previamente.

Protecciones personales

- Casco.
- Gafas antiproyecciones.

Normas y medidas preventivas. ROTAFLEX

Utilizar la rotaflex para cortar no para desbastar con el plano del disco, ya que el disco de widia o carburondo se rompería.

Cortar siempre sin forzar el disco, no apretándolo lateralmente contra la pieza ya que podría romperse y saltar

Utilizar carcasa superior de protección del disco así como protección inferior deslizante.

Vigilar el desgaste del disco, ya que si pierde mucho espesor queda frágil y casca.

Apretar la tuerca del disco firmemente, para evitar oscilaciones.

El interruptor debe ser del tipo «hombre muerto», de forma que al dejar de presionarlo queda la máquina desconectada.

Utilizar únicamente el tipo de disco adecuado al material que se quiera cortar.

Riesgos más frecuentes

- Proyección de partículas
- Rotura del disco.
- Cortes.
- Polvo.

Protecciones personales

- Guantes de cuero
- Gafas o protector facial
- Mascarilla.

Normas y medidas preventivas. ROZADORA ELÉCTRICA

Antes de comenzar a utilizar el aparato se debe comprobar que la carcasa de protección esté completa y no le falte ninguna pieza.

Se debe comprobar también el buen estado del cable y de la clavija de conexión.

Hay que utilizar el disco adecuado para el material a rozar.

No se debe intentar hacer rozas en zonas poco accesibles ni en posición inclinada lateralmente; el disco se puede romper y causar lesiones al operario que lo maneja.

Se suele observar que por el afán de ir más rápido se golpea el material a rozar al mismo tiempo que se corta. Este uso encierra el riesgo de que el disco se rompa y le produzca lesiones al operario.

Los discos gastados o fisurados hay que sustituirlos inmediatamente. Antes de iniciar las manipulaciones del cambio de disco hay que desconectar la máquina de la red eléctrica.

Dado que durante el corte se produce polvo, el operario que realice esta operación deberá utilizar mascarilla.

Las rozadoras estarán protegidas mediante doble aislamiento eléctrico.

Riesgos más frecuentes

- Contactos eléctricos.
- Cortes.
- Proyección de partículas.
- Polvo.
- Ruido.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a diferente nivel.

Normas y medidas preventivas. SIERRA CIRCULAR

El interruptor debería ser de tipo embutido y situado lejos de las correas de transmisión.

La máquina debe estar perfectamente nivelada para el trabajo.

No podrá utilizarse nunca un disco de diámetro superior al que permite el resguardo instalado.

Su ubicación en la obra será la más idónea de manera que no existan interferencias de otros trabajos, de tránsito ni de obstáculos.

No deberá ser utilizado por persona distinta al profesional que la tenga a su cargo, y si es necesario se la dotará de llave de contacto.

La utilización correcta de los dispositivos protectores deberá formar parte de la formación que tenga el operario.

Antes de iniciar los trabajos debe comprobarse el perfecto afilado del útil, su fijación, la profundidad del corte deseado y que el disco gire hacia el lado en el que el operario efectúa la alimentación.

Es conveniente aceitar la sierra de vez en cuando para evitar que se desvíe al encontrar cuerpos duros o fibras retorcidas.

Nunca se empujará la pieza con los dedos pulgares de las manos extendidos.

Para las piezas pequeñas se utilizará un empujador apropiado.

Se comprobará la ausencia de cuerpos pétreos o metálicos, nudos duros, vetas u otros defectos en la madera.

El disco utilizado será el que corresponda al número de revoluciones de la máquina.

Se dispondrá de carteles de aviso en caso de avería o reparación. Una forma segura de evitar un arranque repentino es desconectar la máquina de la fluente de energía y asegurarse que nadie pueda conectarla.

Elementos de protección de la máquina

Cuchillo divisor

En evitación de rechazos por pinzamiento del material sobre el disco, el cuchillo divisor actúa como una cuña e impide a la madera cerrarse sobre aquel. Sus dimensiones deben ser determinadas en función del diámetro y espesor del disco utilizado.

Carcasa superior

La misión de este resguardo es la de impedir el contacto de las manos con el disco en movimiento y proteger contra la proyección de fragmentos. El soporte más adecuado del resguardo es el situado sobre el propio bastidor de la máquina, siempre que cumpla el requisito de solidez y no entorpezca las operaciones.

Será regulable automáticamente, es decir, el movimiento del resguardo será solidario con el avance de la pieza.

Resguardo inferior

Para conseguir la inaccesibilidad a la parte del disco que sobresale bajo La mesa se emplea un resguardo envolvente de la hoja de la sierra, que debe permitir el movimiento de descenso total de la misma. Este resguardo puede estar dotado de una tobera para la extracción de serrín y viruta.

Resguardo de la correa de transmisión

El acceso voluntario o involuntario, de las manos del operario a las correas de transmisión debe impedirse mediante la instalación de un resguardo fijo. Este resguardo estará construido de metal perforado, resistente y rígido, con dimensiones de la malla tales que los dedos no puedan alcanzar el punto de peligro.

Riesgos más frecuentes

- Contacto con el dentado del disco en movimiento.
- Este accidente puede ocurrir al tocar el disco por encima del tablero, zona de correa propiamente dicha, o por la parte inferior del mismo.
- Retroceso y proyección de la madera.
- Proyección del disco o parte de él.
- Atrapamiento con las correas de transmisión

Protecciones personales

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Gafas o pantallas faciales.

Normas y medidas preventivas. TALADRO PORTÁTIL

Ver apartado "Normas generales para herramientas eléctricas" del Pliego de Condiciones.

Se debe seleccionar la broca correcta para el material que se va a taladrar.

Si la broca es lo bastante larga como para atravesar el material, deberá resguardarse la parte posterior para evitar posibles lesiones directas o por fragmentos.

No se debe utilizar la broca empujando lateralmente para ampliar el diámetro del agujero va que se puede producir la rotura de la misma y ser causa de accidente.

Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico.
- Cortes por la broca.
- Proyección de partículas.

Protecciones personales

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad.

I.2.7. Medios auxiliares

I.2.7.1.- Andamios

Andamios de borriquetas

Este tipo de andamios y plataformas deberán reunir las mejores condiciones de apoyo y estabilidad, e irán arriostrados de manera eficaz de forma que eviten basculamientos: el piso será resistente y sin desniveles peligrosos.

Hasta 3m de altura podrán emplearse sin arriostramientos.

Cuando se empleen en lugares con riesgo de caída desde más de 2m de altura o se utilicen para trabajos en techos, se dispondrán barandillas resistentes de 90cm de altura (sobre el nivel dela citada plataforma de trabajo) y rodapiés de 20cm.

Esta protección se fijará en todos los casos en que el andamio esté situado en la inmediata proximidad de un hueco abierto (balcones, ventanas, hueco de escalera, plataformas abiertas) o bien se colocarán en dichos huecos barandillas de protección.

No se utilizarán ladrillos ni otro tipo de materiales quebradizos para calzar los andamios.

Andamios tubulares (HD 1000)

Durante la descarga y montaje de la andamiada se balizará mediante cintas o mallas plásticas y/o vallas metálicas de delimitación peatonal la zona ocupada por el material y trabajadores para evitar ante terceras personas los riesgos de accidentes.

Los operarios emplearán casco, arnés anticaídas, guantes y calzado de seguridad con puntera reforzada.

Se respetarán los accesos a portales o locales comerciales disponiendo en la andamiada un pórtico de seguridad que garantice la integridad de las personas al entrar o salir de los mismos.

Antes del montaje del andamio se inspeccionará la zona observando la existencia de arquetas, conducciones, líneas eléctricas, etc., que pudieran condicionar su instalación.

Los andamios se apoyarán sobre durmientes de madera o bases de hormigón que repartan las cargas sobre una mayor superficie y husillos de nivelación que ayuden a mantener la horizontalidad de la plataforma, nunca sobre arquetas o elementos quebradizos.

Durante el montaje, los operarios emplearán en todo momento los arneses anticaídas con absorbedor de energía amarrándolos al propio andamio, barandillas de balcones, cables fiadores, etc.

A medida que va ganado altura el andamio, antes de acceder a las plataformas superiores a la de trabajo, se dispondrán en aquellas, marcos de montaje o pies de seguridad para proteger el riesgo de caída al acceder a las mismas.

La andamiada se anclará a la fachada mediante barras metálicas y/o topes y latiguillos distribuidos por los cuernos de andamio cada 3 metros de altura y a partir de los 5 metros de la base.

Según el diámetro del alambre, el número de vueltas que se le debe dar al mismo es el siguiente:

Diámetro del alambre:	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
Número devueltas:	11	7	5	4	3	2	2

Durante el montaje, se vigilará el grado de apriete de cada abrazadera para que sea el idóneo, evitando tanto que no sea suficiente y pueda soltarse, como que sea excesivo y pueda partirse.

El número de anclajes preciso para asegurar la andamiada a la fachada varía en función de que lleve red de cubrición o no. Como norma general, a falta de un estudio más pormenorizado, se puede considerar que el número de anclajes para un andamio sin red es de uno por cada 24m^2 y uno por cada 12m^2 cuando se vaya a colocar red.

Los anclajes se realizarán preferentemente en frentes de forjados y pilares. Para su fijación en otros puntos de las fachadas (balaustres, barandillas, paramentos, etc.) será preciso realizar un estudio sobre el estado de los mismos.

I.2.7.2.- Bajantes para evacuación de escombros

Condiciones que debe reunir el bajante

Para su emplazamiento

Antes de proceder a la instalación del bajante, se deberá hacer un estudio del lugar o lugares más idóneos para ello, debiéndose tener en cuenta que:

- El número de bajantes vendrá determinado por la distancia máxima desde cualquier punto hasta su ubicación, la cual no deberá ser mayor de 25-30m.
- Fácil accesibilidad desde cualquier punto.
- Facilidad para emplazar debajo del bajante el contenedor o camión.
- Máxima duración en el mismo emplazamiento, a ser posible hasta que finalicen los trabajos a realizar.
- Alejado de los lugares de paso.

Para su instalación

- Cuando el bajante se instale a través de aberturas en los pisos, el tramo superior deberá sobrepasar al menos, 90cm. el nivel del piso, de modo que se evite la caída de personas por el mismo, e incluso la caída accidental de materiales.
- La embocadura de venido en cada planta deberá pasar a través de la protección (barandilla y rodapié) existente en la abertura junto a la que se instale el bajante, debiendo la altura de aquella con respecto al nivel del piso ser tal que permita el vertido directo de los escombros desde la carretilla, debiéndose disponer en el suelo un tope para la rueda con objeto de facilitar la operación.
- Cuando la conducción del bajante se hace a través de aberturas en los pisos, el perímetro de aquellas deberá protegerse en la forma indicada, o bien cubriendo totalmente la superficie no ocupada por el bajante, con material resistente y sujeto de tal manera que no pueda deslizarse.
- En las aberturas en paredes o pisos, debidamente protegidas con barandillas y rodapiés, en las que se instalen bajantes para escombros, se deberá completar la protección existente con un apantallamiento de la superficie existente alrededor de las embocaduras de los mismos en cada planta, para evitar la caída accidental de objetos.
- El tramo inferior del bajante deberá tener menor pendiente que el resto, con la finalidad de reducir la velocidad de los escombros evacuados y evitar la proyección de los mismos. Dicho tramo podrá ser giratorio con objeto de facilitar el llenado del recipiente.
- La distancia de la embocadura inferior del bajante al recipiente de recogida deberá ser la mínima posible que permita el llenado del mismo y su extracción.

- El bajante para escombros se sujetará convenientemente a elementos resistentes de su lugar de emplazamiento, de forma que quede garantizada su estabilidad.

Normas y medidas preventivas

En los obstáculos existentes en el pavimento, tal como los umbrales de las puertas, se deberían disponer las rampas adecuadas que permitan la fácil circulación de las carretillas.

Los materiales de fábrica y los escombros en general, serán regados en la cantidad y forma necesaria para evitar polvaredas.

Cuando los bajantes viertan los escombros directamente al suelo, se deberá impedir la circulación de los trabajadores por dicho lugar. Para ello se deberá vallar perimetralmente el mismo, poniendo además cartel indicativo que haga referencia a la prohibición.

Para garantizar que cuando se lleve a cabo debajo del bajante para escombros alguna operación, tal como emplazar o retirar el contenedor, etc., no se viertan escombros, las embocaduras del bajante en las plantas de pisos deberán estar provistas de tapas susceptibles de ser cerradas mediante llave o candado, debiéndose cerrar todas ellas antes de proceder a cualquiera de las citadas operaciones. Con objeto de garantizar esto, uno de los operarios encargados de trabajar debajo del bajante, deberá ser el encargado de llevar a cabo el cierre de las tapas.

I.2.7.3.- Bateas para elevación de materiales

Las bateas para elevación de materiales deberán tener plintos laterales adecuados en todo su contorno que eviten la caída accidental de los materiales transportados.

I.2.7.4.- Castilletes de hormigonado

Normas y medidas preventivas

- Las dimensiones mínimas de la plataforma de trabajo serán de 1,10x1,10, estando formada por chapa metálica antideslizante, de 4mm de espesor.

- En tres de los lados habrá una barandilla de 90cm, habiendo en el conjunto rodapiés de 15cm de altura.

- El acceso a la plataforma se cerrará mediante una barra o una cadena siempre que haya personas sobre ella.

- Se prohíbe el transporte de personas u objetos sobre la plataforma durante los cambios de posición.

Riesgos más frecuentes

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al vacío.
- Golpes por el cangilón de la grúa.
- Sobreesfuerzos en el traslado.
- Los derivados del trabajo que se realice.

Protecciones personales

- Casco.
- Guantes de cuero.
- Calzado antideslizante. (Botas de seguridad en goma o P.V.C.)

I.2.7.5.- Escaleras de mano

Los pies de las escaleras se deben retirar del plano vertical del soporte superior a una distancia equivalente a 1/4 de su altura aproximadamente.

Deberán sobrepasar en 1m el apoyo superior.

Se apoyarán en superficies planas y resistentes y su alrededor deberá estar despejado.

En la base se dispondrán elementos antideslizantes.

Escaleras dobles

La escalera se debe equipar con un mecanismo de trabajo automático o con un separador para mantenerla abierta.

Las escaleras dobles se deben usar siempre completamente abiertas. No se deben usar escaleras rectas.

I.2.7.6.- Eslingas y estrobos. Cables

Normas y medidas preventivas

Es preciso evitar dejar los cables a la intemperie en el invierno (el frío hace frágil al acero). Antes de utilizar un cable que ha estado expuesto al frío, debe calentarse.

No someter nunca, de inmediato, un cable nuevo a su carga máxima. Utilícese varias veces bajo una carga reducida, con el fin de obtener un asentamiento y tensión uniforme de todos los hilos que lo componen.

Hay que evitar la formación de cocas y utilizar cables demasiado débiles para las cargas que se vayan a transportar.

Se deben elegir cables suficientemente largos para que el ángulo formado por los ramales no sobrepase los 90º. Es preciso esforzarse en reducir este ángulo al mínimo.

Las eslingas y que la arena y bien ventilado, periódicamente estrobos no deben dejarse abandonados ni tirados por el suelo, la grava penetren entre sus cordones. Deberán conservarse en al abrigo y resguardo de emanaciones ácidas. Se cepillarán y se colgarán de soportes adecuados.

Comprobaciones

Las eslingas y estrobos serán examinados con detenimiento y periódicamente, con el fin de comprobar si existen deformaciones, alargamiento anormal, rotura de hilos, desgaste, corrosión, etc., que hagan necesaria la sustitución, retirando de servicio los que presenten anomalías que puedan resultar peligrosas.

Es muy conveniente destruir las eslingas y estrobos que resulten dudosos.

Las horquillas de las grapas se colocarán, invariablemente, sobre el ramal muerto del cable, quedando la base estriada de la grapa sobre el ramal tenso.

A continuación transcribimos lo que la Norma DIN-15060 dice a este respecto:

Los cables se retirarán de servicio cuando se compruebe que en la zona más deteriorada hayan aparecido hilos rotos como para hacer cumplir cualquiera de las condiciones señaladas en el siguiente cuadro:

Número de alambre en el cable DIN-655	Numero de roturas de alambres en el momento de la retirada			
	Arrollamiento Cruzado		Arrollamiento Lang	
	En una longitud de		En una longitud de	
	6 d	30 d	6 d	30 d
6 x 19 = 114	8	16	3	6
6 x 37 = 222	30	60	10	20
8 x 37 = 296	40	80	12	24

Al rebasar estas cifras de roturas de hilos, la utilización del cable comienza a ser peligrosa.

Cuando se rompa un cordón, el cable se retirará inmediatamente. También será sustituido inmediatamente cuando éste presente aplastamientos. dobladuras, etc. u otros desperfectos serios, así como un desgaste considerable.

I.2.7.7.- Eslingas planas de banda textil

Consisten en una o varias bandas textiles flexibles, de fibra sintética (poliamida, poliéster o polipropileno) generalmente rematadas por anillos formados por la propia banda o metálicos que facilitan el enganche de la carga al equipo elevador.

Deben llevar una etiqueta en la que conste:

- Material con el que está fabricada.
- Carga máxima de utilización.
- Nombre del fabricante.
- Fecha de fabricación.

Emplear solamente eslingas que estén perfectamente identificadas en cuanto a su material, carga máxima de utilización, etc. y en idóneas condiciones.

Las eslingas deberán examinarse antes de la puesta en servicio, para cerciorarse de que no existen cortes transversales, abrasión en los bordes, deficiencias en las costuras, daños en los anillos u ojales, etc.

Una eslinga con cortes en los bordes o con deterioro en las costuras debe ser retirada inmediatamente.

En los anillos y ojales textiles formados por la misma banda no se deben enganchar elementos con bordes cortantes, ángulos agudos, etc. que puedan deteriorarlos.

No se deben emplear eslingas de banda textil en lugares con altas temperaturas o riesgo de contacto con productos químicos.

Toda eslinga que se ensucie o se impregne de cualquier producto durante su uso, se lavará inmediatamente con agua fría. Para su secado o almacenamiento, se evitarán fuentes de calor intenso y se protegerán de las radiaciones ultravioleta.

I.2.7.8.- Oxicorte

Esta técnica se utiliza para cortar metales basándose en la oxidación provocada por el dardo de una llama a elevada temperatura.

El equipo de oxicorte está compuesto de:

- Dos botellas de gases.
- Manorreductores para ambas botellas

- Mangueras o canalizaciones.

- Soplete.

- Válvulas antirretroceso,

Normas de seguridad

Para prevenir el riesgo de incendios y explosiones es preciso:

- Evitar las fugas de gases revisando cuidadosamente las válvulas, canalizaciones, sopletes y las uniones entre ellos, que deberán hacerse con abrazaderas.

- Evitar los accesorios de cobre en el equipo de acetileno.

- Alejar las botellas de toda fuente de calor y protegerlas del sol.

- Las botellas de oxígeno se almacenarán siempre en locales distintos de las de acetileno.

- Mantener las botellas en posición vertical y sujetas por abrazaderas metálicas. Si esto no es posible, utilizarlas en posición inclinada cuidando que la cabeza quede en posición más alta 40cm y el grifo hacia arriba.

- Si las botellas han estado almacenadas en posición horizontal, antes de su uso deberán permanecer verticalmente un mínimo de 12 horas.

- La estanqueidad de las mangueras y posibles fugas de gas por juntas. etc., se verificarán con agua jabonosa, nunca con una llama.

- Evitar todo contacto del oxígeno con materias grasas (manos manchadas de grasa, trapos. etc.).

- Prevenir el retroceso de la llama del soplete por la canalización, utilizando válvulas anti-retroceso en botellas y soplete.

- Utilizar una técnica correcta de soldadura e impedir que cualquiera pueda tener acceso a los sopletes.

- Las ojivas (parte superior) de las botellas que contienen oxígeno van pintadas de blanco, y las que contienen acetileno de marrón.

- La manguera del oxígeno es azul y la de acetileno roja.

- No se intercambiarán los tubos o mangueras en el montaje del soplete, ya que el caucho impregnado de acetileno se inflama al contacto del oxígeno a presión.

Riesgos más frecuentes

- Explosiones e incendios.
- Producción de gases y vapores de toxicidad variable.
- Quemaduras.
- Radiaciones.

Protecciones personales

- Casco.
- Gafas de cristal inactínico (din 7 u 8).
- Botas con puntera metálica.
- Guantes de soldador
- Mandil de soldador.
- Mascarilla con filtros apropiados para vapores de plomo o zinc.

I.2.7.9.- Plataforma volada para descarga de materiales

Las plataformas voladas que se construyan (caso de no emplearse montacargas, aunque éste es el método más seguro) lo serán de forma sólida y segura, estando convenientemente apuntaladas y arriostradas, teniendo la consideración de andamio volado, debiendo atenerse como tal a lo ya especificado.

Estas plataformas, bien sea metálicas o de madera, deberán disponer en todo su contorno de barandilla y rodapié, pudiendo tener una sección de barandilla desmontable con objeto de permitir el acceso de la carga a la plataforma, pero debiendo tener presente que normalmente la barandilla debe estar colocada y en los momentos en que ésta se quita para la carga o descarga, el personal encargado de la misma deberá utilizar cinturón de seguridad amarrado a un elemento rígido de la edificación (pilar, argolla dejada al efecto, etc.)

I.2.7.10.- Soldadura eléctrica

Normas y medidas preventivas

Protección de La vista contra impactos de partículas, por medio de gafas especiales o pantallas de soldador.

Utilización de prendas ignífugas, guantes de cuero con remate. La cabeza, cuello, parte del tórax

y la mano izquierda, incluso el antebrazo, van protegidas directamente por la pantalla de mano. Conviene, sin embargo, llevar un peto de cuero para cuando no se usa la careta normal.

Utilización de guantes secos y aislantes, en perfecto estado de conservación. Los mangos de los portaelectrodos deben estar perfectamente aislados y conservarse en buen estado.

Se debería disponer de un dispositivo que permita desconectar automáticamente el equipo de la red, cuando está trabajando en vacío.

Puesta a tierra correcta y robusta de la máquina y también del conductor activo que va conectado a la pieza de soldar.

Los conductores han de encontrarse en perfecto estado, evitándose largos látigos que podrían pelarse y establecer cortocircuitos.

No se deben dejar los grupos bajo tensión, si se va a realizar una parada relativamente larga.

No se deben dejar las pinzas sobre sitios metálicos, sino sobre aislantes.

Tener cuidado con la tensión de marcha en vacío que puede alcanzar 80 V. y no cebar el arco sin protección.

Utilizar máscara con cristal inactínico contra las radiaciones.

Riesgos más frecuentes

- Proyección de partículas.
- Quemaduras.
- Contactos eléctricos.
- Radiaciones.
- Producción de gases y vapores de toxicidad variable.

Protecciones colectivas

- Puestas a tierra robustas.
- Ventilación forzada, si fuera necesaria.

Protecciones personales

- Gafas o pantallas de soldador.
- Guantes, mandil y polainas de soldador.

- Calzado de seguridad.

I.2.8.- Obligaciones del promotor

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos.

La designación de coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

I.2.9.- Coordinadores en materia de seguridad y salud

La designación de los coordinadores en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.

Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante 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, y en particular, en las actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.

Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del coordinador.

I.2.10.- Plan de seguridad y salud en el trabajo

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, el Contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud. Durante la ejecución de la obra, este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del coordinador en materia de seguridad y salud. Cuando no fuera necesaria la designación del coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como la personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención n las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas; por lo que el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los antedichos, así como de la Dirección Facultativa.

I.2.11.- Obligaciones de contratistas y subcontratistas

El contratista y subcontratista están obligados a:

Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de accesos, y la determinación de vías, zonas de desplazamientos y circulación.
- Manipulación de distintos materiales y utilización de medios auxiliares.
- Mantenimiento, control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- Delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.

- Recogida de materiales peligrosos utilizados.
- Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- Cooperación entre todos los intervinientes en la obra
- Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud, y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente, o en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades del coordinador, Dirección Facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

I.2.12.- Obligaciones de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos están obligados a:

Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
- Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros
- Recogida de materiales peligrosos utilizados.
- Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- Cooperación entre todos los intervinientes en la obra

- Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.

- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en le artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.

- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.

- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.

- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

- Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

I.2.13.- Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicado y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 h. una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

I.2.14.- Paralización de los trabajos

Cuando el coordinador durante la ejecución de las obras, observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente

para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos, o en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados por la paralización a los representantes de los trabajadores.

I.2.15.- Derechos de los trabajadores

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

I.2.16.- Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras.

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del R.D. 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

I.2.17.- Cometidos del empresario

NO es cometido del coordinador de seguridad y salud el **CONTROL Y VIGILANCIA** directa de los trabajadores para el cumplimiento de las medidas de seguridad, que le corresponde al **EMPRESARIO,** a través de sus representantes en obra, conforme al art. 11 del RD1527/1997, de disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

I.2.18.- Normas de seguridad y salud aplicables en la obra

NORMATIVA ESTATAL

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Ley 31/95	*8 noviembre 1995*	*Jefatura del estado.*	*B.O.E. 10/11/95*
Ley 54/03	*12 diciembre 2003*	*Jefatura del estado.*	*B.O.E. 13/12/03*
Real Decreto 171/2004	*30 enero 2004*	*Jefatura del estado.*	*B.O.E. 31/01/04*

2. REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN

Real Decreto 39/97	*17 enero 1997*	*Mº de Trabajo y Asuntos Sociales*	*B.O.E. 31/01/97*
Modificación. R.D. 780/98	*30 abril 1998*	*Mº de Trabajo y Asuntos Sociales*	*B.O.E. 01/05/98*

3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

Real Decreto 1627/97	*24 octubre 1997*	*Mº de la Presidencia*	*B.O.E. 25/10/1997*

4. LEY DE LA ORDENACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Ley 38/99	*5 noviembre 1999*	*Jefatura de Estado*	*B.O.E. 06/11/99*

Ley de Medidas Fiscales, Administrativos y de Orden Social Jefatura del Estado B.O.E. 31/12/02
El Art.105 modifica la disposición adicional segunda

5. ORDENANZA DEL TRABAJO PARA LA INDUSTRIA DE CONSTRUCCIÓN, VIDRIO Y CERÁMICA
Orden 28 Agosto 1970 Mº de Trabajo B.O.E. 05/09/70

6. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN LOS CENTROS DE TRABAJO
Real Decreto 485/97 14 abril 1997 Mº de Trabajo y Asuntos Sociales B.O.E. 23/04/97

7. SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO
Real Decreto 486/97 14 abril 1997 Mº de Trabajo y Asuntos Sociales B.O.E. 23/04/97

8. MANIPULACIÓN DE CARGAS
Real Decreto 487/97 14 abril 1997 Mº de Trabajo y Asuntos Sociales B.O.E. 23/04/97

9. UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
Real Decreto 773/97 30 mayo 1997 Mº de Trabajo y Asuntos Sociales B.O.E. 12/06/97

10. UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO
Decreto 1215/97 18 julio 1997. Mº de Trabajo y Asuntos Sociales B.O.E. 07/08/97

11. TRABAJO CON EQUIPOS CON PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN
Real Decreto 488/1997 14 abril 1997 Mº Trabajo y Asuntos Sociales B.O.E. 23/04/97

12. APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA 89/392/CEE SOBRE MÁQUINAS
Real Decreto 1435/92 27 noviembre 1992 Mº de Rel. Cortes y Secr. Estado B.O.E. 11/12/92
Real Decreto 56/95 20 enero 1995 Mº de la Presidencia B.O.E. 08/02/95

13. REGLAMENTO DE APARATOS ELEVADORES PARA OBRAS
Orden 23 mayo 1977 Mº de Industria B.O.E. 14/06/77
Corrección errores B.O.E. 18/07/78
Orden 07 marzo 1981 Mº de Industria B.O.E. 14/03/81

14. MIE-AEM-2. INSTRUCCIÓN REFERENTE A GRUAS TORRES DESMONTABLES PARA OBRA
Real Decreto 836/2003 27 junio 2003 Mº de Ciencia y Tecnología B.O.E. 17/07/03

15. ITC MIE-AEM4 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a "grúas móviles autopropulsadas"
Real Decreto 837/2003 27 junio 2003 Mº de Ciencia y Tecnología B.O.E. 17/07/03

16. INSTRUCCIÓN TECNICA COMPLEMENTARIA ITC-MIE-AEM 3 REFERENTE A CARRETILLAS AUTOMOTORAS DE MANUTENCIÓN
Orden 26 mayo 1989 Mº de Industria y Energía B.O.E. 09/06/89 –nº137

17. PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES FRENTE A LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO DURANTE EL TRABAJO
R. D. 1316/89 27 octubre 1989 Mº de la Presidencia B.O.E. 02/11/89.
Corrección errores B.O.E. 09/12/89 y 26/05/90

18. PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES FRENTE AL RIESGO ELECTRICO
R. D. 614/01 08 junio 2001 Mº de la Presidencia B.O.E. 21/06/01

19. PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES FRENTE A RIESGOS DERIVADOS DE ATMOSFERAS EXPLOSIVAS
R. D. 681/03 12 junio 2003 Mº de la Presidencia B.O.E. 18/06/03

20. LIMITA EMISIONES SONORAS EN EL ENTORNO POR MAQUINAS AL AIRE LIBRE
R. D. 212/02 22 febrero 2002 Mº de la Presidencia B.O.E. 01/03/02

21. REGLAMENTO SOBRE TRABAJO CON RIESGO DE AMIANTO
Orden 31 octubre 1984 Mº de Trabajo B.O.E. 07/11/84.
Corrección errores B.O.E. 22/11/84
Orden 07 enero 1987 Mº de Trabajo B.O.E. 15/01/87
Orden 26 julio 1993 Mº de Trabajo y Seg. Social B.O.E. 05/08/93

22. UTILIZACIÓN DE ASBESTOS EN CONDICIONES DE SEGURIDAD
Convenio de la O.I.T. 24 junio 1986 B.O.E.23/11/90

23. NORMAS COMPLEMENTARIAS DEL REGLAMENTO SOBRE TRABAJOS CON RIESGO DE AMIANTO
Orden 22 diciembre 1987 Mº Trabajo y Seg. Social B.O.E. 29/12/87

24. RIESGOS A LA EXPOSICIÓN DE AGENTES CANCERIGENOS
Real Decreto 665/97 12 mayo 1997 Mº de la Presidencia B.O.E. 24/05/97
Real Decreto 1124/00 16 junio 2000 Mº de la Presidencia B.O.E. 17/06/00

25. PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES FRENTE A AGENTES QUÍMICOS
Real Decreto 374/2001 06 abril 2001 Mº de la Presidencia B.O.E. 01/05/01
26. REQUISITOS Y DATOS DE LA COMUNIC. DE APERTURA PREVIA Y REANUDACIÓN DE ACTIV. DE EMPRESAS Y CENTROS DE TRABAJO
Orden 06 mayo 1988 Mº de Trabajo y Seguridad B.O.E. 16/05/88
27. MODELO DE LIBRO DE INCIDENCIAS DE A LAS OBRAS EN QUE SEA OBLIGATORIO EL ESTUDIO SEGURIDAD E HIGIENE
Orden 20 septiembre 1986 Mº de Trabajo B.O.E. 13/10/86.
Corrección errores B.O.E. 31/10/86 – nº 261
28. LIBRO DE VISITAS DE LA INSPECCIÓN DE TRABAJO
Resolución 18 febrero 1998 Direc. General de Trabajo y S.S. B.O.E. 28/02/98
29. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD PRIVADA
Orden 23 abril 1997 B.O.E. 06/05/97

NORMATIVA AUTONÓMICA DEL PAÍS VASCO.

1. *INSTALACIONES DE GRUAS AUTODESPLEGABLES*
Orden 24 abril 2001 Industria, comercio y Turismo BOPV 15/06/2001- nº 114
2. *ORDENANZA MUN. DE DONOSTIA PARA INSTALACIÓN DE ANDAMIOS Y OTROS TIPOS DE MEDIOS AUX. DE OBRA EN LA VÍA PÚBLICA*
Ordenanza 04 diciembre 2000 Ayto. Donostia B.O.G. 26/01/01
3. *CONVENIO COLECTIVO DE CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS*
Orden 27 junio 2000 Dpto. Justicia y Trabajo B.O.G. 11/08/00

II.- PLIEGO DE CONDICIONES

II.1. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

II.1.1.- Disposiciones generales

- Orden de 28 de agosto de 1.970 (BOE 5/7/8/9-9-70). Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica.
- Modificada por: Orden de 27 de julio de 1.973.
- Ley 8/1.980 de 10 de marzo. Estatuto de los trabajadores:
- 31/1995, de 8 de noviembre (BOE 10-11-95) por la que se aprueba la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Instrucción de 26 de febrero de 1996, de la Secretaría de Estado para la Administración Pública, para la aplicación de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en la Administración del Estado.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Modificado por: Real Decreto 780/1998, de 30 de abril.
- Orden de 27 de junio de 1997, por la que se desarrolla el RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con las condiciones de acreditación de las entidades especializadas como servicios de prevención ajenos a las empresas, de autorización de las personas o entidades especializadas que pretendan desarrollar la actividad de auditoría de las entidades públicas o privadas para desarrollar y certificar actividades formativas en materia de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Orden de 22 de abril de 1997 por la que se regula el régimen de funcionamiento de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social en el desarrollo de actividades de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Resolución de 18 de febrero de 1998, de la Dirección General de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

- Ordenanzas Municipales sobre el uso del suelo y edificación.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción y Obras Públicas.

II.1.2.- Señalización

- Orden de 31 de agosto de 1.987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías de carretera fuera de poblado.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

II.1.3.- Maquinaria y herramientas

- Convenio nº 119, de 25 de junio de 1963, relativo a la protección de la O.I.T., rectificado el 26 de noviembre de 1971.
- Real Decreto 1.495/1.986 de 26 de mayo. Reglamento de Seguridad en las Máquinas. Modificado por: Real Decreto 590/1.989 de 19 de mayo.
- Orden de 8 de Abril de 1991, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MSG-SM-1 del Reglamento de Seguridad en las Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección, usados.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre máquinas, modificado por el Real Decreto 56/1995. de 20 de enero. Modificado por: Real Decreto 56/1995, de 20 de enero.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

II.1.4.- Equipos de protección individual.

- Directiva del Consejo 891656. de 30 de noviembre de 1989, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual.
- Comunicación de la Comisión relativa en el momento de la aplicación de la Directiva del Consejo 89/656/CEE, de 30 de noviembre de 1989- a la valoración, desde el punto de vista de la seguridad, de los equipos de protección individual con vistas a su elección y utilización.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. Modificado por: Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud

relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

II.1.5.- Electricidad

- Decreto 3.151/1.968 de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- Decreto 2.413/1.973, de 20 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Modificado por: Decreto 2.295/1.985 de 9 de octubre.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Decreto 24 13/1973.

II.1.6.- Iluminación, ruido, vibraciones y ambiente de trabajo

- Orden de 26 de agosto de 1.940. Normas para la iluminación de centros de trabajo.
- Orden de 14 de septiembre de 1959 (Presidencia), sobre fabricación y empleo de productos que contengan benceno.
- Instrumento de ratificación de 31 de marzo de 1973 (Jefatura), del Convenio de 23 de junio de 1971 nº 136 de la Organización Internacional del Trabajo, relativo a la protección contra los riesgos de intoxicación por el benceno.
- Resolución de 15 de febrero de 1977, de las Direcciones Generales de Trabajo y Promoción Industrial y Tecnología, por la que se actualizan las instrucciones complementarias de desarrollo de la Orden de Presidencia de Gobierno de 14 de septiembre de 1959, que regula el empleo de disolventes y otros compuestos que contengan benceno.
- Orden de 31 de octubre de 1984, por la que se aprueba el Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto.
- Resolución de 11 de febrero de 1985, que constituye una Comisión de seguimiento para la aplicación del Reglamento sobre trabajos con riesgos de amianto.
- Orden de 9 de abril de 1.986, por la que se aprueba el Reglamento para la prevención de riesgos y protección de la salud por la presencia de cloruro de vinilo monómero en el ambiente de trabajo.
- Orden de 9 de abril de 1986, por la que se aprueba el Reglamento para la prevención de riesgos y protección de la salud de los trabajadores por la presencia de plomo metálico y sus compuestos iónicos en el ambiente de trabajo.
- Orden de 7 de enero de 1987, por la que se establecen normas complementarias del Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto.
- Orden de 22 de diciembre de 1987, que aprueba el modelo de libro-registro de datos previsto en el Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto.

- Resolución de 20 de febrero de 1989, de la Dirección General de Trabajo, que regula la remisión de fichas de seguimiento ambiental y médico para el control de exposición al amianto.

- Real Decreto 1.316/1.989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

- Directiva del Consejo, de 26 de noviembre de 1990, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos, durante el trabajo.

- Directiva de la Comisión, de 29 de mayo de 1991, relativa al establecimiento de valores limite de carácter indicativo, mediante la aplicación de la Directiva 80/1107/CEE del Consejo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos durante el trabajo.

- Real Decreto 53/1992, de 24 de enero, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes.

- Orden de 26 de julio de 1993, por la que se modifican los artículos 2, 3 y 13 de la Orden de 31 de octubre de 1984, por la que se aprueba el Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto, y el artículo 2 de la Orden de 7 de enero de 1987, por la que se establecen las normas complementarias al citado Reglamento.

- Directiva del Consejo, de 12 de octubre de 1993, por la que se modifica la Directiva 90/679/CEE, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (Séptima Directiva específica).

- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, en el que se establecen las normas sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, por el que se regula la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y su seguridad derivados de La exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y la prevención de los mismos.

II.1.7.- Movimiento manual de cargas

- Decreto de 26 de julio de 1957, que aprueba el Reglamento de trabajos prohibidos a menores por peligrosos e insalubres

- Instrumento de ratificación del Convenio 127, relativo al peso máximo de la carga que puede ser transportada por un trabajador, de 7 de junio de 1967.

- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

II.1.8.- Recipientes e instalaciones bajo presión

- Real Decreto 1.244/1.979, de 4 de abril por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión. Modificado por: Real Decreto 1504/1990, de 23 de noviembre.
- Orden de 17 de marzo de 1981, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP1, referente a calderas, economizadores, precalentadores de agua. sobrecalentadores y recalentadores de vapor.
- Real Decreto 473/1.988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 76/767/CEE, sobre aparatos a presión.
- Orden de 28 de junio de 1988, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-API7 del Reglamento de Aparatos a Presión, referente a instalaciones de tratamiento y almacenamiento de aire comprimido.

II.2. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

II.2.1.- Promotor

El promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra cuando en la elaboración del mismo intervengan varios proyectistas.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o varios trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La inclusión en el proyecto de ejecución de obra de un Estudio de Seguridad y Salud será requisito necesario para el visado de aquel en el colegio profesional correspondiente, así como para la expedición de la licencia municipal, demás autorizaciones y trámites por parte de las Administraciones Públicas.

Asimismo, abonará a la Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador de Seguridad y Salud, las partidas incluidas en el documento "Presupuesto" del Plan de Seguridad y Salud. Si se implantasen elementos de seguridad, no incluidos en el Presupuesto, durante la realización de la obra, éstos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización del Coordinador de Seguridad y Salud.

Por último, la Propiedad vendrá obligada a abonar al Coordinador de Seguridad y Salud, los honorarios devengados en concepto de implantación, control y valoración del Plan de Seguridad y Salud.

II.2.2.- Dirección Facultativa

La Dirección Facultativa considerará el Estudio de Seguridad y Salud como parte integrante de la ejecución de la obra, correspondiéndole el control y supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste, dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del Presupuesto de Seguridad, poniendo en conocimiento de la Propiedad y de los organismos competentes, el incumplimiento, por parte de la Empresa Constructora, de las medidas de Seguridad contenidas en el Plan de Seguridad y Salud.

II.2.3.- Coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto

Le corresponde elaborar el Estudio de Seguridad y Salud, o hacer que se elabore bajo su responsabilidad.

Coordinará en fase de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra la toma en consideración de los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud previstos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

II.2.4.- Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra

Coordinará la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:

- Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

Coordinará 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 y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1626/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Aprobará el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones contenidas en el mismo. Organizará la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Coordinará las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo. Adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

II.2.5.- Empresa Constructora.

El Contratista estará obligado responsablemente a cumplir y a hacer cumplir a su personal y al personal de los posibles gremios o empresas subcontratadas, empresas de suministros, transportes, mantenimiento o cualquier otra, todas las disposiciones y normas legales existentes a nivel internacional, estatal, autonómico, provincial y local que sean de aplicación y estén vigentes o entren en vigencia durante la realización de la obra.

Todo lo que sin apartarse del espíritu general del Proyecto ordene la Promoción o la Dirección Facultativa será ejecutado obligatoriamente por el Contratista aún cuando no esté estipulado expresamente en el mismo.

En ningún caso podrá deducirse relación contractual alguna entre las subcontratas o cualquier empresa de suministros, transporte, mantenimiento u otras y la Promotora como consecuencia del desarrollo de aquellos trabajos parciales correspondientes al subcontrato o a compras y pedidos. El Contratista será, en todo caso, responsable de las actividades de las citadas empresas y de las obligaciones derivadas.

Es responsabilidad del Contratista la ejecución correcta de las medidas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de las consecuencias que se deriven tanto el Contratista como las subcontratas o similares (suministro, transporte, mantenimiento u otras) que en la obra existieran respecto a las inobservancias de dichas medidas que fueren a los segundos imputables.

El Contratista, o el Contratista y las subcontratas solidariamente, será el único responsable frente al propio personal y la Administración, Organismos Públicos y privados o cualquier otro ente y/o persona física o jurídica de la correcta aplicación y cumplimiento de las obligaciones derivadas de la legislación vigente, especialmente en materia laboral y de seguridad e higiene. Esta responsabilidad se extiende en caso de accidente sufrido durante la realización de los trabajos.

El Contratista, o el Contratista y las subcontratas solidariamente, responderán íntegramente con entera indemnidad de la Promoción y de la Dirección, aún cuando cualquiera de estas últimas, una de ellas o las dos, fueran solidariamente sancionadas.

El Contratista, o el Contratista y las subcontratas solidariamente, será el único responsable de los daños y perjuicios, de cualquier índole, causados a terceras personas, bienes o servicios con motivo de los trabajos.

El Contratista no podrá ceder ni traspasar ninguna de las obligaciones responsables asumidas a terceras personas sin el previo consentimiento escrito y expreso de la Promoción.

Por el hecho de autorizarse la cesión o traspaso citados en el punto anterior, el Contratista no quedará relevado bajo ningún concepto de las obligaciones y responsabilidades que pudieran derivarse para la Promoción o para la Dirección por las acciones u omisiones cometidas por el tercero subrogado, respondiendo en su mérito solidariamente con este.

Son obligaciones generales del Contratista, y de los posibles subcontratistas y similares (suministros, transpone, mantenimiento u otras) si los hubiera, cumplir con lo establecido por la Ley 3 1/1995, de 8 de Noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y cuantas, en materia de Seguridad y Salud Laboral, fueran de aplicación en los centros o lugares de trabajo de la Empresa, por razón de las actividades laborales que en ella se realicen.

La empresa constructora viene obligada a cumplir las directrices contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, a través del Plan de Seguridad y Salud, coherente con el anterior y con los sistemas de ejecución que la misma vaya a emplear. El Plan de Seguridad y Salud contará con la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, y será previo al comienzo de la obra.

II.2.6.- Trabajadores

Dispondrán de una adecuada formación sobre Seguridad y Salud Laboral mediante la información de los riesgos a tener en cuenta así como sus correspondientes medidas de prevención. La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados.

De acuerdo con el artículo 29 de la Ley 3 1/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos son las siguientes:

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 aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, 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, de

acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.

- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.

- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.

- Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores.

II.3.- ORGANIZACIÓN GENERAL DE LA SEGURIDAD EN OBRA

II.3.1.- Vigilancia de la salud de los trabajadores

Reconocimientos: Se deberá efectuar un reconocimiento médico a los trabajadores antes de que comiencen a prestar sus servicios en la obra, comprobando que son aptos (desde el punto de vista médico) para el tipo de trabajo que se les vaya a encomendar. Periódicamente se efectuarán reconocimientos médicos a todo el personal de la obra.

Botiquín de primeros auxilios: El contenido de los botiquines se ajustará a lo especificado en el capítulo 2.5. "Requisitos a cumplir por las instalaciones de higiene, sanitarias y locales provisionales de obra" del presente Pliego de Condiciones. Estará atendido por personal con la suficiente formación para ello.

II.3.2.- Organización de la actividad preventiva del contratista

Conforme a la Ley 3 1/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las empresas intervinientes en la ejecución de la obra designarán sus representantes en materia de seguridad y salud.

II.3.3.- Partes

Informes de accidentes

Por cada accidente ocurrido, aunque haya sido sin baja, se rellenará un informe (indepen-

dientemente y aparte del modelo oficial que se rellene para el envío a los Organismos Oficiales) en el que se especificarán los datos del trabajador, día y hora, lesiones sufridas, lugar donde ocurrió, maquinaría, maniobra o acción causante del accidente y normas o medidas preventivas a tener para evitar su repetición.

El informe deberá ser confeccionado por el responsable de seguridad de la obra, siendo enviadas copias del mismo a la Dirección Facultativa, constructor o Contratista Principal y Comité de Seguridad y Salud o Trabajadores Designados en tareas de Prevención de Riesgos.

Parte de deficiencias

El responsable de seguridad de la obra, emitirá periódicamente partes de detección de riesgos en los que se indicarán la zona de obra, los riesgos observados y las medidas de seguridad a implantar (o reparar) para su eliminación.

Copia de estos partes será enviada a la Dirección Facultativa, constructor o Contratista

Principal y Comité de Seguridad y Salud o Trabajadores Designados en tareas de Prevención de Riesgos.

II.3.4.- Libro de Incidencias

Con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud en la obra, existirá un libro de incidencias habilitado al efecto y facilitado por el Colegio Oficial al que pertenezca el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Dicho libro constará de hojas duplicadas.

Las anotaciones de dicho libro podrán ser efectuadas por el constructor o contratista principal, subcontratistas y trabajadores autónomos, por personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, por los representantes de los trabajadores, por técnicos de los CAT de Osalan e Inspección de Trabajo y Seguridad Social, por la dirección facultativa. Dichas anotaciones estarán únicamente relacionadas con la inobservancia de las instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en materia de Seguridad y Salud estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y a notificar la anotación al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores.

II.3.5.- Control de entrega de equipos de protección individual

Cada trabajador que reciba prendas de protección personal firmará un documento justificando su recepción.

En dicho documento constará el tipo y número de prendas entregadas, así como la fecha de dicha entrega y se especificará la obligatoriedad de su uso para los trabajos que en dicho documento se especifiquen.

II.4.- FORMACIÓN DEL PERSONAL

Se impartirá al personal de obra, al comienzo de la misma y posteriormente con carácter periódico, charlas (o cursillos) sobre Seguridad y Salud Laboral, referidas a los riesgos inherentes a la obra en general.

Se impartirán charlas (o cursillos) específicas al personal de los diferentes gremios intervinientes en la obra, con explicación de los riesgos existentes y normas y medidas preventivas a utilizar.

Se informará a todo el personal interviniente en la obra, sobre la existencia de productos inflamables, tóxicos, etc. y medidas a tomar en cada caso.

II.5.- REQUISITOS A CUMPLIR POR LAS INSTALACIONES DE HIGIENE, SANITARIAS LOCALES PROVISIONALES DE OBRA

Los suelos, paredes y techos de estas instalaciones serán continuos, lisos e impermeables, enlucidos en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

Todos sus elementos, tales como grifos, desagües y alcachofas de duchas estarán siempre en perfecto estado de funcionamiento y los armarios y bancos aptos para su utilización.

Todos estos locales dispondrán de luz y calefacción y se mantendrán en las debidas condiciones de limpieza.

Botiquín

En todo centro de trabajo se dispondrá de botiquines fijos o portátiles, bien señalizados y convenientemente situados, que estarán a cargo de personal con la suficiente formación para ello.

Cada botiquín contendrá como mínimo: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

El material se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado.

Vestuarios y aseos

Todo centro de trabajo dispondrá de vestuarios y de aseo para uso del personal, debidamente separados para los trabajadores de uno y otro sexo, si hubiere lugar

La superficie mínima de los mismos será de dos metros cuadrados por cada trabajador que haya de utilizarlos, y la altura mínima del techo será de 2,30 metros.

Estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales, con llave, para guardar la ropa y el calzado.

Los cuartos vestuarios o los locales de aseo dispondrán de un lavabo de agua corriente, provisto de jabón, por cada diez empleados o fracción de esta cifra y de un espejo de dimensiones adecuadas por cada veinticinco trabajadores o fracción de esta cifra que finalicen su jornada de trabajo simultáneamente.

Se dotará por la Empresa de toallas individuales o bien dispondrá de secadores de aire caliente, toalleros automáticos o toallas de papel, existiendo, en este último caso, recipientes adecuados para depositar los usados.

Retretes

En todo centro de trabajo existirán retretes con descarga automática de agua corriente y papel higiénico. Se instalarán con separación por sexos cuando se empleen más de diez trabajadores.

En los retretes que hayan de ser utilizados por mujeres se instalarán recipientes especiales y cerrados.

Existirá al menos un inodoro por cada 25 hombres y otro por cada 15 mujeres o fracciones de estas cifras que trabajen la misma jornada.

Cuando los retretes comuniquen con los lugares de trabajo estarán completamente cerrados y tendrán ventilación al exterior, natural o forzada.

Si comunican con cuartos de aseo o pasillos que tengan ventilación al exterior se podrá suprimir el techo de cabinas. No tendrán comunicación directa con comedores, cocinas, dormitorios y cuartos-vestuario.

Las dimensiones mínimas de las cabinas serán de 1 metro por 1,20 de superficie y 2,30 metros de altura.

Las puertas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior y de una percha.

Los inodoros y urinarios se instalarán y conservarán en debidas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones.

Duchas

Se instalará una ducha con agua fría y caliente por cada diez trabajadores o fracción de esta que trabajen en la misma jornada.

Las duchas estarán aisladas, cerradas en compartimentos individuales, con puertas dotadas de cierre interior.

Estarán preferentemente situadas en los cuartos vestuarios y de aseo o en locales próximos a los mismos, con la debida separación para uno y otro sexo.

Cuando las duchas no comuniquen con los cuartos vestuario y de aseo se instalarán colgadores para la ropa, mientras los trabajadores se duchan.

Comedores

En la actualidad la tendencia es que los operarios salgan a comer fuera de la obra en los establecimientos próximos.

No obstante, si algún operario comiera en la obra, el comedor deberá tener las siguientes características:

Deben estar ubicados en lugares próximos a los de trabajo, separados de otros locales y de focos insalubres o molestos.

Los pisos, paredes y techos serán lisos y susceptibles de fácil limpieza, tendrán una iluminación, ventilación y temperatura adecuadas, y la altura mínima del techo será de 2,60 metros.

Estarán provistos de mesas, asientos y dotados de vasos, platos y cubiertos para cada trabajador.

Dispondrán de agua potable para la limpieza de utensilios y vajilla.

Independientemente de estos fregaderos existirán unos aseos próximos a estos locales.

Cuando no existan cocinas contiguas se instalarán hornillos o cualquier otro sistema para que los trabajadores puedan calentar su comida.

II.6. NORMAS TÉCNICAS A CUMPLIR POR LAS INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA

Instalación eléctrica provisional de obra

Esta instalación cumplirá lo establecido en el "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión" y concretamente en las instrucciones: MI BT 027, en su apartado "Instalaciones en locales mojados", MI BT 028 en el apartado "Instalaciones temporales. Obras", MI BT 021 "Protección contra contactos indirectos: Separación de circuitos y Empleo de pequeñas tensiones de seguridad", MI BT 020 "Protección de las instalaciones" y MI 13T 039 "Puestas a tierra" en las que se dice que:

- Las instalaciones a la intemperie son consideradas como locales o emplazamientos mojados.
- Las canalizaciones serán estancas y para terminales, empalmes y conexiones se usarán sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua.
- Los aparatos de mando, protección y tomas de corriente serán del tipo protegido contra las proyecciones de agua, o bien, se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen una protección equivalente.
- Se instalará un dispositivo de protección en el origen de cada circuito.
- Queda prohibida la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de pequeñas tensiones de seguridad (24 voltios)
- Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión, protegidas contra las proyecciones de agua. La cubierta de los portalámparas será en su totalidad de materia aislante hidrófuga, salvo cuando se instalen en el interior de cubiertas estancas destinadas a los receptores de alumbrado, lo que deberá hacerse siempre que éstas se coloquen en un lugar fácilmente accesible (esto no rige cuando los receptores de alumbrado están alimentados a 24 voltios).
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para las instalaciones exteriores serán de 1 .000 voltios de tensión nominal, como mínimo, y los utilizados en instalaciones interiores serán de tipo flexible aislados con elastómeros o plástico de 440 voltios, como mínimo, de tensión nominal.

Contador. Caja general de protección. Acometida

La compañía suministradora exige un módulo normalizado para la ubicación de los contadores y de la caja general de protección con sus cartuchos fusibles. Su grado de protección será tipo intemperie IP.55.

La acometida se realizará grapada a las fachadas próximas o mediante postes de sujeción. Los conductores serán de 1.000V de tensión nominal. Se debe respetar una altura mínima al suelo de 2,5m y, en recorridos por debajo de esta altura, se asegurará una protección mecánica de IP.55.7

Cuadro general

De la caja general de protección se realiza la derivación al equipo de medida y al cuadro general de mando y protección. Dicha derivación será, como todas las utilizadas para instalaciones exteriores de 1.000V de tensión nominal. En instalaciones interiores podrán ser de 440 V. como mínimo de tensión nominal.

El cuadro general de mando y protección será de tipo estanco, con un grado de protección mínimo IP.55.7, contra chorro de agua y polvo. Si es metálico estará debidamente conectado a tierra.

Los elementos que se instalan adosados a la superficie del cuadro (tomas de corriente, mando de accionamiento, etc.) tendrán el mismo tipo de aislamiento y grado de protección.

Dentro del cuadro se instalarán, como mínimo, los siguientes elementos:

- Interruptor automático de corte omnipolar, accesible desde el exterior del cuadro, sin tener que abrir la tapa, que corte la corriente eléctrica a la totalidad de la obra.
- Interruptor diferencial de 300mA de sensibilidad para la instalación de fuerza.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos en los diferentes circuitos de fuerza.
- Interruptor diferencial de 30mA de sensibilidad para la instalación de alumbrado.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos en los diferentes circuitos de alumbrado.
- Salidas para tomas de corriente y cuadros secundarios con sus correspondientes protecciones.
- Transformador de seguridad con salida a 24 V.
- Salida de enlace con toma de tierra

Los cuadros se mantendrán siempre con la puerta cerrada y la llave estará en posesión de una persona responsable.

Aunque, como hemos dicho antes, están preparados para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras de protección adicional.

En las puertas se colocarán señales normalizadas de "riesgo eléctrico".

Los tableros portantes de las bases de enchufe de los cuadros eléctricos auxiliares, deberán fijarse de manera eficaz a elementos rígidos de la edificación, que impidan el desenganche fortuito de los conductores de alimentación así como contactos con elementos metálicos que puedan ocasionar descargas eléctricas a personas u objetos.

El acceso al cuadro eléctrico deberá mantenerse despejado y limpio de materiales, barro, etc., en previsión de facilitar cualquier maniobra en caso de emergencia.

Las tomas de corriente serán estancas y adecuadas para el uso a la intemperie. Su grado de protección corresponderá a IP.44.7. Se ubicarán preferentemente en los laterales del cuadro para facilitar que éste pueda permanecer cerrado. La tensión estará siempre en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar contactos eléctricos directos.

Los interruptores, en general, de la instalación serán tipo intemperie.

Se comprobará diariamente el buen estado de los interruptores diferenciales accionando el pulsador de prueba.

Cuadros secundarios

Los diferentes cuadros secundarios que se puedan utilizar en la obra cumplirán los mismos requisitos que el cuadro general.

Deberán contener el interruptor general automático de corte omnipolar, los diferenciales de fuerza y alumbrado y los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos (magnetotérmicos).

Los cuadros secundarios de distribución serán de las mismas características que los cuadros generales, pero si se instalan en interiores o locales secos, su grado de protección será de IP.543.

Conductores

El grado de protección para los conductores será IP.44 para ambientes húmedos y polvorientos.

No se colocarán por el suelo en zonas de paso de vehículos y acopio de cargas; en caso de no poder evitar que discurran por esas zonas se dispondrán elevados y fuera del alcance de los vehículos que por allí deban circular o enterrados y protegidos por una canalización resistente y debidamente señalizada.

El tendido de los cables para cruzar viales de obra se efectuará enterrado. Se señalizará el "paso del cable" mediante una cubrición permanente de tablones. La profundidad mínima de la zanja será de 40cm y el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido.

Asimismo, deberán colocarse elevados si hay zonas encharcadas.

Sus extremos estarán dotados de sus correspondientes clavijas de conexión y se prohíbe conectar directamente los hilos desnudos en las bases de enchufe.

En caso de tener que realizar empalmes, éstos se realizarán por personas especializadas, y las condiciones de estanqueidad serán como mínimo las propias del conductor. Siempre se colocarán elevados prohibiéndose mantenerlos en el suelo.

Un cable deteriorado no debe forrarse con esparadrapo, cinta aislante ni plástica, sino con la autovulcanizante, cuyo poder de aislamiento es muy superior a las anteriores, y de cualquier modo, las condiciones de estanqueidad serán como mínimo las propias del conductor.

Los cables para conexión a las tomas de corriente de las diferentes máquinas, llevarán además de los hilos de alimentación eléctrica correspondientes, uno más para la conexión a tierra en el enchufe.

El trazado de las mangueras de suministro eléctrico a las plantas será colgado a una altura sobre el pavimento de unos 2m para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras de suelo.

Las mangueras de alargadera, por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Las clavijas para la toma de corriente del conjunto de las instalaciones provisionales interiores deben ser las mismas en el conjunto de la obra. La elección debe ser efectuada en el comienzo de la obra y puesta en conocimiento de todas las empresas a las cuales se les debe prohibir introducir en la obra clavijas de otro standard no compatibles.

Puesta a tierra

Consiste en unir a la masa terrestre un punto de una instalación eléctrica de baja resistencia.

La toma de tierra de la instalación estará constituida por:

Punto de puesta a tierra, constituido por un dispositivo de conexión (regleta, borne) que permite la unión entre los conductores de la línea de enlace y principal de tierra.

Línea de enlace con tierra formado por los conductores que unen el electrodo con el punto de puesta a tierra, con sección mínima de 35 mm2.

Electrodo, masa metálica permanentemente en buen contacto con el terreno. Pueden ser:

- Placas enterradas de cobre con espesor mínimo de 2mm. o de hierro de 2,5mm., siendo la superficie útil mayor que 0,5m2

- Picas verticales de tubo de acero recubierto de cobre o cromo de 25mm. de diámetro o perfiles de acero dulce de 60mm. de lado y barras de cobre de 15mm. Las longitudes mínimas no serán menores de 2m.

- Conductores enterrados horizontalmente, de cobre desnudo, de 35mm2 de sección, pletinas de cobre de 35mm. y 2mm. de espesor o cables de acero galvanizado de 95mm2.

Toda máquina utilizada en la obra con alimentación eléctrica que trabaje a tensiones superiores a 24V y no posea doble aislamiento, deberá estar dotada de puesta a tierra, con resistencia adecuada; esta adecuación estará en función de la sensibilidad del interruptor diferencial, cuya relación será:

- Diferencial de 30mA - Resistencia a tierra máxima 800Ω

- Diferencial de 300mA - Resistencia a tierra máxima 80QΩ

Las casetas metálicas de obra que dispongan de instalación eléctrica estarán conectadas a tierra.

Los conductores para puesta a tierra irán directamente de la máquina al electrodo, sin interposición de fusibles ni dispositivos de corte alguno.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, la puesta a tierra será medida y comprobada por personal especializado antes de la puesta en servicio del cuadro general de distribución a la obra.

Periódicamente, como mucho una vez al año, se comprobará la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren.

Alumbrado

La instalación de alumbrado que se emplea en la obra, una vez que se comienzan los cerramientos y en los sótanos, deberá conseguir un nivel mínimo de intensidad de iluminación comprendido entre 25 y 50 lux, dependiendo que sean vías de circulación de uso habitual o no.

Los puntos fijos de alumbrado se situarán en superficies firmes.

Las lámparas de incandescencia irán protegidas mediante pantallas de protección.

En general, los puntos de luz que estén a la intemperie estarán protegidos contra chorro de agua y su correspondiente grado de protección IP.55.

El alumbrado portátil estará alimentado mediante transformador de seguridad a la tensión de 24 voltios. No se emplearán casquillos metálicos y la lámpara estará protegida contra golpes con un grado de protección mínimo correspondiente a la cifra 3.

Tendrán mango aislante (caucho o plástico).

La conexión no será desmontable.

El casquillo será inaccesible y montado sobre soporte aislante.

El plafón será estanco y resistente a los choques térmicos.

Herramientas portátiles

Siempre que se trabaje en ambientes húmedos serán de clase II (doble aislamiento) o clase III (se alimentan a tensiones de seguridad). Como protección adicional estarán protegidas mediante interruptores diferenciales de alta sensibilidad (30mA).

Resto de maquinaria de obra

Su grado de protección será el exigido para trabajos a la intemperie.

Teniendo en cuenta que la tensión de alimentación es mayor que 50 voltios y que son de clase O y 1, deberán estar conectados a la red de puesta a tierra. Esta debe tener baja resistencia óhmica ($\leq 80\Omega$), teniendo en cuenta que el diferencial al que están conectados es de media sensibilidad (300mA)

Protección contra incendios

Las causas que propician la aparición de un incendio en una obra no son distintas de las que lo generan en otro lugar: existencia de una frente de ignición (hogueras, braseros, energía solar, trabajos de soldadura, conexiones eléctricas, cigarrillos, etc.) junto a una sustancia combustible (encofrados de madera, carburante para la maquinaria, pinturas, etc.) puesto que el comburente (oxígeno), está presente en todos los casos.

Por todo ello, se realizará una revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional así como el correcto acopio de sustancias combustibles a lo largo de la ejecución de la obra.

Almacenamiento y señalización de productos

Los productos, tales como disolventes, pinturas, barnices adhesivos, etc., yotros productos de riesgo se almacenarán en lugares ventilados con los envases cerrados debidamente en locales limpios, alejados de focos de ignición y debidamente señalizados. El carácter específico y la toxicidad de cada producto peligroso estarán indicados por la señal de peligro característica.

II.7. NORMAS TÉCNICAS A CUMPLIR POR LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SU INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO CAMBIO Y RETIRADA

Vallado

Tendrá una altura mínima de 2m, cerrará todo el perímetro de la obra y será resistente. En caso necesario estará dotado de balizamiento luminoso.

Deberán estar construidas con material resistente, tendrán una altura mínima de 90cm y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores o materiales, según la Parte C del Anexo IV del RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Todos los huecos de ascensor irán protegidos para evitar la caída de trabajadores, materiales, etc. mediante barandillas de 90cm de altura, rodapié y un listón intermedio.

Cables de sujeción de cinturón de seguridad y sus anclajes

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos, de acuerdo con su función protectora.

Pasarelas y plataformas de trabajo

De acuerdo con el Art. nº 221 de la O.L.C.V.C. las pasarelas y plataformas estarán construidas de forma resistente con ancho mínimo de tres tablones (60cm) perfectamente anclados y dotadas en su perímetro y zonas con riesgo de caída de personas y objetos a distinto nivel con las barandillas reglamentarias de acuerdo con el RD 1627/1997.

Escaleras filas y de servicio

Las losas de escalera existentes en la obra deberán ser peldañeadas provisionalmente para permitir al personal la fácil utilización de las mismas. El peldañeado de las losas de escalera se formará con una huella mínima de 23cm y el contrapeldaño o tabica tendrá entre 13 y 20cm; el ancho mínimo de estas escaleras será de 60cm para permitir la fácil circulación. En las escaleras fijas se colocarán barandillas de 90cm, listón intermedio y rodapiés de 15cm.

Redes

Tendrán la superficie adecuada para poder asegurar una protección eficaz, cubriendo todos los huecos para no dejar espacios posibles.

Podrán soportar el peso de un hombre cayendo desde la altura máxima admisible de 6 metros, aproximadamente una caída de dos pisos.

Serán lo suficientemente flexibles para hacer bolsa y así retener al accidentado, no ofreciendo partes duras ante la posible caída de los operarios.

Resistirán a los agentes atmosféricos.

Toda red debería llevar una etiqueta con la siguiente información:

1. Nombre del fabricante
2. Identificación del material de red
3. Fecha de fabricación
4. Fecha de prueba prototipo

Se exigirá al fabricante un certificado del cumplimiento de la norma UNE-EN 1263.

La colocación de las redes es una operación peligrosa; la realizarán operarios que conozcan bien los sistemas de anclaje, adoptando precauciones especiales, como uso del cinturón de seguridad, y en todo caso deben planificarse rigurosamente las operaciones de colocación de las redes a lo largo de toda la construcción, buscando siempre la menor cantidad de movimientos posibles compatibles con la máxima eficacia.

El almacenaje de las redes se hará en sitio fresco, seco y bien ventilado, a cubierto de los agentes atmosféricos.

No se almacenarán junto con materiales punzantes, cortantes o corrosivos.

La forma de las mallas será, preferiblemente, rómbica y no cuadrada, debido a que las tensiones sobre las cuerdas perimetrales es mejor que se apliquen en dirección oblicua y no en dirección ortogonal.

Redes perimetrales verticales o de presente (tipo horca)

Las redes verticales deberán sobrepasar la planta de trabajo en una altura mínima equivalente a la distancia entre forjados. La parte superior de los pescantes u horcas debe sobresalir del borde del forjado lo suficiente para que, en caso de caída de algún trabajador, éste quede dentro de los límites de la red.

Las redes cubrirán dos plantas a lo largo del perímetro de fachadas. Se cuidará que no haya espacios sin cubrir, uniendo una red con otra mediante cuerdas. Para una mayor facilidad del montaje de las redes, se preverán a 10 cm. del borde del forjado unos enganches de acero, colocados a 1 m. entre sí, para atar las redes por su borde inferior.

Antes del hormigonado de la estructura de la planta 1ª, se dejarán previstos los puntos de anclaje de los mástiles de las redes.

El montaje de las horcas se ejecutará con ayuda de la grúa, estando sujetos los operarios con cinturones de seguridad durante la realización de estos trabajos al borde del forjado.

Para el montaje se elegirá el anclaje más idóneo y se instalará en toda la zona a proteger, procurando distanciarlos entre 5 y 6m.

Se prepararán en la solera inferior al primer forjado a proteger, orificios de 80x80x100mm de profundidad, para introducir la parte inferior del mástil, distribuidos en la misma disposición que los anclajes.

Se colocarán mástiles y redes, subiéndolos a medida que se van hormigonando las plantas.

Hay que tener presente que las uniones entre redes (sean del tipo que sean) son puntos peligrosos donde la eficacia de retención puede quedar seriamente comprometida si las citadas uniones no se realizan adecuadamente.

Para evitar improvisaciones, se estudiarán los puntos en los que se va a fijar cada elemento portante y mientras se ejecuta la estructura, la localización de los alojamientos o forjas de anclaje (cajetines, anillas.).

Señales de circulación

Cumplirán lo previsto en el artículo 701 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75, BOE 7-VII-1.976), y se atendrán a lo indicado en la Norma 8.3-I-C. Señalización de obras (Orden 31-VIII-1.987, BOE l8-XI-1.987).

Señales de seguridad

Se proveerán y colocarán de acuerdo con el Real Decreto 485/1.997, de 14 de Abril, por el que se aprueba la norma sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE 23-IV-1.997).

Topes de desplazamiento de vehículos

Se podrán realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.

Pórticos de seguridad

Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablones embriadados, firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablones. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubo o perfiles y la cubierta de chapa).

Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevean caer, pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta (sacos terreros, capa de arena, etc.)

Limitaciones de movimientos de grúas

Cuando las grúas puedan tener interferencias entre ellas se colocarán limitadores de giro y/o finales de carrera que impidan automáticamente su funcionamiento cuando una grúa intente trabajar en la zona de interferencia.

Extintores

Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible y se revisarán conforme a lo establecido en el RD 1942/1993 Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

Interruptores diferenciales y tomas de tierra

La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para alumbrado de 30mA y para fuerza de 300 mA.

La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V.

Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.

Portabotellas

Las bombonas de oxígeno y acetileno, para transpone en horizontal dentro de la obra, se llevarán siempre sobre carro portabotellas.

Válvulas antirretroceso

Los equipos de soldadura oxiacetilénica llevarán los correspondientes manorreductores en las botellas y las válvulas antirretroceso en las mangueras del soplete.

Instalación, cambio y retirada

La instalación, cambio y retirada de los medios de protección colectivos será efectuada por personal adiestrado en dicho trabajo y convenientemente protegidos por las prendas de protección personal que en cada caso sean necesarias.

Revisiones y mantenimiento

Los elementos de protección colectiva serán revisados periódicamente y se adscribirá un equipo de trabajo a tiempo parcial para arreglo y reposición de los mismos.

II.8. NORMAS A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Todos los equipos de protección individual o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

Todo elemento de protección personal se ajustará a lo dictado en el R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, en cuanto a su homologación.

II.9. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA MAQUINARIA EN GENERAL Y SU MANTENIMIENTO

La maquinaria dispondrá de todos los accesorios de prevención establecidos, serán manejados por personal especializado, se mantendrán en buen uso, para lo cual se someterán a revisiones periódicas y en caso de averías o mal funcionamiento se paralizarán hasta su reparación.

Los elementos de protección, tanto personales como colectivos deberán ser revisados periódicamente para que puedan cumplir eficazmente su función.

Toda la maquinaria de elevación de acuerdo con el Art. 103 de la O.G.S.H.T. estará sometida a un seguro de mantenimiento cuyo control se llevará a través del libro de mantenimiento.

En el resto de la maquinaria, se llevará el mismo control sobre homologación, inspecciones técnicas (ITV), etc.

Además de las prescripciones particulares de este pliego se cumplirá en cada caso lo especificado en la vigente O.G.S.H.T. y O.L.C.V.C., Reglamento de Seguridad en las Máquinas, etc.

Para lo anteriormente expuesto, se insiste de forma general en los aspectos siguientes, referentes a características, forma de empleo y mantenimiento.

Máquinas en general

Las máquinas herramientas con trepidación estarán dotadas de mecanismos de absorción y amortiguación.

Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (machacadoras, sierras, compresores, etc.)

Las carcasas protectoras de seguridad a utilizar, permitirán la visión del objeto protegido (tambores de enrollamiento, por ejemplo)

Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasas protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.

Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una máquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.

Los engranajes de cualquier tipo de accionamiento mecánico, eléctrico o manual estarán cubiertos por carcasas protectoras antiatrapamientos.

Los tornillos sin fin accionados mecánica o eléctricamente, estarán revestidos por carcasas protectoras antiatrapamientos

Las máquinas de funcionamiento irregular o averiadas serán retiradas inmediatamente para su reparación.

Las máquinas averiadas que no se puedan retirar se señalizarán con carteles de aviso con la leyenda: "MAQUINA AVERIADA, NO CONECTAR".

La misma persona que instale el letrero de aviso de 'máquina averiada será la encargada de retirarlo, en prevención de conexiones a puestas en servicios fuera de control.

Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado en la máquina objeto de reparación.

En las máquinas hidráulicas nunca se alterarán los valores de regulación de presión indicados, así como tampoco los precintos de control.

Como precaución adicional, para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.

Para el caso de corte o suministro de energía, se recomienda la protección de Las máquinas con un dispositivo automático de desconexión, de forma que al restituirse el suministro, el rearme de la máquina sea necesario, para su puesta en servicio.

Sólo el personal autorizado con documentación escrita específica, será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.

Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados y firmes.

Los peldaños y escaleras se habrán de conservar en buenas condiciones.

Usar una boquilla de conexión automática para inflar los neumáticos y colocarse detrás de éstos cuando los esté inflando.

Se prohíbe entrar en la cabina a otra persona que no sea el maquinista, mientras se esté trabajando.

No abandonar la máquina cargada, ni con el motor en marcha ni con la cuchara subida.

Cuando se pase una herramienta eléctrica portátil de un operario a otro, se debe hacer siempre a máquina parada y a ser posible dejarla en el suelo para que el otro la coja y no mano a mano, por el peligro de una posible puesta en marcha involuntaria.

II.10. NORMAS PARA EL MANEJO DE HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS.

Todas las máquinas y herramientas eléctricas que no posean doble aislamiento,deberán estar conectadas a tierra.

El circuito al cual se conecten, debe estar protegido por un interruptor diferencial de 0,03 amperios de sensibilidad.

Los cables eléctricos, conexiones, etc. deberán estar en perfecto estado, siendo conveniente revisarlos con frecuencia.

Cuando se cambien útiles, se hagan ajustes o se efectúen reparaciones, se deben desconectar del circuito eléctrico, para que no haya posibilidad de ponerlas en marcha involuntariamente.

Si se necesita usar cables de extensión se deben hacer las conexiones empezando en la herramienta y siguiendo hacia la toma de corriente.

Cuando se usen herramientas eléctricas en zonas mojadas, se deben utilizar con el grado de protección que se especifica en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Nunca se deben dejar funcionando las herramientas eléctricas portátiles, cuando no se están utilizando. Al apoyarlas sobre el suelo, andamios, etc. deben desconectarse.

Las herramientas eléctricas (taladro, rotaflex, etc.) no se deben llevar colgando agarradas del cable.

Cuando se pase una herramienta eléctrica portátil de un operario a otro, se debe hacer siempre a máquina parada y a ser posible dejarla en el suelo para que el otro la coja y no mano a mano, por el peligro de una posible puesta en marcha involuntaria.

II.11. NORMAS PARA EL MANEJO DE HERRAMIENTAS DE MANO

Mantener las herramientas en buen estado de conservación.

Cuando no se usan, tenerlas recogidas en cajas o cinturones porta-herramientas.

No dejarlas tiradas por el suelo, en escaleras, bordes de forjados o andamios, etc.

Usar cada herramienta únicamente para el tipo de trabajo para el cual está diseñada. No utilice la llave inglesa como martillo, el destornillador como cincel o la lima como palanca, pues hará el trabajo innecesariamente peligroso.

Los mangos de las herramientas deben ajustar perfectamente y no estar rajados. Las herramientas de corte deben mantenerse perfectamente afiladas.

II.12. NORMAS PARA EL IZADO, DESPLAZAMIENTO Y COLOCACIÓN DE CARGAS

Una vez enganchada la carga tensar los cables elevando ligeramente la misma y permitiendo que adquiera su posición de equilibrio.

Si la carga está mal amarrada o mal equilibrada se debe volver a depositar sobre el suelo y volverla a amarrar bien.

No hay que sujetar nunca los cables en el momento de ponerlos en tensión, con el fin de evitar que las manos queden cogidas entre la carga y los cables.

Durante el izado de la carga solamente se debe hacer esta operación sin pretender a la vez desplazarla. Hay que asegurarse de que no golpeará con ningún obstáculo.

El desplazamiento debe realizarse cuando la carga se encuentre lo bastante alta como para no encontrar obstáculos. Si el recorrido es bastante grande, debe realizarse el transporte a poca altura y a marcha moderada.

Durante el recorrido el gruísta debe tener constantemente ante la vista la carga, y si esto no fuera posible, contará con la ayuda de un señalista.

Para colocar la carga en el punto necesario primero hay que bajarla a ras de suelo y, cuando ha quedado inmovilizada, depositarla. No se debe balancear la carga para depositarla más lejos.

La carga hay que depositarla sobre calzos en lugares sólidos evitándose tapas de arquetas.

Se debe tener cuidado de no aprisionar los cables al depositar la carga.

Antes de aflojar totalmente los cables hay que comprobar la estabilidad de la carga en el suelo, aflojando un poco los cables.

II.13. NORMAS TÉCNICAS A CUMPLIR POR LOS MEDIOS AUXILIARES Y SU MANTENIMIENTO

Previsiones en los medios auxiliares

Los medios auxiliares de obra corresponden a la ejecución y no a las medidas y equipos de seguridad, si bien deben cumplir adecuadamente las funciones de seguridad.

Andamios y plataformas en general

Todos los andamios deben estar aprobados por la Dirección Técnica de Obra.

Antes de su primera utilización, el Jefe o Encargado de las obras someterá el andamiaje a una prueba de plena carga, posterior a efectuar un riguroso reconocimiento de cada uno de los elementos que lo componen.

Diariamente y antes de comenzar los trabajos, el encargado de los tajos deberá realizar una inspección ocular de los distintos elementos que puedan dar origen a accidentes, tales como apoyo, plataformas de trabajo, barandillas y en general todos los elementos sometidos a esfuerzo.

En todo momento se mantendrá acotada la zona inferior a la que realizan los trabajos, y si eso no fuera suficiente, para evitar daños a terceros, se mantendrá una persona como vigilante.

Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de tal forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelco.

Las plataformas de trabajo ubicadas a 2 o más metros de altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90cm de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio y rodapié.

Andamios tubulares

Los apoyos en el suelo se realizarán sobre zonas que no ofrezcan puntos débiles, por lo que es preferible usar durmientes de madera o bases de hormigón que repartan las cargas sobre una mayor superficie y ayuden a mantener la horizontalidad de la plataforma de trabajo.

Se dispondrán varios puntos de anclaje distribuidos por cada cuerpo de andamio y cada planta de la obra, para evitar vuelcos, a partir de los 5m de altura.

Todos los cuerpos del conjunto deberán disponer de arriostramientos del tipo de "Cruces de San Andrés". Este arriostramiento no se puede considerar una protección para la plataforma de trabajo.

Durante el montaje, se vigilará el grado de apriete de cada abrazadera para que sea el idóneo, evitando tanto que no sea suficiente y pueda soltarse, como que sea excesivo y pueda partirse.

Los trabajos de montaje y desmontaje, se realizarán con cinturones de seguridad y dispositivos anti-caída, y por los operarios especialistas de la casa suministradora de los andamios,

Plataformas de trabajo en andamios tubulares

El ancho mínimo será de 60cm.

Los elementos que la compongan se fijarán, a la estructura portante, de modo que no puedan darse basculamientos u otros movimientos peligrosos.

Su perímetro se protegerá mediante barandillas resistentes de 90cm de altura, con rodapiés de 20cm de altura para evitar posibles caídas de materiales, así corno con otra barra o listón intermedio que cubra el hueco que queda entre ambas.

Si la plataforma se realiza con madera, será sana, sin nudos ni grietas que puedan dar lugar a roturas, siendo el espesor mínimo de 5cm.

Si son metálicas deberán tener una resistencia suficiente al esfuerzo a que van a ser sometidas.

Se cargarán, únicamente, los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.

Los accesos a la plataforma de trabajo se realizarán mediante escalera adosada o integrada, no debiendo utilizarse para este fin los travesaños laterales de la estructura del andamiaje, los cuales sirven únicamente para montaje del andamio.

Andamios de borriquetas

Este tipo de andamios y plataformas deberán reunir las mejores condiciones de apoyo y estabilidad, e irán arriostrados de manera eficaz de forma que eviten basculamientos, el piso será resistente y sin desniveles peligrosos.

Hasta 3m de altura podrán emplearse sin arriostramiento.

Cuando se empleen en lugares con riesgo de caída desde más de 2m de altura o se utilicen para trabajos en techos, se dispondrán barandillas resistentes de 90cm de altura (sobre el nivel de la citada plataforma de trabajo) y rodapiés de 20cm.

Esta protección se fijará en todos los casos en que el andamio esté situado en la inmediata proximidad de un hueco abierto (balcones, ventanas, huecos de escalera, plataformas abiertas) o bien se colocarán en dichos huecos barandillas de protección

No se utilizarán ladrillos ni otro tipo de materiales quebradizos para calzar los andamios, debiendo hacerlo, cuando sea necesario, con tacos de madera convenientemente sujetos.

Plataformas de trabajo sobre las borriquetas

Se realizarán con madera sana, sin nudos y grietas que puedan ser origen de roturas.

El espesor mínimo de los tablones será de 5cm.

El ancho mínimo del conjunto será de 60cm.

Los tablones se colocarán y atarán de manera que no puedan darse basculamientos u otros movimientos peligrosos.

Los tablones, en su apoyo sobre las borriquetas, no presentarán más voladizo que el necesario para atarlos.

Se cargarán únicamente los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.

Plataformas voladas para descarga de materiales

Las plataformas voladas que se construyan serán de forma sólida y segura, estando convenientemente apuntaladas y arriostradas, teniendo la consideración de andamio volado, debiendo atenerse como tal a lo ya especificado.

Estas plataformas, bien sean metálicas o de madera, deberán disponer en todo su contorno de barandilla y rodapié, pudiendo tener una sección de barandilla desmontable con objeto de permitir el acceso de la carga a la plataforma pero debiendo tener presente que normalmente la barandilla debe estar colocada y en los momentos en que ésta se quita para la carga o descarga, el personal encargado de la misma deberá utilizar cinturón de seguridad amarrado a un elemento rígido de la edificación (pilar, argolla dejada al efecto, etc.).

Evacuación de escombros

Antes de proceder a la instalación del bajante, se debería hacer un estudio del lugar o lugares más idóneos para ello, debiendo tener en cuenta que:

- El número de bajantes vendrá determinado por la distancia máxima desde cualquier punto hasta su ubicación, la cual no debería ser mayor de 25-30m.
- Fácil accesibilidad desde cualquier punto.
- Facilidad para emplazar debajo del bajante el contenedor o camión.
- Máxima duración en el mismo emplazamiento, a ser posible hasta que finalicen los trabajos a realizar.
- Alejado de los lugares de paso.

Cuando el bajante se instale a través de aberturas en los pisos, el tramo superior deberá sobrepasar al menos 90cm el nivel del piso, de modo que se evite la caída de personas por el mismo, e incluso la caída accidental de materiales.

La embocadura de vertido en cada planta deberá pasar a través de la protección (barandilla y rodapié) existente en la abertura junto a la que se instale el bajante, debiendo la altura de aquella con respecto al nivel del piso ser tal que permita el vertido directo de los escombros desde la carretilla, debiéndose disponer en el suelo un tope para la rueda con objeto de facilitar la operación.

Cuando la conducción del bajante se hace a través de aberturas en los pisos, el perímetro de aquellas deberá protegerse en la forma indicada o bien cubriendo totalmente la superficie no ocupada por el bajante, con material resistente y sujeto de tal manera que no pueda deslizarse.

En las aberturas en paredes o pisos, debidamente protegidas con barandillas y rodapié, en las que se instalen bajantes para escombros, se debería completar la protección existente con un apantallamiento de la superficie existente alrededor de las embocaduras de los mismos en cada planta, para evitar la caída accidental de objetos.

El tramo inferior del bajante debería tener menor pendiente que el resto, con la finalidad de reducir la velocidad de los escombros evacuados y evitar la proyección de los mismos. Dicho tramo podrá ser giratorio con objeto de facilitar el llenado del recipiente.

La distancia de la embocadura inferior del bajante al recipiente de recogida deberá ser la mínima posible que permita el llenado del mismo y su extracción.

La bajante para escombros se sujetará convenientemente a elementos resistentes de su lugar de emplazamiento, de forma que quede garantizada su estabilidad.

En los obstáculos existentes en el pavimento, tal como los umbrales de las puertas, se deberían disponer las rampas adecuadas que permitan la fácil circulación de las carretillas.

Los materiales de fábrica y los escombros en general, serán regados en la cantidad y forma necesaria para evitar polvaredas.

Cuando los bajantes viertan los escombros directamente al suelo, se deberá impedir la circulación de los trabajadores por dicho lugar. Para ello se debería vallar perimetralmente el mismo, poniendo además cartel indicativo que haga referencia a la prohibición.

Para garantizar que cuando se lleve a cabo debajo del bajante para escombros alguna operación, tal como emplazar o retirar el contenedor, etc., no se viertan escombros, las embocaduras del bajante en las plantas de pisos deberán estar provistas de tapas susceptibles de ser cerradas mediante llave o candado, debiéndose cerrar todas ellas antes de proceder a cualquiera de las citadas operaciones. Con objeto de garantizar esto, uno de los operarios encargados de trabajar debajo del bajante, debería ser el encargado de llevar a cabo el cierre de las tapas.

Equipo de soldadura eléctrica

Dispondrá de puesta a tierra correcta de la máquina y del conductor activo que se conecta a la pieza a soldar.

Las mangueras o conductores serán de una sola pieza sin empalmes y en perfecto estado de conservación por casa especializada.

La máquina estará en perfectas condiciones con la carcasa cerrada.

El empleo de este equipo estará reservado a personal cualificado.

Equipo de soldadura oxiacetilénica

El equipo de soldadura oxiacetilénica estará compuesto de carro portabotellas, soplete, válvulas antirretroceso, mangueras roja y azul para acetileno y oxígeno respectivamente en buen estado, sujetas con abrazaderas, manorreductores, manómetros de alta y de baja, válvula de membrana en la salida del manorreductor y llave de corte.

Ganchos de suspensión de cargas

Los ganchos de suspensión de cargas serán de forma y naturaleza tales que se imposibilite la caída fortuita de las cargas suspendidas para lo que se les dotará de pestillo de seguridad y el factor de seguridad, referente a la carga máxima a izar cumplirá, como mínimo, el Art. 107 de la vigente O.G.S.H.T. y el Real Decreto 1513/1991, de 11 de octubre, que establece las exigencias sobre los certificados y las marcas de cables, cadenas y ganchos.

Escaleras portátiles

Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad. Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie. Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra, no estarán suplementadas con uniones soldadas. El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

Escaleras de tijeras

Son de aplicación las condiciones enunciadas para las calidades "madera" o "metal".

Las escaleras de tijera a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura.

Las escaleras de tijeras estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla (o cable de acero) de limitación de apertura máxima.

Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad. Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo. Las escaleras de tijera en posición de uso, estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.

Las escaleras de tijera no se utilizarán, si la posición necesaria para realizar un determinado trabajo, obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.

Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales (o sobre superficies provisionales horizontales)

Escaleras de mano

Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5m.

Está prohibido el acceso a lugares de altura igual o superior a 7m mediante el uso de escaleras de mano sin largueros reforzados en el centro, contra oscilamientos.

Las escaleras de mano, estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.

Las escaleras de mano, estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso. Las escaleras de mano sobrepasarán en 1m la altura a salvar. Esta cota se medirá en vertical desde el plano de desembarco, al extremo superior del larguero.

Las escaleras de mano se instalarán de tal forma, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior, 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos.

II.14 PREVENCIÓN DE RIESGOS HIGIÉNICOS

Ruido

Cuando los Niveles Diarios Equivalentes de ruido, o el Nivel de Pico, superen lo establecido en el RD. 13 16/1.989 del 27 de Octubre (sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al mido durante el trabajo) se dotará a los operarios de protectores auditivos debidamente homologados y acordes con la frecuencia del ruido a atenuar.

Por encima de los 80dBA de ruido, se proveerá a los operarios afectados de protectores auditivos.

Por encima de los 90dBA (de nivel diario equivalente) o 140dB de nivel de Pico será obligatorio el uso de protectores auditivos por todo el personal afectado.

Polvo.

Se establecen como valores de referencia los Valores Limites Umbrales (TLV) establecidos con criterio higiénico. Cuando el TLV (como concentración media ponderada en el tiempo o como valor máximo de corta duración) supere la concentración máxima permitida se deberá dotar a los trabajadores expuestos de las correspondientes mascarillas. Se cumplirá lo preceptuado en el Art. 150 de la O.G.S.H.T.

Iluminación

Siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por si sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.

Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

Zona o parte del lugar de trabajo	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1° Bajas exigencias visuales	100
2° Exigencias visuales moderadas	200
3° Exigencias visuales altas	500
4° Exigencias visuales muy altas	1000

Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Así como lo especificado en el Anexo IV "Iluminación de los lugares de trabajo" del RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y resto de la legislación vigente.

II.15. NORMAS PARA CERTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y SALUD

Una vez al mes, la empresa constructora extenderá la valoración de las partidas que, en materia de seguridad y salud, se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme al Plan de Seguridad y Salud de acuerdo con los precios contratados por la propiedad: esta valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la Propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra. Se tendrán en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del Plan de Seguridad y Salud, sólo las partidas que intervienen como medidas de seguridad y salud, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar.

En caso de ejecutar en obra unidades no previstas en el presente presupuesto se definirán total y correctamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente procediéndose para su abono, tal y como se indica en los aparatos anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

Las certificaciones estarán valoradas de acuerdo con la forma de medir expuesta en el proyecto, bien sea, ud, ml., m2, o m3 de acuerdo con los precios descompuestos del Plan de Seguridad y Salud, aplicándose criterios coherentes de medición y valoración, en el caso de establecerse precios contradictorios.

III.- PRESUPUESTO

1. PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD
(incluido en las partidas de los capítulos de ejecución)

IV.- PLANOS

S-1-. PROTECCIONESCOLECTIVAS. PLANTA ..... E A-1: 1/250
S-2- DETALLES 1 ..... E: S/E
S-3-. DETALLES 2 ..... E: S/E

3.- Plan de Control de Calidad

I.- MEMORIA
II.- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES
III. - ENSAYOS, ANALISIS Y PRUEBAS A REALIZAR
IV.- PRESUPUESTO DE ENSAYOS
V.- LISTADO DE DOCUMENTACION

I.- MEMORIA

1.- Introducción

El presente Plan de Control de Calidad se desarrolla en base al

"PROYECTO DE EJECUCIÓN DE NUEVA CUBIERTA LIGERA EN KUARTANGO"

La elaboración del Plan de Control se ha llevado a cabo según el Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y el Decreto 238/1996 de 22 de Octubre por el que se regula el Control de Calidad en la construcción y tiene por objeto garantizar la verificación y el cumplimiento de la normativa vigente, creando el mecanismo necesario para realizar los Ensayos y Pruebas que avalen la idoneidad técnica de los materiales empleados en la ejecución y su correcta puesta en obra, conforme a los documentos del proyecto.

Para ello se ha extraído de la Memoria de proyecto las características y requisitos que deben cumplir los materiales así como los datos necesarios para la elaboración del Programa que consta de los siguientes apartados:

Las características de los materiales definidas en el proyecto así como las mediciones correspondientes a los mismos y la composición y número de lotes a ensayar de cada uno de ellos, se especifican en las diferentes fichas que componen el presente Programa de Control de Calidad.

Para la realización de los ensayos, análisis y pruebas se contratará, con el conocimiento de la Dirección Facultativa, los servicios de un Laboratorio de Ensayos debidamente acreditado y antes del comienzo de la obra se dará traslado del "Programa de Control de Calidad" a dicho Laboratorio con el fin de coordinar de manera eficaz el control de calidad.

Una vez comenzada la obra la Dirección Facultativa anotará en el "Libro de Control de Calidad" los resultados de cada ensayo y la identificación del laboratorio que los ha realizado, así como los certificados de origen, marcas o sellos de calidad de aquellos materiales que los tuvieran.

Para darse por enterada de los resultados de los ensayos la Dirección Facultativa y el Constructor firmará en el "Libro de Control de Calidad" y reflejará en este y en el correspondiente "Libro de Ordenes" los criterios a seguir en cuanto a la aceptación o no de materiales o unidades de obra, en el caso de resultados discordes con la calidad definida en el Proyecto, y en su caso cualquier cambio con respecto a lo recogido en el Programa de Control.

2.- Datos generales

Autores del proyecto:

El Proyecto de Ejecución ha sido redactado por NORFER INGENIEROS, SL.

Promotor:

Kuartangoko Udala

Autores del Plan de Control de Calidad

El Plan de Control de Calidad ha sido redactado por NORFER INGENIEROS, SL.

Situación de la obra:

La cubierta se va a realizar en Kuartango

Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto:

El presupuesto de Ejecución Material estimado y reflejado en el Proyecto de Ejecución asciende a €)

3.-Criterios generales de aplicación del plan de control de calidad

Se recogen en este apartado las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, en desarrollo de lo previsto en la disposición adicional segunda de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

El CTE establece dichas exigencias básicas para cada uno de los requisitos básicos de "seguridad estructural", "seguridad en caso de incendio", "seguridad de utilización", "higiene, salud y protección del medio ambiente", "protección contra el ruido" y "ahorro de energía y aislamiento térmico", establecidos en el artículo 3 de la LOE, y proporciona procedimientos que permiten acreditar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

1.- Conformidad con el CTE de los productos, equipos y materiales

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992 de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995 de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas europeas que les sean de aplicación.

Estos productos podrán ostentar marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios que faciliten el cumplimiento de las exigencias del proyecto.

Se considerarán conformes también los productos, equipos y sistemas innovadores que demuestren el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE referentes a los elementos constructivos en los que intervienen, mediante una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto, concedida por las entidades autorizadas para ello por las Administraciones Públicas competentes.

2.- Condiciones del proyecto

Contendrá las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen a las obras, así como sus condiciones de suministro, recepción y conservación, almacenamiento y manipulación, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse incluyendo el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo, y las acciones a adoptar y los criterios de uso, conservación y mantenimiento. Estas especificaciones se pueden hacer por referencia a pliegos generales que sean de aplicación, documentos reconocidos u otros que sean válidas a juicio del proyectista.

Características técnicas de cada unidad de obra indicando su proceso de ejecución, normas de aplicación, condiciones previas que han de cumplirse antes de su realización, tolerancias admisibles, condiciones de terminación, conservación y mantenimiento, control de ejecución, ensayos y pruebas, garantías de calidad, criterios de aceptación y rechazo, criterios de medición y valoración de unidades, etc.

Finalmente describirá las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio.

3.- Condiciones en la ejecución de las obras

Durante la construcción de las obras el Director de Obra y el Director de la Ejecución de la Obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

a) control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a las obras.
b) control de ejecución de la obra
c) control de la obra terminada

3.1.- Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

a) el control de la documentación de los suministros.
b) el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
c) el control mediante ensayos.

3.2.- Control de ejecución de la obra

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa.

3.3.- Control de la obra terminada

En la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

4.- Documentación del control de la obra

El control de calidad de las obras realizado incluirá el control de recepción de productos, los controles de la ejecución y de la obra terminada. Para ello:

a) El Director de la Ejecución de la Obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones;
b) El Constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra la documentación de los productos anteriormente señalada así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda; y
c) La documentación de calidad preparada por el Constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el Director de la Ejecución de la Obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el Director de la Ejecución de la Obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Publica competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

5.- Certificado final de obra

En el Certificado Final de obra, el Director de la Ejecución de la Obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y 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 la buena construcción.

El Director de la Obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de 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 la licencia; y
b) Relación de los controles realizados durante la ejecución de la obra y sus resultados.

4.- Especificaciones de proyecto

Se refiere a la normativa aplicable a cada material según se establece en el Proyecto de Ejecución trasladándose los niveles de control y características específicas de los materiales al apartado II "Prescripciones Técnicas de los Materiales".

De acuerdo con el Proyecto de Ejecución la normativa aplicable es la siguiente:

- CÓDIGO ESTRUCTURAL
- INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE-08).
- NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE (NCSE).
- INSTRUCCIÓN PARA LA RECEPCIÓN DE CEMENTOS (RC-08).
- REGLAMENTO TÉCNICO DE DISTRIBUCIÓN Y UTILIACIÓN DE COMBUSTIBLES GASEOSOS Y SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS ICG 01 a 11 (GAS).
- REGLAMENTO DE APARATOS A PRESIÓN (RAP).
- REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA PLANTAS E INSTALACIONES DE FRÍO INDUSTRIAL (RIF).
- REGLAMENTO DE INSTALACONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS (RITE).
- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN (REBT).
- DISPOSICIONES DE APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA 95/16/CE SOBRE ASCENSORES (RAEM).
- REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOSN (RIPCI).
- REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES (RSCIEI).
- CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS POR SUS PROPIEDADES DE REACCIÓN Y RESISTENCIA FRENTE AL FUEGO.
- REGLAMENTO GENEREAL DE POLICÍA DE ESPECTÁCULOS Y ACTIVIDADES RECREATIVAS (RGPEAR).
- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS DE CARRETERAS Y PUENTES (PG-3/75).
- INSTRUCCIÓN SOBRE SECCIONES DE FIRMES EN AUTOVÍAS (ANEXOS) S/ORDEN MINISTERIAL DE 31 DE JULIO DE 1.986.
- ORDEN CIRCULAR 299/89T DE 23 DE FEBRERO DE 1989 SOBRE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE QUE REVISA EL ARTÍCULO 542 DEL PG-3/75. (DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS).
- NORMAS UNE PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA METODOLOGÍA DE LOS ENSAYOS A REALIZAR SOBRE LOS DIVERSOS MATERIALES.
- NORMAS NLT DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS.
- GUIA DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN (AITM)
- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN.

5.- Condiciones de recepción de productos

1. Condiciones generales de recepción de los productos

1.1. Productos afectados por la Directiva de Productos de la Construcción

Los productos de construcción relacionados en la DPC que disponen de norma UNE EN (para productos tradicionales) o Guía DÍTE (Documento de idoneidad técnica europeo, para productos

no tradicionales), y cuya comercialización se encuentra dentro de la fecha de aplicación del marcado CE, serán recibidos en obra según el siguiente procedimiento:

a) Control de la documentación de los suministros: se verificará la existencia de los documentos establecidos en los apartados a) y b) del artículo 7.2.1 del apartado 1.1 anterior, incluida la documentación correspondiente al marcado CE:

1. Deberá ostentar el marcado. El símbolo del marcado CE figurará en al menos uno de estos lugares:
- sobre el producto, o
- en una etiqueta adherida al producto, o
- en el embalaje del producto, o
- en una etiqueta adherida al embalaje del producto, o
- en la documentación de acompañamiento (por ejemplo, en el albarán o factura).

2. Se deberá verificar el cumplimiento de las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación y por el proyecto, lo que se hará mediante la comprobación de éstas en el etiquetado del marcado CE.

3 Se comprobará la documentación que debe acompañar al marcado CE, la Declaración CE de conformidad firmada por el fabricante cualquiera que sea el tipo de sistema de evaluación de la conformidad.

Podrá solicitarse al fabricante la siguiente documentación complementaria:
- Ensayo inicial de tipo, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 3.
- Certificado de control de producción en fábrica, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 2 o 2+.
- Certificado CE de conformidad, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 1 o 1+.

La información necesaria para la comprobación del marcado CE se amplía para determinados productos relevantes y de uso frecuente en edificación en la subsección 2.1 de la presente Parte del Pliego.

b) En el caso de que alguna especificación de un producto no esté contemplada en las características técnicas del marcado, deberá realizarse complementariamente el control de recepción mediante distintivos de calidad o mediante ensayos, según sea adecuado a la característica en cuestión.

1.2. Productos no afectados por la Directiva de Productos de la Construcción

Si el producto no está afectado por la DPC, el procedimiento a seguir para su recepción en obra (excepto en el caso de productos provenientes de países de la UE que posean un certificado de equivalencia emitido por la Administración General del Estado) consiste en la verificación del

cumplimiento de las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación y el proyecto mediante los controles previstos en el CTE, a saber:

a) Control de la documentación de los suministros: se verificará en obra que el producto suministrado viene acompañado de los documentos establecidos en los apartados a) y b) del artículo 7.2.1 del apartado 1.1 anterior, y los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, entre los que cabe citar:

Certificado de conformidad a requisitos reglamentarios (antiguo certificado de homologación) emitido por un Laboratorio de Ensayo acreditado por ENAC (de acuerdo con las especificaciones del RD 2200/1995) para los productos afectados por disposiciones reglamentarias vigentes del Ministerio de Industria.

Autorización de Uso de los forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado, y viguetas o elementos resistentes armados o pretensados de hormigón, o de cerámica y hormigón que se utilizan para la fabricación de elementos resistentes para pisos y cubiertas para la edificación concedida por la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda del Ministerio de Vivienda.

En determinados casos particulares, certificado del fabricante, como en el caso de material eléctrico de iluminación que acredite la potencia total del equipo (CTE DB HE) o que acredite la succión en fábricas con categoría de ejecución A, si este valor no viene especificado en la declaración de conformidad del marcado CE (CTE DB SE F).

b) Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:

Sello o Marca de conformidad a norma emitido por una entidad de certificación acreditada por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) de acuerdo con las especificaciones del RD 2200/1995.

Evaluación técnica de idoneidad del producto en el que se reflejen las propiedades del mismo. Las entidades españolas autorizadas actualmente son: el Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja" (IETcc), que emite el Documento de Idoneidad Técnica (DIT), y el Instituí de Tecnología de la Construcció de Catalunya (ITeC), que emite el Documento de Adecuación al Uso (DAU).

c) Control de recepción mediante ensayos:

Certificado de ensayo de una muestra del producto realizado por un Laboratorio de Ensayo acreditado por una Comunidad Autónoma o por ENAC.

En el apartado 2. Relación de productos con marcado CE, se especifican los productos de edificación a los que se les exige el marcado CE, según la última resolución publicada en el momento de la redacción del presente documento (Resolución de 17 de abril de 2007 de la Dirección General de Desarrollo Industrial, por la que se amplían los anexos I, II y III de la Orden

de 29 de Noviembre de 2001, por la que se publican las referencias a las Normas UNE que son transposición de normas armonizadas, así como el periodo de coexistencia y la entrada en vigor del marcado CE relativo a varias familias de productos de la construcción).

En la medida en que vayan apareciendo nuevas resoluciones, este listado deberá actualizarse.

1.3. Relación de documentos en la recepción de productos. Resumen

<table>
<tr><td>Documentación de identificación y garantía</td><td colspan="4">-Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">-Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Documentación de cumplimiento de características técnicas mínimas</td><td rowspan="4">Productos con marcado CE (1)</td><td rowspan="2">Documentación necesaria</td><td colspan="2">-Etiquetado del marcado CE</td></tr>
<tr><td colspan="2">-Declaración CE de conformidad firmada por el fabricante</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Documentación complementaria</td><td colspan="2">-Ensayo inicial de tipo emitido por un Organismo Notificado para un S.E.C. 3</td></tr>
<tr><td colspan="2">-Certificado de control de producción en fábrica emitido por un Organismo Notificado para un S.E.C. 2 o 2+</td></tr>
<tr><td colspan="3">-Certificado CE de conformidad emitido por un Organismo Notificado para un S.E.C. 1 o 1+</td></tr>
<tr><td colspan="3">-Marcas de conformidad a norma (norma nueva de producto)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Productos sin marcado CE (2)</td><td rowspan="2">Productos tradicionales</td><td colspan="2">-Marcas de conformidad a norma (norma antigua)</td></tr>
<tr><td colspan="2">-Certificado de conformidad a requisitos reglamentarios (antiguo certificado de homologación)</td></tr>
<tr><td>Productos innovadores</td><td>Evaluación técnica de la idoneidad mediante:</td><td>-Documento de Idoneidad técnica DIT
-Documento de adecuación al uso DAU</td></tr>
<tr><td>Otros documentos</td><td colspan="4">-Certificados de ensayos realizados por un laboratorio</td></tr>
</table>

(1) La documentación de productos con marcado CE no contempla fecha de caducidad.
(2) La documentación de productos sin relación con marcado CE tienen fecha de concesión y un periodo de validez.

2. Relación de productos con marcado CE

Relación de productos de construcción correspondiente a la Resolución de 17 de abril de 2007 de la Dirección General de Desarrollo Industrial.

Los productos que aparecen en el listado están clasificados por su uso en elementos constructivos, si está determinado o, en otros casos, por el material constituyente.

Para cada uno de ellos se detalla la fecha a partir de la cual es obligatorio el marcado CE, las normas armonizadas de aplicación y el sistema de evaluación de la conformidad.

En el listado aparecen unos productos referenciados con asterisco (*), que son los productos para los que se amplia la información y se desarrollan en el apartado 2.1. Productos con información ampliada de sus características. Se trata de productos para los que se considera oportuno conocer más a fondo sus especificaciones técnicas y características, a la hora de llevar a cabo

su recepción, ya que son productos de uso frecuente y determinantes para garantizar las exigencias básicas que se establecen en la reglamentación vigente.

Índice:

1. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS
2. FÁBRICA DE ALBAÑILERÍA
3. OTROS

1. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS

1.1. ACERO

1.1.1. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado

Marcado CE obligatorio desde del 1 de junio de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 523:2005. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Terminología, especificaciones, control de la calidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

1.1.2. Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general

Marcado CE obligatorio desde 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 10025-1:2005. Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

1.1.3. Pernos estructurales de alta resistencia para precarga

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de octubre de 2007. Norma de aplicación: UNE EN 14399-1:2006. Pernos estructurales de alta resistencia para precarga. Parte 1: Requisitos generales. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+. Marcado CE obligatorio a partir del 1 de octubre de 2007. Norma de aplicación: UNE EN 14399-4:2006. Pernos estructurales de alta resistencia para precarga. Parte 4. Sistema de evaluación de la conformidad 2+.

1.2. PRODUCTOS Y SISTEMAS PARA LA PROTECCIÓN Y REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

1.2.1. Sistemas para protección de superficie

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-2:2005. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 2: Sistemas para protección de superficie. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

1.2.2. Reparación estructural y no estructural

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-3:2006. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Parte 3: Reparación estructural y no estructural. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

1.2.3. Adhesivos estructurales

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-4:2005. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 4: Adhesivos estructurales. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

1.2.4. Productos y sistemas de inyección del hormigón

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-5:2004. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 5: Productos y sistemas de inyección del hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

1.2.5. Anclajes de armaduras de acero

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-6:2007. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 6: Anclajes de armaduras de acero. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

1.2.6. Protección contra la corrosión de armaduras

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-7:2007. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 7: Protección contra la corrosión de armaduras. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

3. OTROS (Clasificación por material)

3.1. HORMIGONES, MORTEROS Y COMPONENTES

3.1.1. Cementos comunes*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 197-1: 2000/A1:2005. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

3.1.2. Cementos de escorias de horno alto de baja resistencia inicial

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 197-4:2005 Cemento. Parte 4: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos de escorias de horno alto de baja resistencia inicial. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

3.1.3. Cementos de albañilería

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 413-1:2005. Cementos de albañilería. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

3.1.4. Cemento de aluminato cálcico

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14647:2006. Cemento de aluminato cálcico. Composición, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

3.1.5. Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 14216:2005. Cemento. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

3.1.6. Cenizas volantes para hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de de enero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 450-1:2006. Cenizas volantes para hormigón. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

3.1.7. Cales para la construcción*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 459-1:2002. Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 2.

3.1.8. Aditivos para hormigones*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 934-2:2002/A1:2005/A2:2006 Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

3.1.9. Aditivos para morteros para albañilería

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 934-3:2004/AC:2005. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 3: Aditivos para morteros para albañilería. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

3.1.10. Aditivos para pastas para tendones de pretensado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 934-4:2002. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 4: Aditivos para pastas para tendones de pretensado. Definiciones, especificaciones, conformidad, marcado y etiquetado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

3.1.11. Morteros para revoco y enlucido*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE EN 998-1:2003/AC:2006. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: Morteros para revoco enlucido. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

3.1.12. Morteros para albañilería*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE EN 998-2:2004. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

3.1.13. Áridos para hormigón*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 12620:2003/AC:2004. Áridos para hormigón. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

3.1.14. Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 13055-1:2003/AC:2004. Áridos ligeros. Parte 1: Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4

3.1.15. Áridos ligeros para mezclas bituminosas, tratamientos superficiales y aplicaciones en capas tratadas y no tratadas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13055-2:2005. Áridos ligeros. Parte 2: Áridos ligeros para mezclas bituminosas, tratamientos superficiales y aplicaciones en capas tratadas y no tratadas. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

3.1.16. Áridos para morteros*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 13139:2003/AC: 2004. Áridos para morteros. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

3.1.17. Humo de sílice para hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13263:2006. Humo de sílice para hormigón. Definiciones, requisitos y control de la conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

3.1.18. Ligantes, ligantes compuestos y mezclas prefabricadas a base de sulfato cálcico para soleras

Marcado CE obligatorio desde el 1 de julio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13454-1:2005. Ligantes, ligantes compuestos y mezclas prefabricadas a base de sulfato cálcico para soleras. Parte 1: Definiciones y requisitos. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

3.1.19. Ligantes de soleras continuas de magnesita. Magnesita cáustica y cloruro de magnesio

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 14016-1:2005. Ligantes de soleras continuas de magnesita. Magnesita cáustica y cloruro de magnesio. Parte 1: Definiciones y requisitos. Sistemas de evaluación de la conformidad: 3/4.

3.1.20. Pigmentos para la coloración de materiales de construcción basados en cemento y/o cal

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 12878:2006. Pigmentos para la coloración de materiales de construcción basados en cemento y/o cal. Especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

3.1.21. Fibras de acero para hormigón

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de junio de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14889-1:2007. Fibras para hormigón. Parte 1: Fibras de acero. Definiciones, especificaciones y conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

3.1.22. Fibras poliméricas para hormigón

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de junio de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14889-2:2007. Fibras para hormigón. Parte 2: Fibras poliméricas. Definiciones, especificaciones y conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

II.- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

PCC	ESTRUCTURAS DE ACERO	ACEROS

OBRA	CUBIERTA EN KUARTANGO

Identificación del Producto

SISTEMA	TIPO	PRODUCTO / CLASE / DIMENSIONES
ACEROS EN CHAPAS Y PERFILES	S-275-R	ELEMENTOS VARIOS / Perfiles #250x150x8, IPE-330, Tubo 120.100.5

Exigencia Documental de Control de Recepción

Tipo	Sistema Constructivo / Producto	Marcado CE	Dist.Cal	Otros	Control
	ACEROS EN CHAPAS Y PERFILES	Si			Si

Relación de Ensayos / Pruebas

Ref.	Ensayos de Control	Norma	DBs de aplicación	Frecuencia prescriptiva	Frecuencia facultativa
1	Inspección visual de soldaduras	UNE-EN 13018:2001 UNE 14044:2002	DB-SE-A	100%	
2	Reconocimiento soldadura por líquidos penetrantes	UNE 14612:1980	DB-SE-A	Según punto 10.8.4 SE-A	
3	Reconocimiento soldadura por ultrasonidos	UNE-EN 1714:1998 UNE-EN 1714/1M:2002	DB-SE-A	Según punto 10.8.4 SE-A	
4	Examen radiográfico de uniones soldadas	UNE-EN 1435:1998 UNE-EN 1435/1M:2002	DB-SE-A	Según punto 10.8.4 SE-A	
5	Adherencia de pinturas y morteros	UNE 48032:80	DB-SE-A		1 ud mínimo

Control de recepción: Lotes y Ensayos / Pruebas

Producto/Clase	Medición	Nº Lotes	Ref.Ensayos									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACEROS EN CHAPAS Y PERFILES												
TORNILLOS, TUERCAS Y ARANDELAS												
MATERIAL DE APORTACIÓN												
TOTAL ENSAYOS / PRUEBAS												

Documentación:
Documentación Obligatoria, Marcado CE (Obligatorio)

IV.- PRESUPUESTO DE ENSAYOS

4. Presupuesto Plan de Control de Calidad
(Por cuenta del contratista) 441,24€

CC01 ud PRUEBA ESTANQUEIDAD CUBIERTA

Prueba de estanqueidad de cubierta, con criterios s/NTE-QT, mediante regado con aspersores durante un periodo mínimo de 6 horas del 100% de la superficie a probar, comprobando filtraciones al interior durante las 48 horas siguientes. Incluso emisión del informe de la prueba.

1,00 123,24 123,24

CC02ud ENSAYO DE CONSISTENCIA Y RESISTENCIA DEL HORMIGON
Ensayo sobre una muestra de hormigón con determinación de: consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams y resistencia característica a compresión del hormigón endurecido con fabricación de dos probetas, curado, refrentado y rotura a compresión..

2,00 73,00 146,00

CC03ud ENSAYO CONTROL DE SOLDADUA

Inspeccion visual de soldadura, Reconocimiento soldadura por líquidos penetrantes o por ultrasonidos

2,00 86,00 172,00

V.- LISTADO DE DOCUMENTOS

ACEROS Y HORMIGONES

..... Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado
..... Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física
..... Etiquetado del marcado CE
..... Declaración CE de conformidad firmada por el fabricante

Donostia, a 3 de agosto de 2023

NORFER INGENIEROS, SL

Fdo. José Ignacio UCIN BURGAÑA
Director de Norfer Ingenieros

Fdo. Iñaki UCÍN IRIBAR
Ingeniero Industrial
Colegiado nº: 3.598

4.- Justificación de Cálculo

ÍNDICE

1. GEOMETRÍA..... 2
1.1. Nudos..... 2
1.2. Barras..... 3
1.2.1. Materiales utilizados..... 3
1.2.2. Descripción..... 3
1.2.3. Características mecánicas..... 7

2. CARGAS..... 7
2.1. Barras..... 7

3. RESULTADOS..... 14
3.1. Barras..... 14
3.1.1. Revestimiento ignífugo..... 14
3.1.2. Resumen de revestimientos ignífugos..... 15

1. GEOMETRÍA

1.1. Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

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

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N611	-40.142	-3.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N612	-40.142	-3.500	4.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N613	-57.642	-3.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N614	-57.642	-3.500	5.700	-	-	-	-	-	-	Articulado
N615	-40.142	2.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N616	-40.142	2.000	4.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N617	-57.642	2.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N618	-57.642	2.000	5.700	-	-	-	-	-	-	Articulado
N620	-40.142	7.500	4.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N621	-57.642	7.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N622	-57.642	7.500	5.700	-	-	-	-	-	-	Articulado
N623	-40.142	8.500	4.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N624	-41.601	7.500	4.142	-	-	-	-	-	-	Articulado
N625	-41.601	8.500	4.142	-	-	-	-	-	-	Articulado
N626	-41.601	2.000	4.142	-	-	-	-	-	-	Articulado
N627	-41.601	-3.500	4.142	-	-	-	-	-	-	Articulado
N628	-43.059	7.500	4.283	-	-	-	-	-	-	Articulado
N629	-43.059	8.500	4.283	-	-	-	-	-	-	Articulado
N630	-43.059	2.000	4.283	-	-	-	-	-	-	Articulado
N631	-43.059	-3.500	4.283	-	-	-	-	-	-	Articulado
N632	-44.517	7.500	4.425	-	-	-	-	-	-	Articulado
N633	-44.517	8.500	4.425	-	-	-	-	-	-	Articulado
N634	-44.517	2.000	4.425	-	-	-	-	-	-	Articulado
N635	-44.517	-3.500	4.425	-	-	-	-	-	-	Articulado
N636	-45.975	7.500	4.567	-	-	-	-	-	-	Articulado
N637	-45.975	8.500	4.567	-	-	-	-	-	-	Articulado
N638	-45.975	2.000	4.567	-	-	-	-	-	-	Articulado
N639	-45.975	-3.500	4.567	-	-	-	-	-	-	Articulado
N640	-47.433	7.500	4.708	-	-	-	-	-	-	Articulado
N641	-47.433	8.500	4.708	-	-	-	-	-	-	Articulado
N642	-47.433	2.000	4.708	-	-	-	-	-	-	Articulado
N643	-47.433	-3.500	4.708	-	-	-	-	-	-	Articulado
N644	-48.891	7.500	4.850	-	-	-	-	-	-	Articulado
N645	-48.891	8.500	4.850	-	-	-	-	-	-	Articulado
N646	-48.891	2.000	4.850	-	-	-	-	-	-	Articulado
N647	-48.891	-3.500	4.850	-	-	-	-	-	-	Articulado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N648	-50.349	7.500	4.992	-	-	-	-	-	-	Articulado
N649	-50.349	8.500	4.992	-	-	-	-	-	-	Articulado
N650	-50.349	2.000	4.992	-	-	-	-	-	-	Articulado
N651	-50.349	-3.500	4.992	-	-	-	-	-	-	Articulado
N652	-51.807	7.500	5.133	-	-	-	-	-	-	Articulado
N653	-51.807	8.500	5.133	-	-	-	-	-	-	Articulado
N654	-51.807	2.000	5.133	-	-	-	-	-	-	Articulado
N655	-51.807	-3.500	5.133	-	-	-	-	-	-	Articulado
N656	-53.266	7.500	5.275	-	-	-	-	-	-	Articulado
N657	-53.266	8.500	5.275	-	-	-	-	-	-	Articulado
N658	-53.266	2.000	5.275	-	-	-	-	-	-	Articulado
N659	-53.266	-3.500	5.275	-	-	-	-	-	-	Articulado
N660	-54.724	7.500	5.416	-	-	-	-	-	-	Articulado
N661	-54.724	8.500	5.416	-	-	-	-	-	-	Articulado
N662	-54.724	2.000	5.416	-	-	-	-	-	-	Articulado
N663	-54.724	-3.500	5.416	-	-	-	-	-	-	Articulado
N664	-56.182	7.500	5.558	-	-	-	-	-	-	Articulado
N665	-56.182	8.500	5.558	-	-	-	-	-	-	Articulado
N666	-56.182	2.000	5.558	-	-	-	-	-	-	Articulado
N667	-56.182	-3.500	5.558	-	-	-	-	-	-	Articulado
N668	-57.642	8.500	5.700	-	-	-	-	-	-	Articulado
N669	-58.140	7.500	5.748	-	-	-	-	-	-	Articulado
N670	-58.140	2.000	5.748	-	-	-	-	-	-	Articulado
N671	-58.140	-3.500	5.748	-	-	-	-	-	-	Articulado
N735	-57.642	-3.500	5.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N736	-57.642	2.000	5.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N737	-57.642	7.500	5.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N738	-40.142	-3.500	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N739	-40.142	2.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N740	-40.142	7.500	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N1015	-40.142	7.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado

1.2. Barras

1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm²)	ν	G (kp/cm²)	f_y (kp/cm²)	α_t (m/m°C)	γ (t/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Madera	GL28h	128440.4	-	7951.1	-	0.000005	0.490

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

1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N611/N738	N611/N612	CHS 219.1x6.0 (CHS)	3.500	1.00	1.00	-	-
		N738/N612	N611/N612	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N613/N735	N613/N614	CHS 219.1x6.0 (CHS)	5.200	1.00	1.00	-	-
		N735/N614	N613/N614	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N615/N739	N615/N616	CHS 219.1x6.0 (CHS)	3.500	1.00	1.00	-	-
		N739/N616	N615/N616	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N617/N736	N617/N618	CHS 219.1x6.0 (CHS)	5.200	1.00	1.00	-	-
		N736/N618	N617/N618	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N621/N737	N621/N622	CHS 219.1x6.0 (CHS)	5.200	1.00	1.00	-	-
		N737/N622	N621/N622	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N738/N739	N738/N739	CHS 100.0x6.0 (CHS)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N739/N740	N739/N740	CHS 100.0x6.0 (CHS)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N1015/N740	N1015/N620	CHS 219.1x6.0 (CHS)	3.500	1.00	1.00	-	-
		N740/N620	N1015/N620	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.500	1.00	1.00	-	-
Madera	GL28h	N612/N616	N612/N616	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N616/N620	N616/N623	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N620/N623	N616/N623	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N626/N624	N626/N625	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N624/N625	N626/N625	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N627/N626	N627/N626	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N630/N628	N630/N629	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N628/N629	N630/N629	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N631/N630	N631/N630	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N634/N632	N634/N633	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N632/N633	N634/N633	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N635/N634	N635/N634	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N638/N636	N638/N637	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N636/N637	N638/N637	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N639/N638	N639/N638	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N642/N640	N642/N641	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N640/N641	N642/N641	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N643/N642	N643/N642	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N646/N644	N646/N645	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N644/N645	N646/N645	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N647/N646	N647/N646	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N650/N648	N650/N649	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N648/N649	N650/N649	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N651/N650	N651/N650	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N654/N652	N654/N653	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N652/N653	N654/N653	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N655/N654	N655/N654	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N658/N656	N658/N657	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N656/N657	N658/N657	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N659/N658	N659/N658	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N662/N660	N662/N661	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N660/N661	N662/N661	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N663/N662	N663/N662	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N666/N664	N666/N665	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N664/N665	N666/N665	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N667/N666	N667/N666	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N614/N618	N614/N618	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N618/N622	N618/N668	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N622/N668	N618/N668	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N620/N624	N620/N669	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N624/N628	N620/N669	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N628/N632	N620/N669	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N632/N636	N620/N669	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N636/N640	N620/N669	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N640/N644	N620/N669	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N644/N648	N620/N669	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N648/N652	N620/N669	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N652/N656	N620/N669	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N656/N660	N620/N669	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N660/N664	N620/N669	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N664/N622	N620/N669	V-940x200 (Vigas-200)	1.467	1.00	1.00	-	-
		N622/N669	N620/N669	V-940x200 (Vigas-200)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N616/N626	N616/N670	V-1100x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N626/N630	N616/N670	V-1100x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N630/N634	N616/N670	V-1100x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N634/N638	N616/N670	V-1100x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N638/N642	N616/N670	V-1100x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N642/N646	N616/N670	V-1100x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N646/N650	N616/N670	V-1100x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N650/N654	N616/N670	V-1100x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N654/N658	N616/N670	V-1100x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N658/N662	N616/N670	V-1100x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N662/N666	N616/N670	V-1100x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N666/N618	N616/N670	V-1100x200 (Vigas-200)	1.467	1.00	1.00	-	-
		N618/N670	N616/N670	V-1100x200 (Vigas-200)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N612/N627	N612/N671	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N627/N631	N612/N671	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N631/N635	N612/N671	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N635/N639	N612/N671	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N639/N643	N612/N671	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N643/N647	N612/N671	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N647/N651	N612/N671	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N651/N655	N612/N671	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N655/N659	N612/N671	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N659/N663	N612/N671	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N663/N667	N612/N671	V-940x200 (Vigas-200)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N667/N614	N612/N671	V-940x200 (Vigas-200)	1.467	1.00	1.00	-	-
		N614/N671	N612/N671	V-940x200 (Vigas-200)	0.500	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
β_{xy}*: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'*
β_{xz}*: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'*
$Lb_{Sup.}$*: Separación entre arriostramientos del ala superior*
$Lb_{Inf.}$*: Separación entre arriostramientos del ala inferior*

1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N611/N612, N613/N614, N615/N616, N617/N618, N621/N622 y N1015/N620
2	N738/N739 y N739/N740
3	N612/N616, N616/N623, N626/N625, N627/N626, N630/N629, N631/N630, N634/N633, N635/N634, N638/N637, N639/N638, N642/N641, N643/N642, N646/N645, N647/N646, N650/N649, N651/N650, N654/N653, N655/N654, N658/N657, N659/N658, N662/N661, N663/N662, N666/N665, N667/N666, N614/N618 y N618/N668
4	N620/N669 y N612/N671
5	N616/N670

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm^2)	Avy (cm^2)	Avz (cm^2)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	1	CHS 219.1x6.0, (CHS)	40.17	36.15	36.15	2281.95	2281.95	4563.89
		2	CHS 100.0x6.0, (CHS)	17.72	15.95	15.95	196.50	196.50	393.00
Madera	GL28h	3	100X360, (R)	360.00	300.00	300.00	38880.00	3000.00	9856.80
		4	V-940x200, (Vigas-200)	1880.00	1566.67	1566.67	1384306.67	62666.67	216049.60
		5	V-1100x200, (Vigas-200)	2200.00	1833.33	1833.33	2218333.33	73333.33	259160.00

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2. CARGAS

2.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

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

'L1', 'L2':

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

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeciales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N611/N738	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N738/N612	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N613/N735	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N735/N614	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N615/N739	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N739/N616	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N617/N736	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N736/N618	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N621/N737	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N737/N622	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N612/N616	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N612/N616	Permanentes	Uniforme	0.015	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N612/N616	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N612/N616	V 1 (1)	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N612/N616	V 1 (2)	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N612/N616	N 1	Uniforme	0.073	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N616/N620	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N616/N620	Permanentes	Uniforme	0.015	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N616/N620	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N616/N620	V 1 (1)	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N616/N620	V 1 (2)	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N616/N620	N 1	Uniforme	0.073	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N620/N623	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N620/N623	Permanentes	Uniforme	0.015	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N620/N623	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N620/N623	V 1 (1)	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N620/N623	V 1 (2)	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N620/N623	N 1	Uniforme	0.073	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N626/N624	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N626/N624	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N626/N624	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N626/N624	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N626/N624	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N626/N624	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N624/N625	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N624/N625	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N624/N625	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N624/N625	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N624/N625	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N624/N625	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N627/N626	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N627/N626	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N627/N626	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N627/N626	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N627/N626	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N627/N626	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N630/N628	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N630/N628	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N630/N628	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N630/N628	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N630/N628	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N630/N628	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N628/N629	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N628/N629	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N628/N629	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N628/N629	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N628/N629	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N628/N629	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N631/N630	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N631/N630	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N631/N630	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N631/N630	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N631/N630	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N631/N630	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N634/N632	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N634/N632	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N634/N632	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N634/N632	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N634/N632	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N634/N632	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N632/N633	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N632/N633	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N632/N633	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N632/N633	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N632/N633	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N632/N633	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N635/N634	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N635/N634	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N635/N634	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N635/N634	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N635/N634	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N635/N634	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N638/N636	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N638/N636	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N638/N636	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N638/N636	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N638/N636	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N638/N636	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N636/N637	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N636/N637	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N636/N637	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N636/N637	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N636/N637	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N636/N637	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N639/N638	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N639/N638	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N639/N638	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N639/N638	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N639/N638	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N639/N638	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N642/N640	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N642/N640	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N642/N640	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N642/N640	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N642/N640	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N642/N640	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N640/N641	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N640/N641	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N640/N641	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N640/N641	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N640/N641	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N640/N641	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N643/N642	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N643/N642	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N643/N642	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N643/N642	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N643/N642	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N643/N642	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N646/N644	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N646/N644	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N646/N644	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N646/N644	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N646/N644	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N646/N644	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N644/N645	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N644/N645	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N644/N645	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N644/N645	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N644/N645	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N644/N645	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N647/N646	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N647/N646	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N647/N646	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N647/N646	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N647/N646	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N647/N646	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N650/N648	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N650/N648	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N650/N648	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N650/N648	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N650/N648	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N650/N648	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N648/N649	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N648/N649	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N648/N649	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N648/N649	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N648/N649	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N648/N649	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N651/N650	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N651/N650	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N651/N650	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N651/N650	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N651/N650	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N651/N650	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N654/N652	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N654/N652	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N654/N652	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N654/N652	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N654/N652	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N654/N652	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N652/N653	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N652/N653	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N652/N653	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N652/N653	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N652/N653	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N652/N653	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N655/N654	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N655/N654	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N655/N654	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N655/N654	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N655/N654	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N655/N654	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N658/N656	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N658/N656	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N658/N656	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N658/N656	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N658/N656	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N658/N656	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N656/N657	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N656/N657	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N656/N657	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N656/N657	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N656/N657	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N656/N657	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N659/N658	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N659/N658	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N659/N658	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N659/N658	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N659/N658	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N659/N658	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N662/N660	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N662/N660	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N662/N660	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N662/N660	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N662/N660	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N662/N660	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N660/N661	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N660/N661	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N660/N661	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N660/N661	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N660/N661	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N660/N661	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N663/N662	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N663/N662	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N663/N662	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N663/N662	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N663/N662	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N663/N662	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N666/N664	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N666/N664	Permanentes	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N666/N664	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N666/N664	V 1 (1)	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N666/N664	V 1 (2)	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N666/N664	N 1	Uniforme	0.220	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N664/N665	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N664/N665	Permanentes	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N664/N665	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N664/N665	V 1 (1)	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N664/N665	V 1 (2)	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N664/N665	N 1	Uniforme	0.220	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N667/N666	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N667/N666	Permanentes	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N667/N666	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N667/N666	V 1 (1)	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N667/N666	V 1 (2)	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N667/N666	N 1	Uniforme	0.220	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N614/N618	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N618/N622	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N622/N668	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N620/N624	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N624/N628	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N628/N632	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N632/N636	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N636/N640	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N640/N644	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N644/N648	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N648/N652	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N652/N656	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N656/N660	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N660/N664	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N664/N622	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N622/N669	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N616/N626	Peso propio	Uniforme	0.108	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N626/N630	Peso propio	Uniforme	0.108	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N630/N634	Peso propio	Uniforme	0.108	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N634/N638	Peso propio	Uniforme	0.108	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N638/N642	Peso propio	Uniforme	0.108	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N642/N646	Peso propio	Uniforme	0.108	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N646/N650	Peso propio	Uniforme	0.108	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N650/N654	Peso propio	Uniforme	0.108	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N654/N658	Peso propio	Uniforme	0.108	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N658/N662	Peso propio	Uniforme	0.108	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N662/N666	Peso propio	Uniforme	0.108	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N666/N618	Peso propio	Uniforme	0.108	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N618/N670	Peso propio	Uniforme	0.108	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N612/N627	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N612/N627	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N627/N631	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N627/N631	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N631/N635	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N631/N635	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N635/N639	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N635/N639	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N639/N643	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N639/N643	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N643/N647	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N643/N647	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N647/N651	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N647/N651	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N651/N655	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N651/N655	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N655/N659	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N655/N659	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N659/N663	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N659/N663	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N663/N667	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N663/N667	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N667/N614	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N667/N614	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N614/N671	Peso propio	Uniforme	0.092	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N614/N671	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N738/N739	Peso propio	Uniforme	0.014	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N739/N740	Peso propio	Uniforme	0.014	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1015/N740	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N740/N620	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

3. RESULTADOS

3.1. Barras

3.1.1. Revestimiento ignífugo

Revestimiento ignífugo								
R. req.[1]: R 30 Rev. Inc.[2]: Nullifire SC803								
Barra	Sección	Espesor (mm)	Rev. mín.[3] (mm)	Temp.[4] (°C)	Núm.[5]	F. Forma[6] (m-1)	Elemento[7]	Estado
N611/N738	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.175	0.175	792	4	174.82	Pilar	Cumple
N738/N612	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.000	No es necesario	1065	4	174.82	Pilar	Cumple
N613/N735	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.175	0.175	764	4	174.82	Pilar	Cumple
N735/N614	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.000	No es necesario	1080	4	174.82	Pilar	Cumple
N615/N739	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.175	0.175	737	4	174.82	Pilar	Cumple
N739/N616	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.000	No es necesario	943	4	174.82	Pilar	Cumple
N617/N736	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.175	0.175	706	4	174.82	Pilar	Cumple
N736/N618	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.000	No es necesario	950	4	174.82	Pilar	Cumple
N621/N737	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.175	0.175	744	4	174.82	Pilar	Cumple
N737/N622	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.000	No es necesario	1023	4	174.82	Pilar	Cumple
N738/N739	CHS 100.0x6.0 (CHS)	0.000	No es necesario	890	4	180.78	Viga	Cumple
N739/N740	CHS 100.0x6.0 (CHS)	0.000	No es necesario	892	4	180.78	Viga	Cumple
N1015/N740	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.175	0.175	768	4	174.82	Pilar	Cumple
N740/N620	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.000	No es necesario	1004	4	174.82	Pilar	Cumple

Notas:
[1] Resistencia requerida (periodo de tiempo, expresado en minutos, durante el cual un elemento estructural debe mantener su capacidad portante).
[2] Revestimiento de protección
[3] Espesor de revestimiento mínimo necesario
[4] Temperatura crítica
[5] Número de caras expuestas
[6] Factor de forma
[7] Tipo de elemento estructural

3.1.2. Resumen de revestimientos ignífugos

Nullifire SC803						
Sección: CHS 219.1x6.0 R. req.[1]: R 30						
Ref.	Barras	Espesor (mm)	Núm.[2]	Superficie (m²/m)	Longitud (m)	Cantidad (l)
RPI1	N611/N738, N613/N735, N615/N739, N617/N736, N621/N737 y N1015/N740	0.175	4	0.684	26.10	3.1
Total						**3.1**

Notas:
[1] Resistencia requerida (periodo de tiempo, expresado en minutos, durante el cual un elemento estructural debe mantener su capacidad portante).
[2] Número de caras expuestas

Sin protección				
R. req.[1]: R30				
Ref.	Barras	Sección	Núm.[2]	Longitud (m)
RPI2	N612/N616, N620/N623, N616/N620, N624/N625, N626/N624, N627/N626, N628/N629, N630/N628, N631/N630, N632/N633, N634/N632, N635/N634, N636/N637, N638/N636, N639/N638, N640/N641, N642/N640, N643/N642, N644/N645, N646/N644, N647/N646, N648/N649, N650/N648, N651/N650, N652/N653, N654/N652, N655/N654, N656/N657, N658/N656, N659/N658, N660/N661, N662/N660, N663/N662, N664/N665, N666/N664, N667/N666, N614/N618, N618/N622 y N622/N668	100X360	4	156.00

Sin protección				
R. req.[1]: R30				
Ref.	Barras	Sección	Núm.[2]	Longitud (m)
RPI3	N622/N669, N664/N622, N660/N664, N656/N660, N652/N656, N648/N652, N644/N648, N640/N644, N636/N640, N632/N636, N628/N632, N624/N628, N620/N624, N614/N671, N667/N614, N663/N667, N659/N663, N655/N659, N651/N655, N647/N651, N643/N647, N639/N643, N635/N639, N631/N635, N627/N631 y N612/N627	V-940x200	4	36.16
RPI4	N618/N670, N666/N618, N662/N666, N658/N662, N654/N658, N650/N654, N646/N650, N642/N646, N638/N642, N634/N638, N630/N634, N626/N630 y N616/N626	V-1100x200	4	18.08

Notas:
[1] Resistencia requerida (periodo de tiempo, expresado en minutos, durante el cual un elemento estructural debe mantener su capacidad portante).
[2] Número de caras expuestas

ÍNDICE

1. GEOMETRÍA 2
1.1. Nudos 2
1.2. Barras 3
1.2.1. Materiales utilizados 3
1.2.2. Descripción 4

2. CARGAS 6
2.1. Barras 6

3. RESULTADOS 13
3.1. Barras 13
3.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Completo) 13

1. GEOMETRÍA

1.1. Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

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

Nudos

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N747	-40.142	-28.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N748	-40.142	-28.500	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N749	-40.142	-28.500	4.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N750	-57.642	-28.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N751	-57.642	-28.500	5.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N752	-57.642	-28.500	5.700	-	-	-	-	-	-	Articulado
N753	-40.142	-23.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N754	-40.142	-23.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N755	-40.142	-23.000	4.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N756	-57.642	-23.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N757	-57.642	-23.000	5.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N758	-57.642	-23.000	5.700	-	-	-	-	-	-	Articulado
N759	-40.142	-17.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N760	-40.142	-17.500	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N761	-40.142	-17.500	4.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N762	-57.642	-17.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N763	-57.642	-17.500	5.200	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N764	-57.642	-17.500	5.700	-	-	-	-	-	-	Articulado
N765	-40.142	-16.500	4.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N766	-41.601	-17.500	4.142	-	-	-	-	-	-	Articulado
N767	-41.601	-16.500	4.142	-	-	-	-	-	-	Articulado
N768	-41.601	-23.000	4.142	-	-	-	-	-	-	Articulado
N769	-41.601	-28.500	4.142	-	-	-	-	-	-	Articulado
N770	-43.059	-17.500	4.283	-	-	-	-	-	-	Articulado
N771	-43.059	-16.500	4.283	-	-	-	-	-	-	Articulado
N772	-43.059	-23.000	4.283	-	-	-	-	-	-	Articulado
N773	-43.059	-28.500	4.283	-	-	-	-	-	-	Articulado
N774	-44.517	-17.500	4.425	-	-	-	-	-	-	Articulado
N775	-44.517	-16.500	4.425	-	-	-	-	-	-	Articulado
N776	-44.517	-23.000	4.425	-	-	-	-	-	-	Articulado
N777	-44.517	-28.500	4.425	-	-	-	-	-	-	Articulado
N778	-45.975	-17.500	4.567	-	-	-	-	-	-	Articulado
N779	-45.975	-16.500	4.567	-	-	-	-	-	-	Articulado
N780	-45.975	-23.000	4.567	-	-	-	-	-	-	Articulado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N781	-45.975	-28.500	4.567	-	-	-	-	-	-	Articulado
N782	-47.433	-17.500	4.708	-	-	-	-	-	-	Articulado
N783	-47.433	-16.500	4.708	-	-	-	-	-	-	Articulado
N784	-47.433	-23.000	4.708	-	-	-	-	-	-	Articulado
N785	-47.433	-28.500	4.708	-	-	-	-	-	-	Articulado
N786	-48.891	-17.500	4.850	-	-	-	-	-	-	Articulado
N787	-48.891	-16.500	4.850	-	-	-	-	-	-	Articulado
N788	-48.891	-23.000	4.850	-	-	-	-	-	-	Articulado
N789	-48.891	-28.500	4.850	-	-	-	-	-	-	Articulado
N790	-50.349	-17.500	4.992	-	-	-	-	-	-	Articulado
N791	-50.349	-16.500	4.992	-	-	-	-	-	-	Articulado
N792	-50.349	-23.000	4.992	-	-	-	-	-	-	Articulado
N793	-50.349	-28.500	4.992	-	-	-	-	-	-	Articulado
N794	-51.807	-17.500	5.133	-	-	-	-	-	-	Articulado
N795	-51.807	-16.500	5.133	-	-	-	-	-	-	Articulado
N796	-51.807	-23.000	5.133	-	-	-	-	-	-	Articulado
N797	-51.807	-28.500	5.133	-	-	-	-	-	-	Articulado
N798	-53.266	-17.500	5.275	-	-	-	-	-	-	Articulado
N799	-53.266	-16.500	5.275	-	-	-	-	-	-	Articulado
N800	-53.266	-23.000	5.275	-	-	-	-	-	-	Articulado
N801	-53.266	-28.500	5.275	-	-	-	-	-	-	Articulado
N802	-54.724	-17.500	5.416	-	-	-	-	-	-	Articulado
N803	-54.724	-16.500	5.416	-	-	-	-	-	-	Articulado
N804	-54.724	-23.000	5.416	-	-	-	-	-	-	Articulado
N805	-54.724	-28.500	5.416	-	-	-	-	-	-	Articulado
N806	-56.182	-17.500	5.558	-	-	-	-	-	-	Articulado
N807	-56.182	-16.500	5.558	-	-	-	-	-	-	Articulado
N808	-56.182	-23.000	5.558	-	-	-	-	-	-	Articulado
N809	-56.182	-28.500	5.558	-	-	-	-	-	-	Articulado
N810	-57.642	-16.500	5.700	-	-	-	-	-	-	Articulado
N811	-58.140	-17.500	5.748	-	-	-	-	-	-	Articulado
N812	-58.140	-23.000	5.748	-	-	-	-	-	-	Articulado
N813	-58.140	-28.500	5.748	-	-	-	-	-	-	Articulado

1.2. Barras

1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm²)	ν	G (kp/cm²)	f_y (kp/cm²)	$\alpha_{\cdot t}$ (m/m°C)	γ (t/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Madera	GL28h	128440.4	-	7951.1	-	0.000005	0.490

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm²)	ν	G (kp/cm²)	f_y (kp/cm²)	$\alpha_{\cdot t}$ (m/m°C)	γ (t/m³)
Tipo	Designación						

Notación:
E: Módulo de elasticidad
ν: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
$\alpha_{\cdot t}$: Coeficiente de dilatación
γ: Peso específico

1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N747/N748	N747/N749	CHS 219.1x6.0 (CHS)	3.500	1.00	1.00	-	-
		N748/N749	N747/N749	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N750/N751	N750/N752	CHS 219.1x6.0 (CHS)	5.200	1.00	1.00	-	-
		N751/N752	N750/N752	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N753/N754	N753/N755	CHS 219.1x6.0 (CHS)	3.500	1.00	1.00	-	-
		N754/N755	N753/N755	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N756/N757	N756/N758	CHS 219.1x6.0 (CHS)	5.200	1.00	1.00	-	-
		N757/N758	N756/N758	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N759/N760	N759/N761	CHS 219.1x6.0 (CHS)	3.500	1.00	1.00	-	-
		N760/N761	N759/N761	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N762/N763	N762/N764	CHS 219.1x6.0 (CHS)	5.200	1.00	1.00	-	-
		N763/N764	N762/N764	CHS 219.1x6.0 (CHS)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N761/N766	N761/N811	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N766/N770	N761/N811	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N770/N774	N761/N811	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N774/N778	N761/N811	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N778/N782	N761/N811	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N782/N786	N761/N811	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N786/N790	N761/N811	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N790/N794	N761/N811	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N794/N798	N761/N811	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N798/N802	N761/N811	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N802/N806	N761/N811	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N806/N764	N761/N811	IPE 600 (IPE)	1.467	1.00	1.00	-	-
		N764/N811	N761/N811	IPE 600 (IPE)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N755/N768	N755/N812	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N768/N772	N755/N812	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N772/N776	N755/N812	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N776/N780	N755/N812	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N780/N784	N755/N812	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N784/N788	N755/N812	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N788/N792	N755/N812	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N792/N796	N755/N812	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N796/N800	N755/N812	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N800/N804	N755/N812	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N804/N808	N755/N812	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N808/N758	N755/N812	IPE 600 (IPE)	1.467	1.00	1.00	-	-
		N758/N812	N755/N812	IPE 600 (IPE)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N749/N769	N749/N813	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N769/N773	N749/N813	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N773/N777	N749/N813	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N777/N781	N749/N813	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N781/N785	N749/N813	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N785/N789	N749/N813	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N789/N793	N749/N813	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N793/N797	N749/N813	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N797/N801	N749/N813	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N801/N805	N749/N813	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N805/N809	N749/N813	IPE 600 (IPE)	1.465	1.00	1.00	-	-
		N809/N752	N749/N813	IPE 600 (IPE)	1.467	1.00	1.00	-	-
		N752/N813	N749/N813	IPE 600 (IPE)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N751/N757	N751/N757	CHS 100.0x6.0 (CHS)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N757/N763	N757/N763	CHS 100.0x6.0 (CHS)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N748/N754	N748/N754	CHS 100.0x6.0 (CHS)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N754/N760	N754/N760	CHS 100.0x6.0 (CHS)	5.500	1.00	1.00	-	-
Madera	GL28h	N749/N755	N749/N755	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N755/N761	N755/N765	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N761/N765	N755/N765	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N768/N766	N768/N767	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N766/N767	N768/N767	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N769/N768	N769/N768	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N772/N770	N772/N771	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N770/N771	N772/N771	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N773/N772	N773/N772	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N776/N774	N776/N775	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N774/N775	N776/N775	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N777/N776	N777/N776	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N780/N778	N780/N779	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N778/N779	N780/N779	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N781/N780	N781/N780	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N784/N782	N784/N783	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N782/N783	N784/N783	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N785/N784	N785/N784	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N788/N786	N788/N787	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N786/N787	N788/N787	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N789/N788	N789/N788	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N792/N790	N792/N791	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N790/N791	N792/N791	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N793/N792	N793/N792	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N796/N794	N796/N795	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N794/N795	N796/N795	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N797/N796	N797/N796	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N800/N798	N800/N799	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N798/N799	N800/N799	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N801/N800	N801/N800	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N804/N802	N804/N803	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N802/N803	N804/N803	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N805/N804	N805/N804	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N808/N806	N808/N807	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N806/N807	N808/N807	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N809/N808	N809/N808	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N752/N758	N752/N758	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N758/N764	N758/N810	100X360 (R)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N764/N810	N758/N810	100X360 (R)	1.000	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2. CARGAS

2.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

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

'L1', 'L2':

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

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeciales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N747/N748	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N748/N749	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N750/N751	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N751/N752	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N753/N754	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N754/N755	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N756/N757	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N757/N758	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N759/N760	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N760/N761	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N762/N763	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N763/N764	Peso propio	Uniforme	0.032	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N749/N755	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N749/N755	Permanentes	Uniforme	0.015	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N749/N755	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N749/N755	V 1 (1)	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N749/N755	V 1 (2)	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N749/N755	N 1	Uniforme	0.073	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N755/N761	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N755/N761	Permanentes	Uniforme	0.015	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N755/N761	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N755/N761	V 1 (1)	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N755/N761	V 1 (2)	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N755/N761	N 1	Uniforme	0.073	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N761/N765	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N761/N765	Permanentes	Uniforme	0.015	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N761/N765	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N761/N765	V 1 (1)	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N761/N765	V 1 (2)	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N761/N765	N 1	Uniforme	0.073	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N768/N766	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N768/N766	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N768/N766	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N768/N766	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N768/N766	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N768/N766	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N766/N767	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N766/N767	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N766/N767	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N766/N767	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N766/N767	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N766/N767	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N769/N768	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N769/N768	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N769/N768	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N769/N768	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N769/N768	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N769/N768	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N772/N770	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N772/N770	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N772/N770	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N772/N770	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N772/N770	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N772/N770	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N770/N771	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N770/N771	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N770/N771	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N770/N771	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N770/N771	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N770/N771	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N773/N772	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N773/N772	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N773/N772	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N773/N772	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N773/N772	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N773/N772	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N776/N774	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N776/N774	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N776/N774	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N776/N774	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N776/N774	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N776/N774	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N774/N775	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N774/N775	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N774/N775	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N774/N775	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N774/N775	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N774/N775	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N777/N776	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N777/N776	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N777/N776	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N777/N776	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N777/N776	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N777/N776	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N780/N778	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N780/N778	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N780/N778	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N780/N778	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N780/N778	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N780/N778	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N778/N779	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N778/N779	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N778/N779	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N778/N779	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N778/N779	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N778/N779	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N781/N780	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N781/N780	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N781/N780	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N781/N780	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N781/N780	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N781/N780	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N784/N782	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N784/N782	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N784/N782	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N784/N782	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N784/N782	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N784/N782	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N782/N783	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N782/N783	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N782/N783	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N782/N783	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N782/N783	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N782/N783	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N785/N784	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N785/N784	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N785/N784	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N785/N784	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N785/N784	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N785/N784	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N788/N786	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N788/N786	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N788/N786	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N788/N786	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N788/N786	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N788/N786	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N786/N787	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N786/N787	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N786/N787	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N786/N787	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N786/N787	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N786/N787	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N789/N788	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N789/N788	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N789/N788	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N789/N788	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N789/N788	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N789/N788	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N792/N790	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N792/N790	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N792/N790	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N792/N790	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N792/N790	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N792/N790	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N790/N791	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N790/N791	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N790/N791	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N790/N791	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N790/N791	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N790/N791	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N793/N792	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N793/N792	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N793/N792	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N793/N792	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N793/N792	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N793/N792	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N796/N794	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N796/N794	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N796/N794	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N796/N794	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N796/N794	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N796/N794	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N794/N795	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N794/N795	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N794/N795	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N794/N795	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N794/N795	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N794/N795	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N797/N796	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N797/N796	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N797/N796	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N797/N796	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N797/N796	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N797/N796	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N800/N798	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N800/N798	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N800/N798	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N800/N798	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N800/N798	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N800/N798	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N798/N799	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N798/N799	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N798/N799	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N798/N799	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N798/N799	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N798/N799	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N801/N800	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N801/N800	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N801/N800	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N801/N800	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N801/N800	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N801/N800	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N804/N802	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N804/N802	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N804/N802	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N804/N802	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N804/N802	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N804/N802	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N802/N803	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N802/N803	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N802/N803	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N802/N803	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N802/N803	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N802/N803	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N805/N804	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N805/N804	Permanentes	Uniforme	0.029	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N805/N804	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N805/N804	V 1 (1)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N805/N804	V 1 (2)	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N805/N804	N 1	Uniforme	0.147	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N808/N806	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N808/N806	Permanentes	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N808/N806	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N808/N806	V 1 (1)	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N808/N806	V 1 (2)	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N808/N806	N 1	Uniforme	0.220	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N806/N807	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N806/N807	Permanentes	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N806/N807	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N806/N807	V 1 (1)	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N806/N807	V 1 (2)	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N806/N807	N 1	Uniforme	0.220	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N809/N808	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N809/N808	Permanentes	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N809/N808	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N809/N808	V 1 (1)	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	0.097	-0.000	0.995
N809/N808	V 1 (2)	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-0.097	0.000	-0.995
N809/N808	N 1	Uniforme	0.220	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N752/N758	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N758/N764	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N764/N810	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N761/N766	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N766/N770	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N770/N774	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N774/N778	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N778/N782	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N782/N786	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N786/N790	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N790/N794	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N794/N798	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N798/N802	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N802/N806	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N806/N764	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N764/N811	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N755/N768	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N768/N772	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N772/N776	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N776/N780	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N780/N784	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N784/N788	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N788/N792	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N792/N796	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N796/N800	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N800/N804	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N804/N808	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N808/N758	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N758/N812	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N749/N769	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N749/N769	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N769/N773	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N769/N773	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N773/N777	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N773/N777	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N777/N781	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N777/N781	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N781/N785	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N781/N785	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N785/N789	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N785/N789	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N789/N793	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N789/N793	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N793/N797	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N793/N797	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N797/N801	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N797/N801	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N801/N805	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N801/N805	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N805/N809	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N805/N809	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N809/N752	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N809/N752	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N752/N813	Peso propio	Uniforme	0.122	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N752/N813	SOBRECARGA USO	Uniforme	0.080	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N751/N757	Peso propio	Uniforme	0.014	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N757/N763	Peso propio	Uniforme	0.014	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N748/N754	Peso propio	Uniforme	0.014	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N754/N760	Peso propio	Uniforme	0.014	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

3. RESULTADOS

3.1. Barras

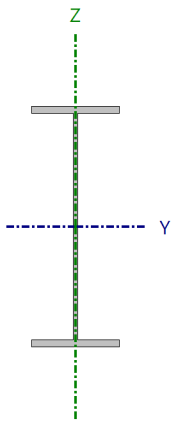
3.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

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

Barra N788/N792

Perfil: IPE 600
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))

Perfil: IPE 600
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N788	N792	1.465	156.00	92080.00	3387.00	165.40

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.465	1.465	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

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

46.83 ≤ 301.97 ✓

Donde:

h_w: Canto del alma	**h_w** :	*562.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** :	*12.00*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*67.44*	cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida.	**A_{fc}** :	*41.80*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad longitudinal.	**E** :	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}** :	*2701.33*	kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N792, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+1.5·V1(2)+0.75·N1.

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *0.203* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{t,Rd}$: *401.340* t

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²
f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N788, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. **$N_{c,Ed}$** : *0.114* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{ef} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$: *376.205* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *4*
A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²
f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.34*

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

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.000*

Donde:

A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3334.187* t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *90644.215* t

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3334.187* t

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

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

Donde:

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. **I_y** : *92080.00* cm4

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. **I_z** : *3387.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t** : *165.40* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2846000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *1.465* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *1.465* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *24.74* cm

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

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *24.30* cm

i_z : *4.66* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.703*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N788, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *63.553* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N788, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *3.575* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *90.353* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

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

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.124*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N788, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *1.550* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *0.000* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *12.493* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.010*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N792, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *1.227* t

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

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *121.650* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *81.90* cm²

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. **t_f** : *19.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *12.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *19.00* mm

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

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

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

43.67 < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *43.67*

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

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.94*

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

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.030* t

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

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *131.542* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *88.56* cm²

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

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : *156.00* cm²

d: Altura del alma. d : *562.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *12.00* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.986 t ≤ 60.825 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.986* t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: *121.650* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.030 t ≤ 65.771 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.030* t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: *131.542* t

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,Rd,z}}\right]^{\beta} \leq 1$$

η : ***0.582*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : ***0.791*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : ***0.791*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N788, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. — **$N_{t,Ed}$** : *0.157* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{y,Ed}^{+}$** : *63.553* t·m; **$M_{z,Ed}^{+}$** : *1.085* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{N,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{N,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

$$n \leq a \rightarrow \mathbf{M_{N,Rd,z}} = M_{pl,Rd,z}$$

$\alpha = 2$; $\beta = 5 \cdot n \geq 1$ — α : *2.000*; β : *1.000*

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ — **n** : *0.000*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. — **$N_{pl,Rd}$** : *401.340* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{pl,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{pl,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ — **a** : *0.46*

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. — **b** : *22.00* cm

t_f: Espesor del ala. — **t_f** : *19.00* mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³; **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{K_{yy}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yz}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{zy}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{zz}}$: *1.00*

χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional. χ_{LT} : *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **0.986 t ≤ 60.825 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *0.986* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *121.650* t

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

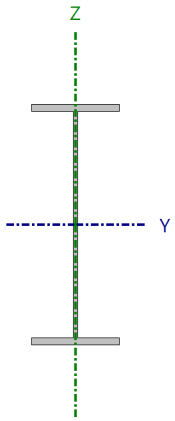
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N792/N796

Perfil: IPE 600
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[1] (cm4)	I_z[1] (cm4)	I_t[2] (cm4)
N792	N796	1.465	156.00	92080.00	3387.00	165.40

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.465	1.465	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

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

46.83 ≤ 301.97 ✓

Donde:

h_w: Canto del alma — **h_w** : *562.00* mm
t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *12.00* mm
A_w: Área del alma. — **A_w** : *67.44* cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida. — **A_{fc}** : *41.80* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad longitudinal. — **E** : *2140673* kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2701.33* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N796, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *0.384* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{t,Rd}$: *401.340* t

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²
f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N792, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. **$N_{c,Ed}$** : *0.080* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{ef} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$: *376.205* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *4*
A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²
f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)
Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.34*

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

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.000*

Donde:

A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3334.187* t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *90644.215* t

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3334.187* t

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

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

Donde:

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. **I_y** : *92080.00* cm4

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. **I_z** : *3387.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t** : *165.40* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2846000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *1.465* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *1.465* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *24.74* cm

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

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *24.30* cm

i_z : *4.66* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.685*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N792, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *61.932* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N792, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *3.502* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *90.353* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

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

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.121*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N792, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *1.507* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *0.000* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *12.493* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.030*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N796, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *3.609* t

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

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *121.650* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *81.90* cm²

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. **t_f** : *19.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *12.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *19.00* mm

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

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

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

43.67 < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *43.67*

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

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.94*

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

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *2395.51* kp/cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.088* t

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *131.542* t

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *88.56* cm²

$$\mathbf{A_v} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

$\mathbf{A}$: Área de la sección bruta. $\mathbf{A}$: *156.00* cm²

$\mathbf{d}$: Altura del alma. $\mathbf{d}$: *562.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *12.00* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **3.368 t ≤ 60.825 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *3.368* t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: *121.650* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.088 t ≤ 65.771 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.088* t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: *131.542* t

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,Rd,z}}\right]^{\beta} \leq 1$$

η : ***0.554*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : ***0.771*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : ***0.771*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N792, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. — **$N_{t,Ed}$** : *0.360* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{y,Ed}^{+}$** : *61.932* t·m; **$M_{z,Ed}^{+}$** : *1.055* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{N,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{N,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

$$n \leq a \rightarrow \mathbf{M_{N,Rd,z}} = M_{pl,Rd,z}$$

$\alpha = 2$; $\beta = 5 \cdot n \geq 1$ — α : *2.000*; β : *1.000*

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ — **n** : *0.001*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. — **$N_{pl,Rd}$** : *401.340* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{pl,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{pl,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ — **a** : *0.46*

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. — **b** : *22.00* cm

t_f: Espesor del ala. — **t_f** : *19.00* mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³; **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{K_{yy}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yz}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{zy}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{zz}}$: *1.00*

χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional. χ_{LT} : *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **3.368 t ≤ 60.825 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *3.368* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *121.650* t

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

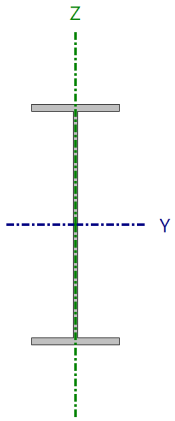
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N784/N788

Perfil: IPE 600
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[1] (cm4)	I_z[1] (cm4)	I_t[2] (cm4)
N784	N788	1.465	156.00	92080.00	3387.00	165.40

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.465	1.465	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

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

46.83 ≤ 301.97 ✓

Donde:

h_w: Canto del alma — **h_w** : *562.00* mm
t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *12.00* mm
A_w: Área del alma. — **A_w** : *67.44* cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida. — **A_{fc}** : *41.80* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad longitudinal. — **E** : *2140673* kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2701.33* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N788, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(2).

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *0.113* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{t,Rd}$: *401.340* t

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N784, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+1.5·V1(1)+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. **$N_{c,Ed}$** : *0.213* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{ef} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$: *376.205* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *4*

A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.34*

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

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.000*

Donde:

A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3334.187* t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *90644.215* t

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3334.187* t

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

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

Donde:

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. **I_y** : *92080.00* cm4

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. **I_z** : *3387.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t** : *165.40* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2846000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *1.465* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *1.465* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *24.74* cm

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

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *24.30* cm

i_z : *4.66* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ η : ***0.703*** ✓

Para flexión positiva:
El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N788, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *63.553* t·m

Para flexión negativa:
El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N788, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *3.575* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}}$$ **$M_{c,Rd}$** : *90.353* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)
No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)
Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ η : ***0.124*** ✓

Para flexión positiva:
El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N788, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *1.550* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *0.000* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}}$$ **$M_{c,Rd}$** : *12.493* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico de la sección. $\mathbf{W_{pl,z}}$: *485.60* cm³

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.011*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N784, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.396* t

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *121.650* t

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *81.90* cm²

$$\mathbf{A_v} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. **b** : *220.00* mm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *19.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *12.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *19.00* mm

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

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

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

43.67 < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *43.67*

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

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.94*

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

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.029* t

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

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *131.542* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *88.56* cm²

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

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : *156.00* cm²

d: Altura del alma. d : *562.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *12.00* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

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

1.396 t ≤ 60.825 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.396* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *121.650* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

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

0.029 t ≤ 65.771 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.029* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *131.542* t

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,Rd,z}}\right]^{\beta} \leq 1$$

η : ***0.582*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : **0.763** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : **0.456** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N788, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. — **$N_{c,Ed}$** : 0.024 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{y,Ed}^+$** : 63.553 t·m; **$M_{z,Ed}^+$** : 1.085 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : 1

$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{N,Rd,y}$** : 90.353 t·m; **$M_{N,Rd,z}$** : 12.493 t·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n) / (1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

$$n \leq a \rightarrow \mathbf{M_{N,Rd,z}} = M_{pl,Rd,z}$$

$\alpha = 2$; $\beta = 5 \cdot n \geq 1$ — α : 2.000; β : 1.000

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed} / N_{pl,Rd}$$ — **n** : 0.000

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — **$N_{pl,Rd}$** : 401.340 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{pl,Rd,y}$** : 90.353 t·m; **$M_{pl,Rd,z}$** : 12.493 t·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A \leq 0.5$$ — **a** : 0.46

A: Área de la sección bruta. — **A** : 156.00 cm²

b: Ancho total de la sección. — **b** : 22.00 cm

t_f: Espesor del ala. — **t_f** : 19.00 mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. — **A** : 156.00 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — **$W_{pl,y}$** : 3512.00 cm³; **$W_{pl,z}$** : 485.60 cm³

f_y: Límite elástico. — **f_y** : 2701.33 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — **γ_{M1}** : 1.05

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ — **K_{yy}** : 1.00

$$\mathbf{k_{yz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : *0.69*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : *0.52*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : *1.00*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

μ_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

μ_z : *1.00*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : *1.00*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : *1.00*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : *1.00*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : *1.00*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : *1.00*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^{-2} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : *0.00*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^{-2}}{5 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : *0.00*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$

d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

e_{LT} : *0.00*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$

w_y : *1.14*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ **w_z :** *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ **n_{pl} :** *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 \leq 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.00** ≤ **0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0}$$ **$C_{m,y}$:** *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ **$C_{m,z}$:** *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = 1.00$$ **$C_{m,LT}$:** *1.00*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Coeficientes para la obtención de la distribución uniforme del momento equivalente. **$C_{m,y,0}$:** *1.00*; **$C_{m,z,0}$:** *1.00*

C_1: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos. **C_1 :** *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **χ_y :** *1.00*; **χ_z :** *1.00*

χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional. **χ_{LT} :** *1.00*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. **$\bar{\lambda}_{máx}$:** *0.36*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. **$\bar{\lambda}_y$:** *0.07*; **$\bar{\lambda}_z$:** *0.36*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral. **$\bar{\lambda}_{LT}$:** *0.00*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral cuando actúa un momento uniforme. **$\bar{\lambda}_0$:** *0.00*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **$W_{el,y}$:** *3069.33* cm³; **$W_{el,z}$:** *307.91* cm³

$N_{cr,y}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Y. **$N_{cr,y}$:** *90644.215* t

$N_{cr,z}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Z. **$N_{cr,z}$:** *3334.187* t

$N_{cr,T}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$:** ∞

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. **I_y :** *92080.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t :** *165.40* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$ **1.396 t ≤ 60.825 t** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **$V_{Ed,z}$** : *1.396* t

$V_{c,Rd,z}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd,z}$** : *121.650* t

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

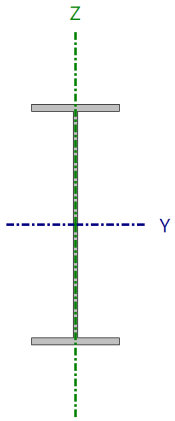
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N780/N784

Perfil: IPE 600
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[1] (cm4)	I_z[1] (cm4)	I_t[2] (cm4)
N780	N784	1.465	156.00	92080.00	3387.00	165.40

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.465	1.465	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

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

46.83 ≤ 301.97 ✓

Donde:

h_w: Canto del alma — **h_w** : *562.00* mm
t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *12.00* mm
A_w: Área del alma. — **A_w** : *67.44* cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida. — **A_{fc}** : *41.80* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad longitudinal. — **E** : *2140673* kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2701.33* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N784, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(2).

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *0.079* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{t,Rd}$: *401.340* t

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N780, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(1)+1.5·N1.

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. **$N_{c,Ed}$** : *0.398* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{ef} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$: *376.205* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *4*

A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.34*

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

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.000*

Donde:

A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3334.187* t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *90644.215* t

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3334.187* t

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

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

Donde:

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. **I_y** : *92080.00* cm4

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. **I_z** : *3387.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t** : *165.40* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2846000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *1.465* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *1.465* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *24.74* cm

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

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *24.30* cm

i_z : *4.66* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.683*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N784, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *61.684* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N784, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *3.457* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *90.353* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

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

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.121*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N784, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *1.508* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *0.000* t·m

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *12.493* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico de la sección. $\mathbf{W_{pl,z}}$: *485.60* cm³

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.031*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N780, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *3.778* t

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *121.650* t

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *81.90* cm²

$$\mathbf{A_v} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. **b** : *220.00* mm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *19.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *12.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *19.00* mm

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

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

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

43.67 < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *43.67*

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

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.94*

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

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *2395.51* kp/cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.088* t

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *131.542* t

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *88.56* cm²

$$\mathbf{A_v} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

$\mathbf{A}$: Área de la sección bruta. $\mathbf{A}$: *156.00* cm²

$\mathbf{d}$: Altura del alma. $\mathbf{d}$: *562.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *12.00* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **3.778 t ≤ 60.825 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *3.778* t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: *121.650* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.088 t ≤ 65.771 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.088* t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: *131.542* t

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,Rd,z}}\right]^{\beta} \leq 1$$

η : **0.551** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : **0.741** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : **0.443** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N784, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. — **$N_{c,Ed}$** : *0.227* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{y,Ed}^+$** : *61.684* t·m; **$M_{z,Ed}^+$** : *1.055* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{N,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{N,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

$$n \leq a \rightarrow \mathbf{M_{N,Rd,z}} = M_{pl,Rd,z}$$

$\alpha = 2$; $\beta = 5 \cdot n \geq 1$ — α : *2.000*; β : *1.000*

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed}/N_{pl,Rd}$$ — **n** : *0.001*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — **$N_{pl,Rd}$** : *401.340* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{pl,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{pl,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$$ — **a** : *0.46*

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. — **b** : *22.00* cm

t_f: Espesor del ala. — **t_f** : *19.00* mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³; **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

f_y: Límite elástico. — **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — **γ_{M1}** : *1.05*

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ **Kyy :** *1.00*

$$\mathbf{k_{yz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ **Kyz :** *0.69*

$$\mathbf{k_{zy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ **Kzy :** *0.52*

$$\mathbf{k_{zz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ **Kzz :** *1.00*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ **μy :** *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ **μz :** *1.00*

$$\mathbf{C_{yy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ **Cyy :** *1.00*

$$\mathbf{C_{yz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ **Cyz :** *1.00*

$$\mathbf{C_{zy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ **Czy :** *1.00*

$$\mathbf{C_{zz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ **Czz :** *1.00*

$$\mathbf{a_{LT}} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ **aLT :** *1.00*

$$\mathbf{b_{LT}} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ **bLT :** *0.00*

$$\mathbf{c_{LT}} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ **cLT :** *0.00*

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ **dLT :** *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

e_{LT} : *0.00*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.14*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 \leq 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.00** ≤ **0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0}$$ $C_{m,y}$: *1.00*

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: *1.00*

$$C_{m,LT} = 1.00$$ $C_{m,LT}$: *1.00*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Coeficientes para la obtención de la distribución uniforme del momento equivalente. $C_{m,y,0}$: *1.00*; $C_{m,z,0}$: *1.00*

C_1: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos. C_1 : *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. χ_y : *1.00*; χ_z : *1.00*

χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional. χ_{LT} : *1.00*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: *0.36*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: *0.07*; $\bar{\lambda}_z$: *0.36*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral. $\bar{\lambda}_{LT}$: *0.00*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral cuando actúa un momento uniforme. $\bar{\lambda}_0$: *0.00*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: *3069.33* cm³; $W_{el,z}$: *307.91* cm³

$N_{cr,y}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Y. $N_{cr,y}$: *90644.215* t

$N_{cr,z}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Z. $N_{cr,z}$: *3334.187* t

$N_{cr,T}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. I_y : *92080.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme I_t : *165.40* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **3.778 t ≤ 60.825 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *3.778* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *121.650* t

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

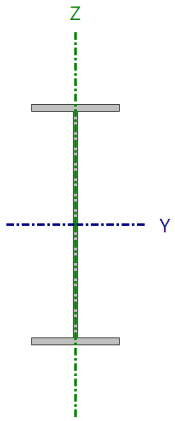
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N796/N800

Perfil: IPE 600
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[1] (cm4)	I_z[1] (cm4)	I_t[2] (cm4)
N796	N800	1.465	156.00	92080.00	3387.00	165.40

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.465	1.465	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

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

46.83 ≤ 301.97 ✓

Donde:

h_w: Canto del alma — **h_w** : *562.00* mm
t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *12.00* mm
A_w: Área del alma. — **A_w** : *67.44* cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida. — **A_{fc}** : *41.80* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad longitudinal. — **E** : *2140673* kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2701.33* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N800, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *0.587* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{t,Rd}$: *401.340* t

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²
f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N796, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. **$N_{c,Ed}$** : *0.047* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{ef} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$: *376.205* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *4*
A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²
f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)
Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.34*

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

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.000*

Donde:

A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3334.187* t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *90644.215* t

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3334.187* t

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

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

Donde:

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. **I_y** : *92080.00* cm4

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. **I_z** : *3387.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t** : *165.40* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2846000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *1.465* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *1.465* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *24.74* cm

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

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *24.30* cm

i_z : *4.66* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.629*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N796, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *56.822* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N796, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *3.237* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *90.353* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

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

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.110*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N796, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *1.378* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *0.000* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *12.493* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.049*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N800, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *5.991* t

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

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *121.650* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *81.90* cm²

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. **t_f** : *19.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *12.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *19.00* mm

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

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

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

43.67 < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *43.67*

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

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.94*

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

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *2395.51* kp/cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.147* t

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *131.542* t

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *88.56* cm²

$$\mathbf{A_v} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

$\mathbf{A}$: Área de la sección bruta. $\mathbf{A}$: *156.00* cm²

$\mathbf{d}$: Altura del alma. $\mathbf{d}$: *562.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 12.00 mm

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **5.749 t ≤ 60.825 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 5.749 t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: 121.650 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.147 t ≤ 65.771 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 0.147 t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: 131.542 t

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,Rd,z}}\right]^{\beta} \leq 1$$

η : ***0.473*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : ***0.708*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : ***0.708*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N796, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. — **$N_{t,Ed}$** : *0.564* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{y,Ed}^{+}$** : *56.822* t·m; **$M_{z,Ed}^{+}$** : *0.965* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{N,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{N,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

$$n \leq a \rightarrow \mathbf{M_{N,Rd,z}} = M_{pl,Rd,z}$$

$\alpha = 2$; $\beta = 5 \cdot n \geq 1$ — α : *2.000*; β : *1.000*

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ — **n** : *0.001*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. — **$N_{pl,Rd}$** : *401.340* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{pl,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{pl,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ — **a** : *0.46*

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. — **b** : *22.00* cm

t_f: Espesor del ala. — **t_f** : *19.00* mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³; **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{K_{yy}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yz}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{zy}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{zz}}$: *1.00*

χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional. χ_{LT} : *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **5.749 t ≤ 60.825 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *5.749* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *121.650* t

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

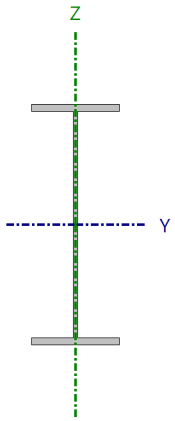
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N776/N780

Perfil: IPE 600
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N776	N780	1.465	156.00	92080.00	3387.00	165.40

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.465	1.465	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

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

46.83 ≤ 301.97 ✓

Donde:

h_w: Canto del alma — **h_w** : *562.00* mm
t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *12.00* mm
A_w: Área del alma. — **A_w** : *67.44* cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida. — **A_{fc}** : *41.80* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad longitudinal. — **E** : *2140673* kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2701.33* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N780, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(2).

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *0.046* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{t,Rd}$: *401.340* t

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N776, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(1)+1.5·N1.

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. **$N_{c,Ed}$** : *0.602* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{ef} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$: *376.205* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *4*

A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.34*

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

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.000*

Donde:

A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3334.187* t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *90644.215* t

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3334.187* t

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

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

Donde:

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. **I_y** : *92080.00* cm4

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. **I_z** : *3387.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t** : *165.40* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2846000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *1.465* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *1.465* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *24.74* cm

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

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *24.30* cm

i_z : *4.66* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.623*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N780, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *56.326* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N780, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *3.147* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *90.353* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

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

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.110*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N780, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *1.379* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *0.000* t·m

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *12.493* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico de la sección. $\mathbf{W_{pl,z}}$: *485.60* cm³

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.051*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N776, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *6.160* t

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *121.650* t

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *81.90* cm²

$$\mathbf{A_v} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. **b** : *220.00* mm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *19.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *12.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *19.00* mm

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

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

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

43.67 < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *43.67*

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

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.94*

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

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.146* t

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *131.542* t

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. A_v : *88.56* cm²

$$\mathbf{A_v} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

$\mathbf{A}$: Área de la sección bruta. A : *156.00* cm²

$\mathbf{d}$: Altura del alma. d : *562.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. t_w : *12.00* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **6.160 t ≤ 60.825 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *6.160* t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: *121.650* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.146 t ≤ 65.771 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.146* t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: *131.542* t

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,Rd,z}}\right]^{\beta} \leq 1$$

η : **0.466** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : **0.677** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : **0.405** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N780, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. — **$N_{c,Ed}$** : *0.431* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{y,Ed}^{+}$** : *56.326* t·m; **$M_{z,Ed}^{+}$** : *0.966* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{N,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{N,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n) / (1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

$$n \leq a \rightarrow \mathbf{M_{N,Rd,z}} = M_{pl,Rd,z}$$

$\alpha = 2$; $\beta = 5 \cdot n \geq 1$ — α : *2.000*; β : *1.000*

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed} / N_{pl,Rd}$$ — **n** : *0.001*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — **$N_{pl,Rd}$** : *401.340* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{pl,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{pl,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A \leq 0.5$$ — **a** : *0.46*

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. — **b** : *22.00* cm

t_f: Espesor del ala. — **t_f** : *19.00* mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³; **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

f_y: Límite elástico. — **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — **γ_{M1}** : *1.05*

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ **Kyy :** *1.00*

$$\mathbf{k_{yz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$ **Kyz :** *0.69*

$$\mathbf{k_{zy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$ **Kzy :** *0.52*

$$\mathbf{k_{zz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$ **Kzz :** *1.00*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$ **μy :** *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$ **μz :** *1.00*

$$\mathbf{C_{yy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ **Cyy :** *1.00*

$$\mathbf{C_{yz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ **Cyz :** *1.00*

$$\mathbf{C_{zy}} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$ **Czy :** *1.00*

$$\mathbf{C_{zz}} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^2 - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$ **Czz :** *1.00*

$$\mathbf{a_{LT}} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$ **aLT :** *1.00*

$$\mathbf{b_{LT}} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^2 \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$ **bLT :** *0.00*

$$\mathbf{c_{LT}} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$ **cLT :** *0.00*

$$\mathbf{d_{LT}} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$ **dLT :** *0.00*

$$\mathbf{e_{LT}} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

e_{LT} : *0.00*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$ w_y : *1.14*

$$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ w_z : *1.50*

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ n_{pl} : *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 \leq 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.00** ≤ **0.20**

$$C_{m,y} = C_{m,y,0}$$ $C_{m,y}$: *1.00*

$$C_{m,z} = C_{m,z,0}$$ $C_{m,z}$: *1.00*

$$C_{m,LT} = 1.00$$ $C_{m,LT}$: *1.00*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Coeficientes para la obtención de la distribución uniforme del momento equivalente. $C_{m,y,0}$: *1.00*; $C_{m,z,0}$: *1.00*

C_1: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos. C_1 : *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. χ_y : *1.00*; χ_z : *1.00*

χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional. χ_{LT} : *1.00*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. $\bar{\lambda}_{máx}$: *0.36*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: *0.07*; $\bar{\lambda}_z$: *0.36*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral. $\bar{\lambda}_{LT}$: *0.00*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral cuando actúa un momento uniforme. $\bar{\lambda}_0$: *0.00*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{el,y}$: *3069.33* cm³; $W_{el,z}$: *307.91* cm³

$N_{cr,y}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Y. $N_{cr,y}$: *90644.215* t

$N_{cr,z}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Z. $N_{cr,z}$: *3334.187* t

$N_{cr,T}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. I_y : *92080.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme I_t : *165.40* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **6.160 t ≤ 60.825 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *6.160* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *121.650* t

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

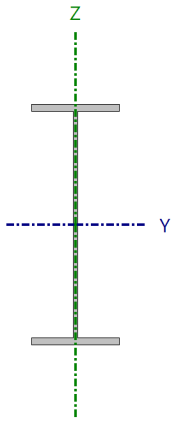
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N786/N790

Perfil: IPE 600
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[1] (cm4)	I_z[1] (cm4)	I_t[2] (cm4)
N786	N790	1.465	156.00	92080.00	3387.00	165.40

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.465	1.465	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

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

46.83 ≤ 301.97 ✓

Donde:

h_w: Canto del alma — **h_w** : *562.00* mm
t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *12.00* mm
A_w: Área del alma. — **A_w** : *67.44* cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida. — **A_{fc}** : *41.80* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad longitudinal. — **E** : *2140673* kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2701.33* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N790, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+1.5·V1(2)+0.75·N1.

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *0.162* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{t,Rd}$: *401.340* t

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²
f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N786, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. **$N_{c,Ed}$** : *0.091* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{ef} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$: *376.205* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *4*
A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²
f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)
Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.34*

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

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.000*

Donde:

A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3334.187* t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *90644.215* t

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3334.187* t

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

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

Donde:

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. **I_y** : *92080.00* cm4

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. **I_z** : *3387.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t** : *165.40* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2846000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *1.465* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *1.465* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *24.74* cm

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

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *24.30* cm

i_z : *4.66* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.520*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N786, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *46.968* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N786, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *1.448* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *90.353* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

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

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.124*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N786, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *1.550* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *0.000* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *12.493* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.008*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N790, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *0.941* t

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

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *121.650* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *81.90* cm²

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. **t_f** : *19.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *12.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *19.00* mm

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

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

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

43.67 < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *43.67*

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

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.94*

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

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.030* t

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

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *131.542* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *88.56* cm²

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

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : *156.00* cm²

d: Altura del alma. d : *562.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *12.00* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.700 t ≤ 60.825 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.700* t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: *121.650* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.030 t ≤ 65.771 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.030* t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: *131.542* t

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,Rd,z}}\right]^{\beta} \leq 1$$

η : ***0.357*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : ***0.607*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : ***0.607*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N786, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. — **$N_{t,Ed}$** : *0.118* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{y,Ed}^{+}$** : *46.968* t·m; **$M_{z,Ed}^{+}$** : *1.085* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{N,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{N,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

$$n \leq a \rightarrow \mathbf{M_{N,Rd,z}} = M_{pl,Rd,z}$$

$\alpha = 2$; $\beta = 5 \cdot n \geq 1$ — α : *2.000*; β : *1.000*

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ — **n** : *0.000*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. — **$N_{pl,Rd}$** : *401.340* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{pl,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{pl,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ — **a** : *0.46*

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. — **b** : *22.00* cm

t_f: Espesor del ala. — **t_f** : *19.00* mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³; **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{K_{yy}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yz}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{zy}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{zz}}$: *1.00*

χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional. χ_{LT} : *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **0.700 t ≤ 60.825 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *0.700* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *121.650* t

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

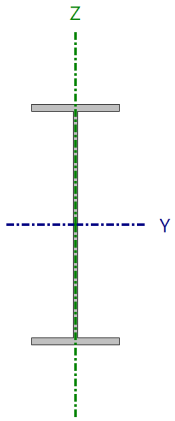
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N800/N804

Perfil: IPE 600
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[1] (cm4)	I_z[1] (cm4)	I_t[2] (cm4)
N800	N804	1.465	156.00	92080.00	3387.00	165.40

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.465	1.465	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

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

46.83 ≤ 301.97 ✓

Donde:

h_w: Canto del alma — **h_w** : *562.00* mm
t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *12.00* mm
A_w: Área del alma. — **A_w** : *67.44* cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida. — **A_{fc}** : *41.80* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad longitudinal. — **E** : *2140673* kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2701.33* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

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

η : *0.002* ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N804, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *0.791* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{t,Rd}$: *401.340* t

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²
f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N800, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. **$N_{c,Ed}$** : *0.013* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{ef} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$: *376.205* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *4*
A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²
f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.34*

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

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.000*

Donde:

A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3334.187* t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *90644.215* t

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3334.187* t

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

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

Donde:

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. **I_y** : *92080.00* cm4

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. **I_z** : *3387.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t** : *165.40* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2846000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *1.465* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *1.465* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *24.74* cm

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

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *24.30* cm

i_z : *4.66* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.534*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N800, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *48.222* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N800, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *2.782* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *90.353* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

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

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.093*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N800, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *1.163* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *0.000* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *12.493* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.069*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N804, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *8.372* t

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

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *121.650* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *81.90* cm²

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. **t_f** : *19.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *12.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *19.00* mm

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

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

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

43.67 < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *43.67*

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

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.94*

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

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.206* t

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

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *131.542* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *88.56* cm²

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

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : *156.00* cm²

d: Altura del alma. d : *562.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *12.00* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **8.131 t ≤ 60.825 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *8.131* t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: *121.650* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.206 t ≤ 65.771 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.206* t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: *131.542* t

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,Rd,z}}\right]^{\beta} \leq 1$$

η : ***0.350*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : ***0.601*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : ***0.601*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N800, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. — **$N_{t,Ed}$** : *0.768* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{y,Ed}^{+}$** : *48.222* t·m; **$M_{z,Ed}^{+}$** : *0.814* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{N,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{N,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

$$n \leq a \rightarrow \mathbf{M_{N,Rd,z}} = M_{pl,Rd,z}$$

$\alpha = 2$; $\beta = 5 \cdot n \geq 1$ — α : *2.000*; β : *1.000*

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ — **n** : *0.002*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. — **$N_{pl,Rd}$** : *401.340* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{pl,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{pl,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ — **a** : *0.46*

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. — **b** : *22.00* cm

t_f: Espesor del ala. — **t_f** : *19.00* mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³; **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{K_{yy}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yz}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{zy}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{zz}}$: *1.00*

χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional. χ_{LT} : *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **8.131 t ≤ 60.825 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *8.131* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *121.650* t

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

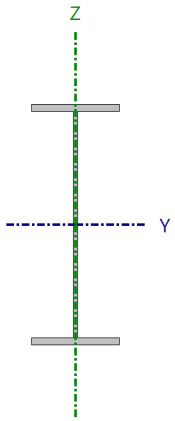
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N790/N794

Perfil: IPE 600
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[1] (cm4)	I_z[1] (cm4)	I_t[2] (cm4)
N790	N794	1.465	156.00	92080.00	3387.00	165.40

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.465	1.465	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

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

46.83 ≤ 301.97 ✓

Donde:

h_w: Canto del alma — **h_w** : *562.00* mm
t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *12.00* mm
A_w: Área del alma. — **A_w** : *67.44* cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida. — **A_{fc}** : *41.80* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad longitudinal. — **E** : *2140673* kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2701.33* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N794, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *0.292* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{t,Rd}$: *401.340* t

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²
f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N790, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. **$N_{c,Ed}$** : *0.063* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{ef} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$: *376.205* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *4*
A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²
f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)
Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.34*

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

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.000*

Donde:

A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3334.187* t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *90644.215* t

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3334.187* t

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

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

Donde:

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. **I_y** : *92080.00* cm4

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. **I_z** : *3387.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t** : *165.40* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2846000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *1.465* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *1.465* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *24.74* cm

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

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *24.30* cm

i_z : *4.66* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.507*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N790, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *45.766* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N790, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *1.426* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *90.353* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

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

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.121*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N790, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *1.507* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *0.000* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *12.493* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.022*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N794, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *2.703* t

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

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *121.650* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *81.90* cm²

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. **b** : *220.00* mm

t_f: Espesor del ala. **t_f** : *19.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *12.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *19.00* mm

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

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

$$\frac{d}{t_w} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

43.67 < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *43.67*

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

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.94*

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

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.088* t

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

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *131.542* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *88.56* cm²

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

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : *156.00* cm²

d: Altura del alma. d : *562.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *12.00* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **2.461 t ≤ 60.825 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *2.461* t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: *121.650* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.088 t ≤ 65.771 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.088* t

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: *131.542* t

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,Rd,z}}\right]^{\beta} \leq 1$$

η : ***0.341*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : ***0.592*** ✓

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : ***0.592*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N790, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. — **$N_{t,Ed}$** : *0.269* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{y,Ed}^{+}$** : *45.766* t·m; **$M_{z,Ed}^{+}$** : *1.055* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{N,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{N,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

$$n \leq a \rightarrow \mathbf{M_{N,Rd,z}} = M_{pl,Rd,z}$$

$\alpha = 2$; $\beta = 5 \cdot n \geq 1$ — α : *2.000*; β : *1.000*

Siendo:

$\mathbf{n} = N_{t,Ed}/N_{pl,Rd}$ — **n** : *0.001*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. — **$N_{pl,Rd}$** : *401.340* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{pl,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{pl,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f)/A \leq 0.5$ — **a** : *0.46*

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. — **b** : *22.00* cm

t_f: Espesor del ala. — **t_f** : *19.00* mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³; **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

$\mathbf{K_{yy}}$, $\mathbf{K_{yz}}$, $\mathbf{K_{zy}}$, $\mathbf{K_{zz}}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{K_{yy}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{yz}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{zy}}$: *1.00*

$\mathbf{K_{zz}}$: *1.00*

χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional. χ_{LT} : *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **2.461 t ≤ 60.825 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *2.461* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *121.650* t

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

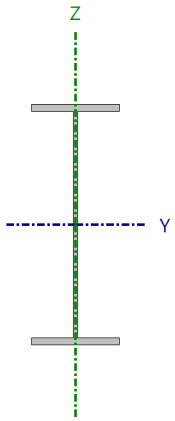
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N782/N786

Perfil: IPE 600
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[1] (cm4)	I_z[1] (cm4)	I_t[2] (cm4)
N782	N786	1.465	156.00	92080.00	3387.00	165.40

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.465	1.465	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

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

46.83 ≤ 301.97 ✓

Donde:

h_w: Canto del alma — **h_w** : *562.00* mm
t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *12.00* mm
A_w: Área del alma. — **A_w** : *67.44* cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida. — **A_{fc}** : *41.80* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*
E: Módulo de elasticidad longitudinal. — **E** : *2140673* kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2701.33* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N786, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(2).

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *0.091* t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{t,Rd}$: *401.340* t

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N782, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+1.5·V1(1)+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. **$N_{c,Ed}$** : *0.168* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{ef} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$N_{c,Rd}$: *376.205* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *4*

A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación **$N_{c,Ed}$ / N_{cr}** ≤ 0.04 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.34*

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

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. **$N_{c,Ed}/N_{cr}$** : *0.000*

Donde:

A_{ef}: Área eficaz de la sección. **A_{ef}** : *146.23* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3334.187* t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *90644.215* t

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *3334.187* t

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

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

Donde:

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. **I_y** : *92080.00* cm4

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. **I_z** : *3387.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t** : *165.40* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2846000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *1.465* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *1.465* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : *24.74* cm

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

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i_y** : *24.30* cm

i_z : *4.66* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y_0** : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ η : ***0.520*** ✓

Para flexión positiva:
El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N786, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *46.968* t·m

Para flexión negativa:
El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N786, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *1.448* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}}$$ **$M_{c,Rd}$** : *90.353* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)
No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)
Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ η : ***0.124*** ✓

Para flexión positiva:
El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N786, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *1.550* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *0.000* t·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}}$$ **$M_{c,Rd}$** : *12.493* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico de la sección. $\mathbf{W_{pl,z}}$: *485.60* cm³

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η : ***0.009*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N782, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.061* t

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *121.650* t

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *81.90* cm²

$$\mathbf{A_v} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área de la sección transversal. **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. **b** : *220.00* mm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *19.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *12.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *19.00* mm

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

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

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

43.67 < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *43.67*

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

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *56.50*

$$\lambda_{max} = \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.94*

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

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

η < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.029* t

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

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *131.542* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *88.56* cm²

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

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : *156.00* cm²

d: Altura del alma. d : *562.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *12.00* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

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

1.061 t ≤ 60.825 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.061* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *121.650* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

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

0.029 t ≤ 65.771 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.029* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *131.542* t

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,Rd,y}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,Rd,z}}\right]^{\beta} \leq 1$$

η : ***0.357*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : **0.580** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

η : **0.359** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N786, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. — **$N_{c,Ed}$** : *0.010* t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{y,Ed}^+$** : *46.968* t·m; **$M_{z,Ed}^+$** : *1.085* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{N,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{N,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$$\mathbf{M_{N,Rd,y}} = M_{pl,Rdy} \cdot (1-n) / (1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,Rd,y}$$

$$n \leq a \rightarrow \mathbf{M_{N,Rd,z}} = M_{pl,Rd,z}$$

$\alpha = 2$; $\beta = 5 \cdot n \geq 1$ — α : *2.000*; β : *1.000*

Siendo:

$$\mathbf{n} = N_{c,Ed} / N_{pl,Rd}$$ — **n** : *0.000*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — **$N_{pl,Rd}$** : *401.340* t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{pl,Rd,y}$** : *90.353* t·m; **$M_{pl,Rd,z}$** : *12.493* t·m

$$\mathbf{a} = (A - 2 \cdot b \cdot t_f) / A \leq 0.5$$ — **a** : *0.46*

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

b: Ancho total de la sección. — **b** : *22.00* cm

t_f: Espesor del ala. — **t_f** : *19.00* mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *156.00* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — **$W_{pl,y}$** : *3512.00* cm³; **$W_{pl,z}$** : *485.60* cm³

f_y: Límite elástico. — **f_y** : *2701.33* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — **γ_{M1}** : *1.05*

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_{yy}} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$$ — **K_{yy}** : *1.00*

$$\mathbf{k_{yz}} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{yz}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$$

K_{yz} : *0.69*

$$k_{zy} = C_{m,y} \cdot C_{m,LT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$$

K_{zy} : *0.52*

$$k_{zz} = C_{m,z} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{1}{C_{zz}}$$

K_{zz} : *1.00*

Términos auxiliares:

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$$

μ_y : *1.00*

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$$

μ_z : *1.00*

$$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} \right) \cdot n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{yy} : *1.00*

$$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_z^5} \right) \cdot n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \cdot \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{yz} : *1.00*

$$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[\left(2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2}}{w_y^5} \right) \cdot n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \cdot \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$$

C_{zy} : *1.00*

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \cdot \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \cdot \bar{\lambda}_{max}^{-2} - e_{LT} \right) \cdot n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

C_{zz} : *1.00*

$$a_{LT} = 1 - \frac{I_t}{I_y} \geq 0$$

a_{LT} : *1.00*

$$b_{LT} = 0.5 \cdot a_{LT} \cdot \bar{\lambda}_0^{-2} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

b_{LT} : *0.00*

$$c_{LT} = 10 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0^{-2}}{5 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

c_{LT} : *0.00*

$$d_{LT} = 2 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{C_{m,z} \cdot M_{pl,Rd,z}}$$

d_{LT} : *0.00*

$$e_{LT} = 1.7 \cdot a_{LT} \cdot \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^{-4}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{C_{m,y} \cdot \chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}$$

e_{LT} : *0.00*

$$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$$

w_y : *1.14*

$$\mathbf{w_z} = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$$ **w_z :** *1.50*

$$\mathbf{n_{pl}} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$ **n_{pl} :** *0.00*

Puesto que:

$$\bar{\lambda}_0 \leq 0.2 \cdot \sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}$$ **0.00 ≤ 0.20**

$$\mathbf{C_{m,y}} = C_{m,y,0}$$ **$C_{m,y}$:** *1.00*

$$\mathbf{C_{m,z}} = C_{m,z,0}$$ **$C_{m,z}$:** *1.00*

$$\mathbf{C_{m,LT}} = 1.00$$ **$C_{m,LT}$:** *1.00*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Coeficientes para la obtención de la distribución uniforme del momento equivalente. **$C_{m,y,0}$:** *1.00*; **$C_{m,z,0}$:** *1.00*

C_1: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos. **C_1 :** *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **χ_y :** *1.00*; **χ_z :** *1.00*

χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional. **χ_{LT} :** *1.00*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$. **$\bar{\lambda}_{máx}$:** *0.36*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. **$\bar{\lambda}_y$:** *0.07*; **$\bar{\lambda}_z$:** *0.36*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral. **$\bar{\lambda}_{LT}$:** *0.00*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral cuando actúa un momento uniforme. **$\bar{\lambda}_0$:** *0.00*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **$W_{el,y}$:** *3069.33* cm³; **$W_{el,z}$:** *307.91* cm³

$N_{cr,y}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Y. **$N_{cr,y}$:** *90644.215* t

$N_{cr,z}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Z. **$N_{cr,z}$:** *3334.187* t

$N_{cr,T}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$:** ∞

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. **I_y :** *92080.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t :** *165.40* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$ **1.061 t ≤ 60.825 t** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **$V_{Ed,z}$** : *1.061* t

$V_{c,Rd,z}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd,z}$** : *121.650* t

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

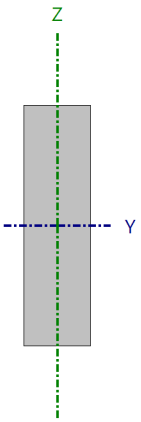
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N809/N808

Perfil: 100X360
Material: Madera (GL28h)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N809	N808	5.500	360.00	38880.00	3000.00	9856.80

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	5.500	5.500	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.2)

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

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.027*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d}$** : *0.36* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra — $N_{c,0,d}$: *0.128* t

A: Área de la sección transversal — **A** : *360.00* cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d}$: *129.66* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) — k_{mod} : *0.60*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : *1.25*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c: Factor de inestabilidad, dado por: — $\chi_{c,y}$: *0.87*; $\chi_{c,z}$: *0.10*

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot \left(\lambda_{rel} - 0.3\right) + \lambda_{rel}^2\right)$$

k_y : *0.90*; k_z : *5.42*

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas — β_c : *0.10*

λ_{rel}: Esbeltez relativa, dada por: — $\lambda_{rel,y}$: *0.86*; $\lambda_{rel,z}$: *3.09*

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: *103975.54* kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

λ: Esbeltez mecánica, dada por: — λ_y : *52.92*; λ_z : *190.53*

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra — $L_{k,y}$: *5500.00* mm; $L_{k,z}$: *5500.00* mm

i: Radio de giro — i_y : *103.92* mm; i_z : *28.87* mm

Resistencia a flexión en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

η : ***0.473*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N809, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^+$:	*102.20*	kp/cm²
$\sigma_{m,y,d}^-$:	*14.35*	kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$:	*2.208*	t·m
$M_{y,d}^-$:	*0.310*	t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$:	*2160.00*	cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: *216.28* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad k_{mod} : *0.90*

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : *Corta duración*

Clase de servicio **Clase** : *1*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: k_h : *1.05*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *360.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

Resistencia a flexión en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : ***0.036*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N809, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,z,d}$: *8.03* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **$M_{z,d}$** : *0.048* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **$W_{el,z}$** : *600.00* cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **$f_{m,z,d}$** : *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **k_{mod}** : *0.90*

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : *Corta duración*

Clase de servicio **Clase** : *1*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión **$f_{m,k}$** : *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: **k_h** : *1.10*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.009*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N809, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{y,d}$** : *0.22* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{y,d}$** : *0.035* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante **$f_{v,k}$** : *32.62* kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.425*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N809, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{z,d}$** : *9.98* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{z,d}$** : *1.605* t
A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²
k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante **$f_{v,k}$** : *32.62* kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a torsión (CTE DB SE-M: 6.1.9)

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

Resistencia a flexión esviada (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : ***0.487*** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.352** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N809, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}$: 102.20 kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: 4.82 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 2.208 t·m

$M_{z,d}$: 0.029 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³

$W_{el,z}$: 600.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²

$f_{m,z,d}$: 226.06 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

k_{mod} : 0.90

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.05

$k_{h,z}$: 1.10

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

k_m : 0.70

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N809, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.487** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.352** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.489** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.365** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: *0.25* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}| / A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: *0.091* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d}$: *102.20* kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: *4.82* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: *2.208* t·m

$M_{z,d}$: *0.029* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y}$: *2160.00* cm³

$W_{el,z}$: *600.00* cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d}$: *194.50* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: *216.28* kp/cm²

$f_{m,z,d}$: *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: $k_{h,y}$: *1.05*

$k_{h,z}$: *1.10*

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *360.00* mm

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal k_m : *0.70*

χ_c: Factor de inestabilidad $\chi_{c,y}$: *0.87*

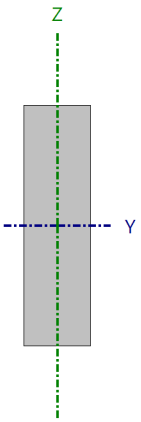
$\chi_{c,z}$: *0.10*

Resistencia a cortante y torsor combinados (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N808/N806

Perfil: 100X360
Material: Madera (GL28h)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N808	N806	5.500	360.00	38880.00	3000.00	9856.80

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	5.500	5.500	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.2)

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

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.001*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.001*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.012*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d}$** : *0.16* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra — $N_{c,0,d}$: *0.058* t

A: Área de la sección transversal — **A** : *360.00* cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d}$: *129.66* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) — k_{mod} : *0.60*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : *1.25*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c: Factor de inestabilidad, dado por: — $\chi_{c,y}$: *0.87*; $\chi_{c,z}$: *0.10*

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot \left(\lambda_{rel} - 0.3\right) + \lambda_{rel}^2\right)$$

k_y : *0.90*; k_z : *5.42*

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas — β_c : *0.10*

λ_{rel}: Esbeltez relativa, dada por: — $\lambda_{rel,y}$: *0.86*; $\lambda_{rel,z}$: *3.09*

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: *103975.54* kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

λ: Esbeltez mecánica, dada por: — λ_y : *52.92*; λ_z : *190.53*

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra — $L_{k,y}$: *5500.00* mm; $L_{k,z}$: *5500.00* mm

i: Radio de giro — i_y : *103.92* mm; i_z : *28.87* mm

Resistencia a flexión en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

η : ***0.441*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N808, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^{+}$: *95.44* kp/cm²

$\sigma_{m,y,d}^{-}$: *13.40* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^{+}$: *2.062* t·m

$M_{y,d}^{-}$: *0.289* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: *2160.00* cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$: *216.28* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod} : *0.90*

Donde:

Clase de duración de la carga — **Clase** : *Corta duración*

Clase de servicio — **Clase** : *1*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por:

k_h : *1.05*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : *360.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : *1.25*

Resistencia a flexión en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : ***0.033*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N808, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,z,d}$: *7.50* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **$M_{z,d}$** : *0.045* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **$W_{el,z}$** : *600.00* cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **$f_{m,z,d}$** : *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **k_{mod}** : *0.90*

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : *Corta duración*

Clase de servicio **Clase** : *1*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión **$f_{m,k}$** : *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: **k_h** : *1.10*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.010*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N806, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{y,d}$** : *0.23* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{y,d}$** : *0.036* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante $f_{v,k}$: *32.62* kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.439*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N806, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{z,d}$: *10.31* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo $V_{z,d}$: *1.659* t
A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²
k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas k_{cr} : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: $f_{v,d}$: *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante $f_{v,k}$: *32.62* kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

Resistencia a torsión (CTE DB SE-M: 6.1.9)

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

Resistencia a flexión esviada (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : ***0.455*** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.329** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N808, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}$: 95.44 kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: 4.50 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 2.062 t·m

$M_{z,d}$: 0.027 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³

$W_{el,z}$: 600.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²

$f_{m,z,d}$: 226.06 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

k_{mod} : 0.90

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.05

$k_{h,z}$: 1.10

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

k_m : 0.70

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N808, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.455** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.329** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.456** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.335** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: *0.12* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}| / A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: *0.042* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d}$: *95.44* kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: *4.50* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: *2.062* t·m

$M_{z,d}$: *0.027* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y}$: *2160.00* cm³

$W_{el,z}$: *600.00* cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d}$: *194.50* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: *216.28* kp/cm²

$f_{m,z,d}$: *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: $k_{h,y}$: *1.05*

$k_{h,z}$: *1.10*

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *360.00* mm

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$\mathbf{k_m}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal k_m : *0.70*

χ_c: Factor de inestabilidad $\chi_{c,y}$: *0.87*

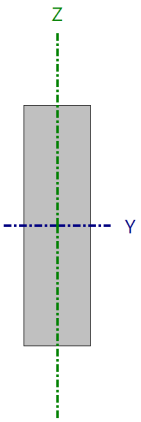
$\chi_{c,z}$: *0.10*

Resistencia a cortante y torsor combinados (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N769/N768

Perfil: 100X360
Material: Madera (GL28h)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N769	N768	5.500	360.00	38880.00	3000.00	9856.80

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	5.500	5.500	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.2)

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

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.028*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d}$** : *0.36* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra — $N_{c,0,d}$: *0.131* t

A: Área de la sección transversal — **A** : *360.00* cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d}$: *129.66* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) — k_{mod} : *0.60*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : *1.25*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c: Factor de inestabilidad, dado por: — $\chi_{c,y}$: *0.87*; $\chi_{c,z}$: *0.10*

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot \left(\lambda_{rel} - 0.3\right) + \lambda_{rel}^2\right)$$

k_y : *0.90*; k_z : *5.42*

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas — β_c : *0.10*

λ_{rel}: Esbeltez relativa, dada por: — $\lambda_{rel,y}$: *0.86*; $\lambda_{rel,z}$: *3.09*

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: *103975.54* kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

λ: Esbeltez mecánica, dada por: — λ_y : *52.92*; λ_z : *190.53*

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra — $L_{k,y}$: *5500.00* mm; $L_{k,z}$: *5500.00* mm

i: Radio de giro — i_y : *103.92* mm; i_z : *28.87* mm

Resistencia a flexión en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

η : ***0.321*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N769, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^{+}$: 69.52 kp/cm²

$\sigma_{m,y,d}^{-}$: 8.74 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^{+}$: 1.502 t·m

$M_{y,d}^{-}$: 0.189 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod} : 0.90

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : Corta duración

Clase de servicio **Clase** : 1

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: k_h : 1.05

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : 360.00 mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 1.25

Resistencia a flexión en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.024** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N769, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: **$\sigma_{m,z,d}$** : *5.36* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **$M_{z,d}$** : *0.032* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **$W_{el,z}$** : *600.00* cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **$f_{m,z,d}$** : *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **k_{mod}** : *0.90*

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : *Corta duración*

Clase de servicio **Clase** : *1*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión **$f_{m,k}$** : *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: **k_h** : *1.10*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N769, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{y,d}$** : *0.15* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{y,d}$** : *0.023* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante **$f_{v,k}$** : *32.62* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.289*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N769, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{z,d}$** : *6.79* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{z,d}$** : *1.092* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante **$f_{v,k}$** : *32.62* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a torsión (CTE DB SE-M: 6.1.9)

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

Resistencia a flexión esviada (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : ***0.331*** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N769, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d}$: 69.52 kp/cm² ; $\sigma_{m,z,d}$: 3.21 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: 1.502 t·m ; $M_{z,d}$: 0.019 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y}$: 2160.00 cm³ ; $W_{el,z}$: 600.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm² ; $f_{m,z,d}$: 226.06 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : 0.90

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: $k_{h,y}$: 1.05 ; $k_{h,z}$: 1.10

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 1.25

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal k_m : 0.70

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N769, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.331** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.333** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.252** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: *0.26* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}| / A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: *0.093* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d}$: *69.52* kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: *3.21* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: *1.502* t·m

$M_{z,d}$: *0.019* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y}$: *2160.00* cm³

$W_{el,z}$: *600.00* cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d}$: *194.50* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: *216.28* kp/cm²

$f_{m,z,d}$: *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: $k_{h,y}$: *1.05*

$k_{h,z}$: *1.10*

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *360.00* mm

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal k_m : *0.70*

χ_c: Factor de inestabilidad $\chi_{c,y}$: *0.87*

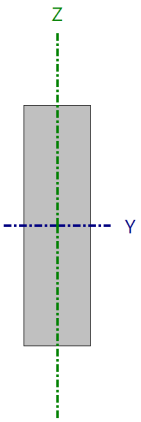
$\chi_{c,z}$: *0.10*

Resistencia a cortante y torsor combinados (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N801/N800

Perfil: 100X360
Material: Madera (GL28h)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N801	N800	5.500	360.00	38880.00	3000.00	9856.80

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	5.500	5.500	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.2)

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

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.025*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d}$** : *0.33* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra — $N_{c,0,d}$: *0.118* t

A: Área de la sección transversal — **A** : *360.00* cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d}$: *129.66* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) — k_{mod} : *0.60*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : *1.25*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c: Factor de inestabilidad, dado por: — $\chi_{c,y}$: *0.87*; $\chi_{c,z}$: *0.10*

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot \left(\lambda_{rel} - 0.3\right) + \lambda_{rel}^2\right)$$

k_y : *0.90*; k_z : *5.42*

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas — β_c : *0.10*

λ_{rel}: Esbeltez relativa, dada por: — $\lambda_{rel,y}$: *0.86*; $\lambda_{rel,z}$: *3.09*

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: *103975.54* kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

λ: Esbeltez mecánica, dada por: — λ_y : *52.92*; λ_z : *190.53*

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra — $L_{k,y}$: *5500.00* mm; $L_{k,z}$: *5500.00* mm

i: Radio de giro — i_y : *103.92* mm; i_z : *28.87* mm

Resistencia a flexión en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

η : ***0.321*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N801, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^{+}$: 69.52 kp/cm²

$\sigma_{m,y,d}^{-}$: 8.74 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^{+}$: 1.502 t·m

$M_{y,d}^{-}$: 0.189 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod} : 0.90

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : Corta duración

Clase de servicio **Clase** : 1

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: k_h : 1.05

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : 360.00 mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 1.25

Resistencia a flexión en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.024** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N801, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,z,d}$: *5.36* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **$M_{z,d}$** : *0.032* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **$W_{el,z}$** : *600.00* cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **$f_{m,z,d}$** : *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **k_{mod}** : *0.90*

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : *Corta duración*

Clase de servicio **Clase** : *1*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión **$f_{m,k}$** : *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: **k_h** : *1.10*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N801, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{y,d}$** : *0.15* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{y,d}$** : *0.023* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante **$f_{v,k}$** : *32.62* kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.289*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N801, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{z,d}$** : *6.79* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{z,d}$** : *1.092* t
A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²
k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante **$f_{v,k}$** : *32.62* kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a torsión (CTE DB SE-M: 6.1.9)

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

Resistencia a flexión esviada (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : ***0.331*** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N801, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}$: 69.52 kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: 3.21 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 1.502 t·m

$M_{z,d}$: 0.019 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³

$W_{el,z}$: 600.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²

$f_{m,z,d}$: 226.06 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

k_{mod} : 0.90

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.05

$k_{h,z}$: 1.10

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

k_m : 0.70

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N801, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.331** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.333** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.251** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: *0.23* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: *0.082* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d}$: *69.52* kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: *3.21* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d|/W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: *1.502* t·m

$M_{z,d}$: *0.019* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y}$: *2160.00* cm³

$W_{el,z}$: *600.00* cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d}$: *194.50* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k}/\gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: *216.28* kp/cm²

$f_{m,z,d}$: *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k}/\gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: $k_{h,y}$: *1.05*

$k_{h,z}$: *1.10*

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *360.00* mm

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$\mathbf{k_m}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal k_m : *0.70*

χ_c: Factor de inestabilidad $\chi_{c,y}$: *0.87*

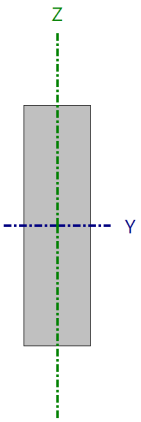
$\chi_{c,z}$: *0.10*

Resistencia a cortante y torsor combinados (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N793/N792

Perfil: 100X360
Material: Madera (GL28h)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N793	N792	5.500	360.00	38880.00	3000.00	9856.80

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	5.500	5.500	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.2)

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

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.025*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d}$** : *0.33* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra — $N_{c,0,d}$: *0.117* t

A: Área de la sección transversal — **A** : *360.00* cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d}$: *129.66* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) — k_{mod} : *0.60*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : *1.25*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c: Factor de inestabilidad, dado por: — $\chi_{c,y}$: *0.87*; $\chi_{c,z}$: *0.10*

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot \left(\lambda_{rel} - 0.3\right) + \lambda_{rel}^2\right)$$

k_y : *0.90*; k_z : *5.42*

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas — β_c : *0.10*

λ_{rel}: Esbeltez relativa, dada por: — $\lambda_{rel,y}$: *0.86*; $\lambda_{rel,z}$: *3.09*

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: *103975.54* kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

λ: Esbeltez mecánica, dada por: — λ_y : *52.92*; λ_z : *190.53*

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra — $L_{k,y}$: *5500.00* mm; $L_{k,z}$: *5500.00* mm

i: Radio de giro — i_y : *103.92* mm; i_z : *28.87* mm

Resistencia a flexión en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

η : ***0.321*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N793, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^{+}$: 69.52 kp/cm²

$\sigma_{m,y,d}^{-}$: 8.74 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^{+}$: 1.502 t·m

$M_{y,d}^{-}$: 0.189 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod} : 0.90

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : Corta duración

Clase de servicio **Clase** : 1

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: k_h : 1.05

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : 360.00 mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 1.25

Resistencia a flexión en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.024** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N793, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: **$\sigma_{m,z,d}$** : *5.36* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **$M_{z,d}$** : *0.032* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **$W_{el,z}$** : *600.00* cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **$f_{m,z,d}$** : *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **k_{mod}** : *0.90*

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : *Corta duración*

Clase de servicio **Clase** : *1*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión **$f_{m,k}$** : *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: **k_h** : *1.10*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N793, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{y,d}$** : *0.15* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{y,d}$** : *0.023* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante $f_{v,k}$: *32.62* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.289*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N793, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{z,d}$: *6.79* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo $V_{z,d}$: *1.092* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas k_{cr} : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: $f_{v,d}$: *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante $f_{v,k}$: *32.62* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

Resistencia a torsión (CTE DB SE-M: 6.1.9)

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

Resistencia a flexión esviada (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : ***0.331*** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N793, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}$: 69.52 kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: 3.21 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 1.502 t·m

$M_{z,d}$: 0.019 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³

$W_{el,z}$: 600.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²

$f_{m,z,d}$: 226.06 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

k_{mod} : 0.90

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.05

$k_{h,z}$: 1.10

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

k_m : 0.70

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N793, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.331** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.333** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.251** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: *0.23* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}| / A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: *0.082* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d}$: *69.52* kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: *3.21* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: *1.502* t·m

$M_{z,d}$: *0.019* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y}$: *2160.00* cm³

$W_{el,z}$: *600.00* cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d}$: *194.50* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: *216.28* kp/cm²

$f_{m,z,d}$: *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: $k_{h,y}$: *1.05*

$k_{h,z}$: *1.10*

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *360.00* mm

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$\mathbf{k_m}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal k_m : *0.70*

χ_c: Factor de inestabilidad $\chi_{c,y}$: *0.87*

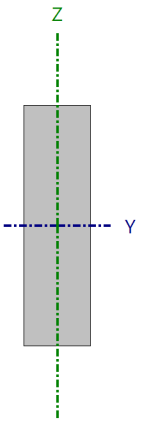
$\chi_{c,z}$: *0.10*

Resistencia a cortante y torsor combinados (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N785/N784

Perfil: 100X360
Material: Madera (GL28h)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N785	N784	5.500	360.00	38880.00	3000.00	9856.80

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	5.500	5.500	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.2)

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

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.025*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d}$** : *0.33* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra — $N_{c,0,d}$: *0.117* t

A: Área de la sección transversal — **A** : *360.00* cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d}$: *129.66* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) — k_{mod} : *0.60*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : *1.25*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c: Factor de inestabilidad, dado por: — $\chi_{c,y}$: *0.87*; $\chi_{c,z}$: *0.10*

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot \left(\lambda_{rel} - 0.3\right) + \lambda_{rel}^2\right)$$

k_y : *0.90*; k_z : *5.42*

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas — β_c : *0.10*

λ_{rel}: Esbeltez relativa, dada por: — $\lambda_{rel,y}$: *0.86*; $\lambda_{rel,z}$: *3.09*

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: *103975.54* kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

λ: Esbeltez mecánica, dada por: — λ_y : *52.92*; λ_z : *190.53*

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra — $L_{k,y}$: *5500.00* mm; $L_{k,z}$: *5500.00* mm

i: Radio de giro — i_y : *103.92* mm; i_z : *28.87* mm

Resistencia a flexión en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

η : ***0.321*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N785, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^+$:	*69.52*	kp/cm²
$\sigma_{m,y,d}^-$:	*8.74*	kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$:	*1.502*	t·m
$M_{y,d}^-$:	*0.189*	t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$:	*2160.00*	cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$:	*216.28*	kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod} :	*0.90*	

Donde:

Clase de duración de la carga — **Clase** : *Corta duración*

Clase de servicio — **Clase** : *1*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: — k_h : *1.05*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción — **h** : *360.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : *1.25*

Resistencia a flexión en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : ***0.024*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N785, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: **$\sigma_{m,z,d}$** : *5.36* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **$M_{z,d}$** : *0.032* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **$W_{el,z}$** : *600.00* cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **$f_{m,z,d}$** : *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **k_{mod}** : *0.90*

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : *Corta duración*

Clase de servicio **Clase** : *1*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión **$f_{m,k}$** : *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: **k_h** : *1.10*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N785, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{y,d}$** : *0.15* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{y,d}$** : *0.023* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante **$f_{v,k}$** : *32.62* kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.289*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N785, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{z,d}$** : *6.79* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{z,d}$** : *1.092* t
A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²
k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante **$f_{v,k}$** : *32.62* kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a torsión (CTE DB SE-M: 6.1.9)

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

Resistencia a flexión esviada (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : ***0.331*** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N785, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}$: 69.52 kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: 3.21 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 1.502 t·m

$M_{z,d}$: 0.019 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³

$W_{el,z}$: 600.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²

$f_{m,z,d}$: 226.06 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

k_{mod} : 0.90

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.05

$k_{h,z}$: 1.10

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

k_m : 0.70

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N785, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.331** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.333** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.251** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: *0.23* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}| / A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: *0.082* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d}$: *69.52* kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: *3.21* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: *1.502* t·m

$M_{z,d}$: *0.019* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y}$: *2160.00* cm³

$W_{el,z}$: *600.00* cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d}$: *194.50* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: *216.28* kp/cm²

$f_{m,z,d}$: *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: $k_{h,y}$: *1.05*

$k_{h,z}$: *1.10*

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *360.00* mm

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$\mathbf{k_m}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal k_m : *0.70*

χ_c: Factor de inestabilidad $\chi_{c,y}$: *0.87*

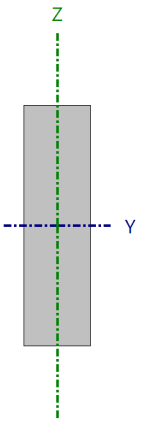
$\chi_{c,z}$: *0.10*

Resistencia a cortante y torsor combinados (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N797/N796

Perfil: 100X360
Material: Madera (GL28h)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N797	N796	5.500	360.00	38880.00	3000.00	9856.80

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	5.500	5.500	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.2)

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

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.025*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d}$** : *0.33* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra — $N_{c,0,d}$: *0.117* t

A: Área de la sección transversal — **A** : *360.00* cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d}$: *129.66* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) — k_{mod} : *0.60*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : *1.25*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c: Factor de inestabilidad, dado por: — $\chi_{c,y}$: *0.87*; $\chi_{c,z}$: *0.10*

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot \left(\lambda_{rel} - 0.3\right) + \lambda_{rel}^2\right)$$

k_y : *0.90*; k_z : *5.42*

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas — β_c : *0.10*

λ_{rel}: Esbeltez relativa, dada por: — $\lambda_{rel,y}$: *0.86*; $\lambda_{rel,z}$: *3.09*

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: *103975.54* kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

λ: Esbeltez mecánica, dada por: — λ_y : *52.92*; λ_z : *190.53*

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra — $L_{k,y}$: *5500.00* mm; $L_{k,z}$: *5500.00* mm

i: Radio de giro — i_y : *103.92* mm; i_z : *28.87* mm

Resistencia a flexión en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

η : ***0.321*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N797, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^{+}$: 69.52 kp/cm²

$\sigma_{m,y,d}^{-}$: 8.74 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^{+}$: 1.502 t·m

$M_{y,d}^{-}$: 0.189 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod} : 0.90

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : Corta duración

Clase de servicio **Clase** : 1

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: k_h : 1.05

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : 360.00 mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 1.25

Resistencia a flexión en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.024** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N797, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,z,d}$: *5.36* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **$M_{z,d}$** : *0.032* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **$W_{el,z}$** : *600.00* cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **$f_{m,z,d}$** : *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **k_{mod}** : *0.90*

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : *Corta duración*

Clase de servicio **Clase** : *1*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión **$f_{m,k}$** : *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: **k_h** : *1.10*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N797, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{y,d}$** : *0.15* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{y,d}$** : *0.023* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante **$f_{v,k}$** : *32.62* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.289*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N797, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{z,d}$** : *6.79* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{z,d}$** : *1.092* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante **$f_{v,k}$** : *32.62* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a torsión (CTE DB SE-M: 6.1.9)

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

Resistencia a flexión esviada (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : ***0.331*** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N797, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}$: 69.52 kp/cm²
$\sigma_{m,z,d}$: 3.21 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 1.502 t·m
$M_{z,d}$: 0.019 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³
$W_{el,z}$: 600.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²
$f_{m,z,d}$: 226.06 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

k_{mod} : 0.90

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.05
$k_{h,z}$: 1.10

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

k_m : 0.70

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N797, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.331** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.333** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.251** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d}$** : *0.23* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}| / A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra **$N_{c,0,d}$** : *0.082* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: **$\sigma_{m,y,d}$** : *69.52* kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: *3.21* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **$M_{y,d}$** : *1.502* t·m

$M_{z,d}$: *0.019* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **$W_{el,y}$** : *2160.00* cm³

$W_{el,z}$: *600.00* cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$f_{c,0,d}$** : *194.50* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra **$f_{c,0,k}$** : *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **$f_{m,y,d}$** : *216.28* kp/cm²

$f_{m,z,d}$: *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión **$f_{m,k}$** : *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: **$k_{h,y}$** : *1.05*

$k_{h,z}$: *1.10*

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *360.00* mm

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$\mathbf{k_m}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal k_m : *0.70*

χ_c: Factor de inestabilidad $\chi_{c,y}$: *0.87*

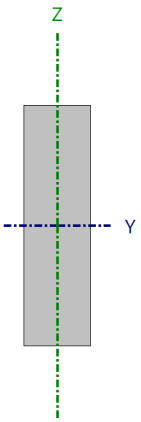
$\chi_{c,z}$: *0.10*

Resistencia a cortante y torsor combinados (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N781/N780

Perfil: 100X360
Material: Madera (GL28h)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N781	N780	5.500	360.00	38880.00	3000.00	9856.80

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	5.500	5.500	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.2)

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

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.025*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d}$** : *0.33* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra — $N_{c,0,d}$: *0.117* t

A: Área de la sección transversal — **A** : *360.00* cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d}$: *129.66* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) — k_{mod} : *0.60*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : *1.25*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c: Factor de inestabilidad, dado por: — $\chi_{c,y}$: *0.87*; $\chi_{c,z}$: *0.10*

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot \left(\lambda_{rel} - 0.3\right) + \lambda_{rel}^2\right)$$

k_y : *0.90*; k_z : *5.42*

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas — β_c : *0.10*

λ_{rel}: Esbeltez relativa, dada por: — $\lambda_{rel,y}$: *0.86*; $\lambda_{rel,z}$: *3.09*

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: *103975.54* kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

λ: Esbeltez mecánica, dada por: — λ_y : *52.92*; λ_z : *190.53*

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra — $L_{k,y}$: *5500.00* mm; $L_{k,z}$: *5500.00* mm

i: Radio de giro — i_y : *103.92* mm; i_z : *28.87* mm

Resistencia a flexión en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

η : ***0.321*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N781, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^+$: 69.52 kp/cm²

$\sigma_{m,y,d}^-$: 8.74 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$: 1.502 t·m

$M_{y,d}^-$: 0.189 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod} : 0.90

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : Corta duración

Clase de servicio **Clase** : 1

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión **$f_{m,k}$** : 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: **k_h** : 1.05

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : 360.00 mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : 1.25

Resistencia a flexión en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.024** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N781, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,z,d}$: *5.36* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **$M_{z,d}$** : *0.032* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **$W_{el,z}$** : *600.00* cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **$f_{m,z,d}$** : *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **k_{mod}** : *0.90*

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : *Corta duración*

Clase de servicio **Clase** : *1*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión **$f_{m,k}$** : *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: **k_h** : *1.10*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N781, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{y,d}$** : *0.15* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{y,d}$** : *0.023* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante **$f_{v,k}$** : *32.62* kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.289*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N781, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{z,d}$** : *6.79* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{z,d}$** : *1.092* t
A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²
k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante **$f_{v,k}$** : *32.62* kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a torsión (CTE DB SE-M: 6.1.9)

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

Resistencia a flexión esviada (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : ***0.331*** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N781, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}$: 69.52 kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: 3.21 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 1.502 t·m

$M_{z,d}$: 0.019 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³

$W_{el,z}$: 600.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²

$f_{m,z,d}$: 226.06 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

k_{mod} : 0.90

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.05

$k_{h,z}$: 1.10

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

k_m : 0.70

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N781, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.331** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.333** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.251** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: *0.23* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}| / A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: *0.082* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d}$: *69.52* kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: *3.21* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: *1.502* t·m

$M_{z,d}$: *0.019* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y}$: *2160.00* cm³

$W_{el,z}$: *600.00* cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d}$: *194.50* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: *216.28* kp/cm²

$f_{m,z,d}$: *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: $k_{h,y}$: *1.05*

$k_{h,z}$: *1.10*

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *360.00* mm

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$\mathbf{k_m}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal k_m : *0.70*

χ_c: Factor de inestabilidad $\chi_{c,y}$: *0.87*

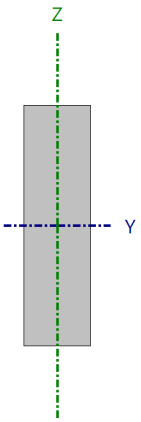
$\chi_{c,z}$: *0.10*

Resistencia a cortante y torsor combinados (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N777/N776

Perfil: 100X360
Material: Madera (GL28h)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N777	N776	5.500	360.00	38880.00	3000.00	9856.80

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	5.500	5.500	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.2)

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

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : ***0.025*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d}$** : *0.33* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra — $N_{c,0,d}$: *0.117* t

A: Área de la sección transversal — **A** : *360.00* cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d}$: *129.66* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) — k_{mod} : *0.60*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : *1.25*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c: Factor de inestabilidad, dado por: — $\chi_{c,y}$: *0.87*; $\chi_{c,z}$: *0.10*

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot \left(\lambda_{rel} - 0.3\right) + \lambda_{rel}^2\right)$$

k_y : *0.90*; k_z : *5.42*

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas — β_c : *0.10*

λ_{rel}: Esbeltez relativa, dada por: — $\lambda_{rel,y}$: *0.86*; $\lambda_{rel,z}$: *3.09*

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: *103975.54* kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

λ: Esbeltez mecánica, dada por: — λ_y : *52.92*; λ_z : *190.53*

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra — $L_{k,y}$: *5500.00* mm; $L_{k,z}$: *5500.00* mm

i: Radio de giro — i_y : *103.92* mm; i_z : *28.87* mm

Resistencia a flexión en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

η : ***0.321*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N777, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^{+}$: 69.52 kp/cm²

$\sigma_{m,y,d}^{-}$: 8.74 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^{+}$: 1.502 t·m

$M_{y,d}^{-}$: 0.189 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod} : 0.90

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : Corta duración

Clase de servicio **Clase** : 1

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: k_h : 1.05

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : 360.00 mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 1.25

Resistencia a flexión en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.024** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N777, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: **$\sigma_{m,z,d}$** : *5.36* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **$M_{z,d}$** : *0.032* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **$W_{el,z}$** : *600.00* cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **$f_{m,z,d}$** : *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **k_{mod}** : *0.90*

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : *Corta duración*

Clase de servicio **Clase** : *1*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión **$f_{m,k}$** : *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: **k_h** : *1.10*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N777, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{y,d}$** : *0.15* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{y,d}$** : *0.023* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante **$f_{v,k}$** : *32.62* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.289*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N777, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{z,d}$** : *6.79* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{z,d}$** : *1.092* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : *0.90*

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante **$f_{v,k}$** : *32.62* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a torsión (CTE DB SE-M: 6.1.9)

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

Resistencia a flexión esviada (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : ***0.331*** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N777, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}$: 69.52 kp/cm²
$\sigma_{m,z,d}$: 3.21 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 1.502 t·m
$M_{z,d}$: 0.019 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³
$W_{el,z}$: 600.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²
$f_{m,z,d}$: 226.06 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

k_{mod} : 0.90

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.05
$k_{h,z}$: 1.10

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

k_m : 0.70

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N777, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.331** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.333** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.251** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: *0.23* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: *0.082* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d}$: *69.52* kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: *3.21* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d|/W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: *1.502* t·m

$M_{z,d}$: *0.019* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y}$: *2160.00* cm³

$W_{el,z}$: *600.00* cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d}$: *194.50* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k}/\gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: *216.28* kp/cm²

$f_{m,z,d}$: *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k}/\gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: $k_{h,y}$: *1.05*

$k_{h,z}$: *1.10*

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *360.00* mm

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal k_m : *0.70*

χ_c: Factor de inestabilidad $\chi_{c,y}$: *0.87*

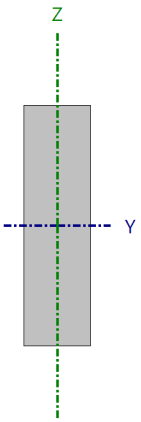
$\chi_{c,z}$: *0.10*

Resistencia a cortante y torsor combinados (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N789/N788

Perfil: 100X360
Material: Madera (GL28h)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N789	N788	5.500	360.00	38880.00	3000.00	9856.80

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	5.500	5.500	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.2)

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

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : **0.003** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : **0.003** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : **0.025** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·SOBRECARGAUSO.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d}$** : *0.33* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra — $N_{c,0,d}$: *0.117* t

A: Área de la sección transversal — **A** : *360.00* cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d}$: *129.66* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) — k_{mod} : *0.60*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : *1.25*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c: Factor de inestabilidad, dado por: — $\chi_{c,y}$: *0.87*; $\chi_{c,z}$: *0.10*

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot \left(\lambda_{rel} - 0.3\right) + \lambda_{rel}^2\right)$$

k_y : *0.90*; k_z : *5.42*

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas — β_c : *0.10*

λ_{rel}: Esbeltez relativa, dada por: — $\lambda_{rel,y}$: *0.86*; $\lambda_{rel,z}$: *3.09*

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: *103975.54* kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

λ: Esbeltez mecánica, dada por: — λ_y : *52.92*; λ_z : *190.53*

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra — $L_{k,y}$: *5500.00* mm; $L_{k,z}$: *5500.00* mm

i: Radio de giro — i_y : *103.92* mm; i_z : *28.87* mm

Resistencia a flexión en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

η : ***0.321*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N789, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^+$:	*69.52*	kp/cm²
$\sigma_{m,y,d}^-$:	*8.74*	kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$:	*1.502*	t·m
$M_{y,d}^-$:	*0.189*	t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$:	*2160.00*	cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: *216.28* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad k_{mod} : *0.90*

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : *Corta duración*

Clase de servicio **Clase** : *1*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: k_h : *1.05*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *360.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

Resistencia a flexión en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : ***0.024*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N789, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,z,d}$: *5.36* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **$M_{z,d}$** : *0.032* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **$W_{el,z}$** : *600.00* cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **$f_{m,z,d}$** : *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **k_{mod}** : *0.90*

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase** : *Corta duración*

Clase de servicio **Clase** : *1*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión **$f_{m,k}$** : *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: **k_h** : *1.10*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje y (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N789, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Permanentes+1.5·V1(1).

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{y,d}$** : *0.15* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **$V_{y,d}$** : *0.023* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **k_{cr}** : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **$f_{v,d}$** : *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante $f_{v,k}$: *32.62* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

Resistencia a cortante en el eje z (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : ***0.289*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N789, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{z,d}$: *6.79* kp/cm²

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo $V_{z,d}$: *1.092* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas k_{cr} : *0.67*

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: $f_{v,d}$: *23.49* kp/cm²

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante $f_{v,k}$: *32.62* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

Resistencia a torsión (CTE DB SE-M: 6.1.9)

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

Resistencia a flexión esviada (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : ***0.331*** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N789, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}$: 69.52 kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: 3.21 kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 1.502 t·m

$M_{z,d}$: 0.019 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 2160.00 cm³

$W_{el,z}$: 600.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$: 216.28 kp/cm²

$f_{m,z,d}$: 226.06 kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

k_{mod} : 0.90

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 285.42 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.05

$k_{h,z}$: 1.10

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

k_m : 0.70

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.750 m del nudo N789, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Permanentes+1.05·SOBRECARGAUSO+0.9·V1(2)+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.331** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.239** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.333** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.251** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: *0.23* kp/cm²

$$\sigma_{c0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: *0.082* t

A: Área de la sección transversal **A** : *360.00* cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d}$: *69.52* kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: *3.21* kp/cm²

$$\sigma_{m,d} = |M_d|/W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: *1.502* t·m

$M_{z,d}$: *0.019* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y}$: *2160.00* cm³

$W_{el,z}$: *600.00* cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d}$: *194.50* kp/cm²

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k}/\gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k}$: *270.13* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: *216.28* kp/cm²

$f_{m,z,d}$: *226.06* kp/cm²

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k}/\gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) k_{mod} : *0.90*

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: *285.42* kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: $k_{h,y}$: *1.05*

$k_{h,z}$: *1.10*

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *360.00* mm

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{(600/h)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : *100.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$\mathbf{k_m}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal k_m : *0.70*

χ_c: Factor de inestabilidad $\chi_{c,y}$: *0.87*

$\chi_{c,z}$: *0.10*

Resistencia a cortante y torsor combinados (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.