

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO FIN DE GRADO

***DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA NAVE
PARA UN CENTRO DEPORTIVO
DE CROSSFIT EN LAREDO***

DOCUMENTO 1 - MEMORIA Y ANEJOS

Alumno/Alumna: Asier Bardasco Álvarez

DNI: 78999264-Z

Director/Directora: María Helena Fernandes Rodrigues

DNI: X1099310-W

Curso: 2017 - 2018

Fecha: 15 - 06 - 2018

DOCUMENTO 1: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. ANTECEDENTES	3
1.1. Introducción	3
1.2. Instalaciones deportivas existentes.....	4
2. OBJETO DEL PROYECTO	4
3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	5
3.1. Accesos a la nave	5
3.2. Climatología.....	6
3.3. Características geotécnicas del terreno	6
4. SOLUCIÓN ADOPTADA	7
5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8
5.1. Trabajos previos	8
5.2. Excavación y cimentación.....	8
5.3. Solera	9
5.4. Estructura metálica	9
5.5. Placas de anclaje.....	12
5.6. Cerramiento de cubierta.....	12
5.7. Forjado	13
5.8. Escaleras	13
5.9. Cerramiento de fachada	14
5.10. Red de Saneamiento	14
5.11. Particiones interiores, acabados e instalaciones	14
5.12. Red eléctrica e iluminación	14
5.13. Ventilación	15
6. PLANIFICACIÓN DE LA OBRA	15
7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	15
8. NORMATIVA.....	16
9. BIBLIOGRAFÍA.....	19

ANEJOS

ANEJO 1. ESTUDIO GEOTÉCNICO	21
ANEJO 2. CALCULOS DE LA ESTRUCTURA	36
ANEJO 3. RED DE SANEAMIENTO.....	185
ANEJO 4. RED DE ABASTECIMIENTO	195
ANEJO 5. RED ELÉCTRICA E ILUMINACIÓN	205
ANEJO 6. PROGRAMA DE TRABAJOS.....	213
ANEJO 7. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	217
ANEJO 8. GESTIÓN DE RESIDUOS	232

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1. ANTECEDENTES

1.1. Introducción

En los últimos años el interés por el deporte ha experimentado un importante crecimiento ya sea por necesidades de salud, de trabajo, de relaciones sociales o simplemente de diversión. Gran parte de la población ve el deporte como una parte fundamental de su vida cotidiana. Además la realización de diferentes deportes ayuda a la integración social, a mejorar tu salud y sentirte más positivo.

Por todas estas razones cada vez son más las ciudades que buscan deportes nuevos que atraigan al público tanto joven como adulto. Hace 10 años se vivió el auge de deportes nuevos como el Yoga, Pádel o diferentes disciplinas de combate. Hoy en día estos deportes ya están más que asentados y cuentan con millones de aficionados.

La razón de este proyecto es la creación de un gimnasio donde se practique un deporte para muchos desconocido, el Crossfit.

El Crossfit es un deporte, un tipo de entrenamiento tanto muscular como de resistencia. En los gimnasios de Crossfit tiene que haber espacio para correr, saltar, etc. Los aparatos que no pueden faltar en un centro de estas características son: barras y discos de halterofilia (discos forrados de hule con el mismo diámetro no importando el peso, discos que pueden ser arrojados al piso sin temor a dañarlo), kettlebells o pesas rusas, aros de gimnasia, barras de dominadas, cajas de box jump (estructuras para entrenar plyometría brincando sobre ellas), trineos, etc.

El CrossFit es el principal programa de fuerza y acondicionamiento que siguen muchas academias de policía, equipos de operaciones tácticas, unidades militares de operaciones especiales, campeones de artes marciales y cientos de deportistas de élite y profesionales.

En la actualidad, solo en las grandes ciudades podemos disfrutar de gimnasios exclusivamente de Crossfit, por lo que estas razones son las que han motivado a realizar un gimnasio dedicado a este deporte en el municipio de Laredo.

1.2. Instalaciones deportivas existentes

Tanto en Laredo como en Colindres podemos encontrar numerosas opciones para realizar muchos y diferentes deportes.

Laredo cuenta con una pista de atletismo donde se realizan competiciones estatales, dos campos de fútbol con dos equipos en ligas profesionales. También tiene instalaciones para realizar baloncesto, voleibol, tanto de playa como cubierto, dos centros de piscinas para realizar natación y una importante plataforma para realizar deportes náuticos como remo, surf, windsurf... Además de todo esto Laredo tiene 4 gimnasios distribuidos por todas sus zonas.

Colindres por su parte cuenta con una piscina municipal, un campo de fútbol, uno de baloncesto y diferentes centros para practicar Yoga, Karate, Boxeo, Danza... Además como Laredo también tiene 4 gimnasios.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es el diseño, cálculo y ejecución para la construcción de un Centro Deportivo en el municipio de Laredo (Cantabria), para la práctica de un deporte en auge como el Crossfit.

Este centro contará con todos los aparatos necesarios para la adecuada práctica, vestuarios amplios, duchas, almacén y una zona reservada a bar para poder relajarse después de un intenso entrenamiento.

Como se ha visto anteriormente, tanto en los municipios de Laredo como de Colindres podemos realizar múltiples y diferentes deportes pero en ninguno de ellos nada parecido al Crossfit. Con la construcción de este gimnasio, los habitantes de ambos municipios y los de los pueblos de alrededor podrán disfrutar de este nuevo deporte.

3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Laredo es un municipio español situado en la comunidad autónoma de Cantabria, junto al mar Cantábrico. Tiene una superficie de 15,71 km² y con una altura sobre el nivel del mar de 5 m. Cuenta con una población de 11.347 habitantes. Colindres, por su parte, tiene una superficie de 5,94 km² y una población de 8.288 habitantes.

La parcela donde se va a construir el centro deportivo se encuentra ubicada a la entrada del Polígono Industrial La Pesquera. Este polígono se encuentra entre los municipios de Laredo y Colindres. El polígono cuenta con 4 empresas, 3 de ellas destinadas a alimentación y bebidas y 1 empresa destinada a automoción. “Ver Plano n.º1: Ubicación geográfica”.



Figura 1. Emplazamiento

3.1. Accesos a la nave

El acceso a la nave resulta bastante sencillo. Si se quiere ir en coche cuenta con una salida desde la autopista A-8 tanto dirección Bilbao como dirección Santander. Una vez cogida esa salida antes de entrar a Laredo el polígono se encuentra a la izquierda.

Tanto para acceder desde Laredo como desde Colindres existen numerosas carreteras en perfecto estado que nos llevan directamente al polígono ya que éste se encuentra en el centro de los dos municipios.

Si queremos acceder andando o en bicicleta podemos hacerlo desde ambos municipios ya que hay acera hasta el polígono.



Figura 2. Accesos

El polígono cuenta un gran parking con capacidad para 70 coches de libre acceso que además se encuentra situado al lado de nuestra nave por lo que las personas que vayan a acudir al gimnasio no tendrán ningún problema para aparcar sus vehículos. Además, el polígono cuenta con zonas de aparcamiento a ambos lados de la carretera a lo largo de todo el polígono. El emplazamiento y los accesos a la nave están expuestos de manera mas clara en el “Plano n.º 2: situación” y el “Plano n.º 3: urbanización”.

3.2. Climatología

El clima de Laredo es templado y cálido. Laredo es un municipio con precipitaciones significativas. Incluso en el mes más seco hay mucha lluvia. Su clima es considerado CFB según la clasificación climática de Köppen-Geiger, esto quiere decir que la media de su mes más cálido no llega a los 22°C, pero se superan los 10°C durante al menos cuatro meses al año. Es el llamado clima oceánico o atlántico.

La temperatura promedio de Laredo es de 14,1°C y en un año su precipitación media es 1117 mm.

3.3. Características geotécnicas del terreno

Los datos geotécnicos del terreno se obtienen del “Anejo 1. Estudio geotécnico”. Para realizar este anejo se ha consultado el estudio geotécnico de otro proyecto próximo a la zona donde se construirá nuestra nave.

Del estudio obtenemos que el suelo está compuesto de materiales granulares no plásticos, tal como se desprende de los resultados de los ensayos. La distribución granulométrica es de una arena media cuyos tamaños están comprendidos entre 0,4 mm y 0,15 mm.

El coeficiente de uniformidad medio se sitúa próximo al valor 2, lo que indica que son arenas uniformes y mal graduadas, características típicas de arenas de playa y de depósitos eólicos.

Según el estudio geotécnico se puede determinar que el terreno es adecuado para la construcción de la nave objeto del presente proyecto.

4. SOLUCIÓN ADOPTADA

De acuerdo con el objetivo marcado, se plantea en este proyecto la construcción de un pabellón de estructura metálica. Este pabellón tiene una planta de 36 x 18 metros. Tanto la parte superior como los laterales de la nave irán completamente cerrados.

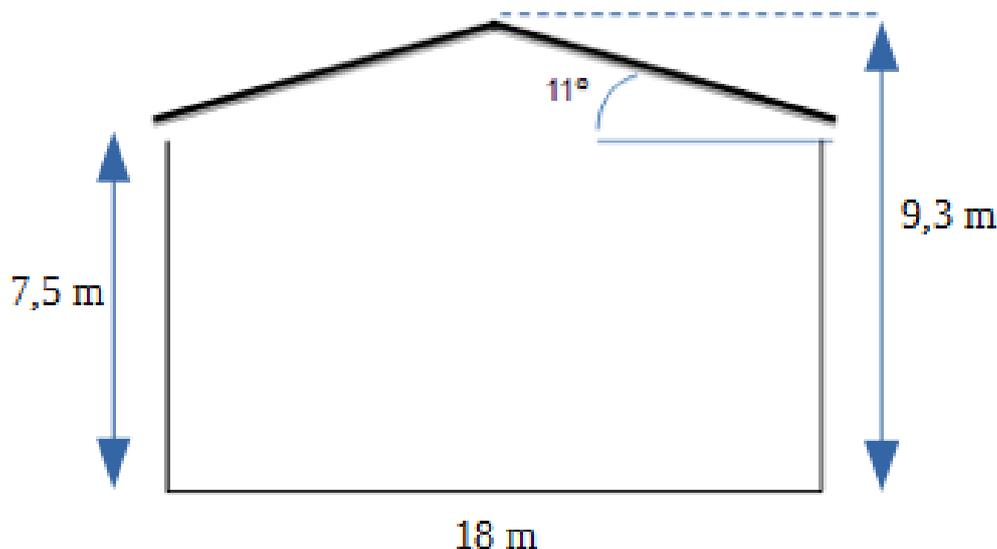


Figura 3. Dimensiones de la nave

La nave está formada por 7 pórticos separados cada 6 metros. En el primer vano se dispondrá la recepción, bar, vestuarios y aseos, siendo los otros vanos el espacio destinado al gimnasio. Para ver el alzado, la planta y la distribución de la nave "Ver planos n.º 4, 5 y 13".

Se aplicará el Código Técnico de Edificación (CTE), así como los Documentos Básicos que lo completa. Estos documentos se utilizarán en el proyecto, en la construcción, en el mantenimiento y en la conservación del edificio y de las instalaciones de la nave.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Todos los datos necesarios y el cálculo de las soluciones adoptadas se encuentran en el “Anejo 2. Cálculo de la estructura” de este proyecto.

5.1. Trabajos previos

La parcela presenta un terreno bastante llano con hierbas altas pero sin árboles ni rocas grandes. Por ello hay que realizar un desbroce y una limpieza de la parcela ejecutado por medios mecánicos para la retirada de la vegetación y residuos. Como se ha mencionado antes, la parcela no presenta desniveles, por lo que no es necesario realizar un movimiento de tierras para corregir la diferencia de niveles.

5.2. Excavación y cimentación

Después de acondicionar el terreno mediante desbroce y limpieza, se procederá a la excavación de zapatas, vigas de atado, conductos de saneamiento y arquetas, mediante medios mecánicos, con extracción de tierra para transportarla a vertedero.

Toda la cimentación se realiza con hormigón de resistencia característica de valor 25 Mpa, que será vertido después de que se haya eliminado todo tipo de obstáculos que se encuentren dentro de los límites de excavación así como de todos los elementos contaminantes de la zona. El hormigón también se verterá después de la correcta colocación de las armaduras sobre una capa de hormigón de limpieza de 10 cm. Se construirán las zapatas y las vigas de atado que unen entre sí. En las zapatas se dejarán embebidos los pernos para la colocación de las placas base para los pilares metálicos.

Para la cimentación se utilizarán zapatas de hormigón armado de 25 Mpa (HA-25). Serán zapatas rectangulares excéntricas con vigas de atado centrada en los extremos. Se disponen de vigas de atado entre las zapatas con el fin de proporcionar mayor estabilidad a la estructura e impedir desplazamientos horizontales.

“Ver planos n.º 6 y 7: Cimentación”.

5.3. Solera

El solar se nivelará a base de compactación mediante medios mecánicos. Se colocarán pavimentos de hormigón en masa con juntas ya que son los más sencillos y económicos. Debido a las dilataciones y contracciones a las que está expuesta la solera, es necesario colocar una serie de juntas de dilatación para evitar problemas posteriores.

La solera tendrá un espesor de 20 cm realizada con hormigón HA-20 N/mm² y tamaño máximo del árido 20 mm.

Se procederá a ejecutar la solera una vez que la estructura esté acabada y las cargas descansen sobre los pilares. Es recomendable dejar un pequeño espacio entre la solera y los pilares para que éstos puedan deslizarse y asentarse.

“Ver plano n.º24”

5.4. Estructura metálica

La estructura de esta nave será metálica. El montaje de ella se realizará pòrtico a pòrtico. Después, se colocarán los arriostramientos de la nave en Cruz de San Andrés y también las vigas de arriostramiento que unen las cabezas de los pilares. También se situarán en los elementos que intervienen en la entreplanta.



Figura 4. Ejemplo de arriostramiento en Cruz de San Andrés

Finalmente, se colocarán las correas de cubierta, así como perfiles de las puertas implantadas en la nave. Todas las estructuras del proyecto se harán con acero laminado S-275. “Ver plano n.º 14: Estructura 3-D”

5.4.1. Pórticos

Hay que determinar si son biarticulados, biempotrados o triarticulados. Teniendo en cuenta la distribución de esfuerzos, los pórticos biempotrados son los que mejor realizan esta función. También debemos elegir el tipo de perfiles que se utilizarán para soportar las solicitaciones a las que esté expuesto el pórtico. Para eso, tendremos en cuenta el aprovechamiento obtenido en cada uno de ellos.

Entonces, la estructura de ésta nave está formado 7 pórticos biempotrados en su base y separados cada 6 metros. Todos estos pórticos trabajarán igual a excepción del último hastial, el que no pertenece al vano de la recepción, bar y vestuarios. Esto se debe principalmente a que los pórticos hastiales soportan menores tensiones y por ello la colocación de pilarillos en estos pórticos favorecen la distribución de esfuerzos, utilizando así perfiles menores a los requeridos en los pórticos intermedios.

Los pórticos intermedios y el hastial de las oficinas están formados por dinteles de perfiles simples IPE 270 y pilares IPE 450. Además, se utilizarán cartelas en la unión dintel-pilar puesto que se trata de una zona crítica sometida a grandes esfuerzos en comparación con otras zonas del pórtico. El otro pórtico hastial está formado por dinteles de perfil IPE 180 y pilares IPE 240.

5.4.2. Correas

Para evitar pesos innecesarios utilizaremos correas para unir la cubierta a la estructura. Debemos estudiar las opciones que se presentan a la hora de elegir el tipo de correa. Es difícil determinar a simple vista el perfil óptimo para esta nave. Sin embargo, los perfiles más comunes para disponer como correas son los perfiles conformados en C, en Z, o los perfiles laminados en I.

El perfil seleccionado para las correas es perfil en Z. La mayor ventaja de estos perfiles es su relación resistencia-peso. Tienen un buen comportamiento ante la flexión en el plano y una buena rigidez transversal.

Su sección consta de un alma y en sus extremos alas perpendiculares en sentidos opuestos, con labios rigidizadores en sus lados y vértices redondeados. Mediante el programa CYPE y el "Generador de pórticos" se han escogido correas de perfil Z-180x3 colocadas cada 1,75 m entre ellas.

Se necesitarán entonces 12 correas, 6 en cada lado, para soportar la cubierta. Además se utilizarán correas en el pórtico hastial en donde están situados los vestuarios.

Estas correas serán de perfil IPE 220. Al no ser la nave excesivamente larga no hará falta la colocación de dos correas consecutivas.

5.4.3. Otros elementos estructurales

- Arriostramientos

Los elementos de arriostramiento en la nave tiene como fin formar un sistema estable para resistir las cargas longitudinales y evitar los desplazamientos longitudinales. Generalmente se escogen arriostramientos en Cruz de San Andrés, aunque también pueden utilizarse otros sistemas, como triangulación en K.

Por lo tanto, los arriostramientos de la nave se componen de tirantes redondos dispuestos en Cruz de San Andrés de acero S-275. Los de cubierta son redondos de 8 mm de diámetro, mientras que los de fachada son de 10-12 mm de diámetro.

- Pilarillos

En los pórticos hastiales se colocara pilarillos que soporten directamente las solicitaciones provocadas por el viento que recibe el cerramiento y transmitir las a la estructura metálica y a la cimentación, haciendo así que la nave pueda soportar mejor esos esfuerzos y evitando un dimensionamiento excesivo de los perfiles que conforman los pórticos.

Para esta nave se han utilizado tres pilarillos en el séptimo, en el segundo y en el primer pórtico ya que estos dos últimos son los que conforman la recepción y los vestuarios. El perfil escogido para el séptimo pórtico es el perfil simple IPE 220, mientras que para los otros dos son perfiles IPE 270.

Estos pilarillos están empotrados en su base y articulados en la unión superior con los dinteles. Estos elementos como todos los de la estructura metálica son de acero S-275.

- Vigas de atado

Las vigas de atado son elementos estructurales que unen dos o más cimientos. Hay 24 vigas de atado uniendo las zapatas. Estas 24 vigas de atado se dividen en tres tipos diferentes.

Todas las vigas de atado existentes disponen de un perfil IPE 80 y acero S-275.
"Ver plano n.º 10"

- Uniones

Las uniones que se han llevado a cabo en la nave son mediante uniones atornilladas, facilitando el montaje de obra y ahorrando tiempo en la construcción del edificio.

Las uniones soldadas que existen, se realizarán en taller. Será necesario disponer de rigidizadores para garantizar la estabilidad de las uniones y de las placas para la colocación de tornillos y realizar las uniones entre barra y barra.

5.5. Placas de anclaje

Los pilares de la nave estarán empotrados en su base, soldados a la placa de anclaje. La unión de las placas de anclaje con las zapatas se realizará mediante placas con pernos de anclaje embebidos en el hormigón con patilla de 90°. Estos pernos inmovilizarán el pilar ante posibles fuerzas de arranque o momentos.

El material utilizado para dichas placas de anclaje será el mismo que se ha utilizado en la estructura del edificio, acero laminado en caliente S-275 y los pernos serán de B-400S. “Ver planos n.º8 y 9: Placas de anclaje”

5.6. Cerramiento de cubierta

Una vez se haya construido la estructura principal, la solución que se ha escogido para el cerramiento de la cubierta y la fachada es mediante paneles sándwich prefabricados, estos paneles se colocarán por encima de las correas. La cubierta será a dos aguas, esta disposición permite una mayor flexibilidad a la nave y establece unas buenas condiciones de evacuación de aguas pluviales, que por la zona en la que se encuentra son frecuentes.

El cerramiento de cubierta consistirá en unos paneles prefabricados tipo sándwich. Este tipo de cerramiento tiene una buena eficacia a flexión, un rápido montaje y también tiene unas características económicas y de diseño óptimas. Además es el cerramiento más utilizado en las naves industriales. Este tipo de cerramiento proporcionan un gran aislamiento térmico, alta rigidez, buen aspecto estético y ligereza, consiguiendo así estructuras menos pesadas.

El panel se atornillará a las correas para la transmisión de esfuerzos que actúan sobre el a la estructura de la nave, teniendo en cuenta que la zona de apoyo debe tener como mínimo 50 mm de anchura. Esta fijación se realiza mediante tornillos autorroscantes con recubrimiento de nylon en la cabeza del tornillo.

El panel seleccionado vendrá prefabricado del exterior y tendrá una ficha técnica con las características y especificaciones del panel sándwich a utilizar. El panel está formado por dos chapas de acero exterior e interior de 0,6 mm y 0,4 mm de espesor, respectivamente, con tres grecas conformadas y un perfilado en la zona baja. Entre las dos chapas está incorporado poliuretano inyectado de un espesor de 30 mm, proporcionando así el aislamiento térmico y acústico necesario.

Las uniones entre los diversos paneles en cubierto se realizarán mediante tapajuntas, que serán de un perfil con un acabado igual al de la cara exterior de panel para mantener una homogeneidad estructural y estética. La finalidad de la utilización de estos tapajuntas es garantizar la estanqueidad y proteger las fijaciones para que no aparezcan discontinuidades en la cubierta. “Ver plano n.º12: Cubierta”

5.7. Forjado

Para el forjado de la entreplanta que separará la zona del primer piso, recepción, bar y baños, con la del segundo piso, vestuarios y despacho se ha buscado una solución con paneles de hormigón mixto prefabricado para facilitar el montaje y agilizar el proceso de construcción. “Ver plano n.º25: Forjado”

5.8. Escaleras

Para el acceso a la primera planta, donde se situarán los vestuarios y el despacho, se ha escogido una escalera prefabricada metálica recta de peldaños que se colocará en el interior de la nave. La escalera deberá cumplir con la normativa tanto de las dimensiones de todos sus elementos como la implantación de los elementos de seguridad colectivo, es decir, las barandillas para la correcta utilización de ellas “Ver plano n.º26: Escalera” . Para su correcto diseño se utilizará la siguiente normativa de medidas:

Magnitud	Acceso normal
Inclinación α ($\text{tg } \alpha = t/h$)	20° - 45°
Distancia vertical entre peldaños t (contrahuella)	13 - 20 cm
Longitud del escalón h (huella)	23 - 32 cm
Ancho libre mínimo	90 cm
Altura del pasamanos x (4 o más peldaños)	90 cm
Altura libre vertical y	220 - 230 cm
Altura libre z	200 cm
Fórmula de medida del paso	$2t + h = 63 \text{ cm}$
Fórmula de seguridad	$t + h = 46 \text{ cm}$

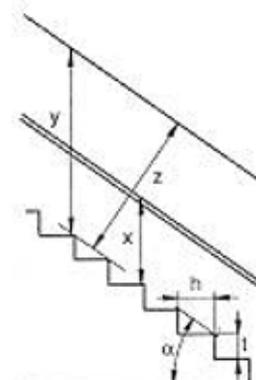


Figura 5. Normativa de las escaleras

5.9. Cerramiento de fachada

Una vez se haya construido la estructura principal, la solución que se ha escogido para el cerramiento de fachada es mediante paneles prefabricados tipo sandwich. Este tipo de fachadas es muy ligero por lo que no afectará negativamente sobre la estructura de la nave. “Ver plano n.º11: Fachada”

5.10. Red de Saneamiento y abastecimiento

Para la construcción de la red de saneamiento se construirán las arquetas previstas en el y se colocarán los conductos necesarios sobre el terreno que componen dicha red de saneamiento y de suministro de agua, para la instalación de abastecimiento y evacuación de aguas tanto pluviales como fecales. Todos los elementos necesarios para estas instalaciones están especificados en el “Anejo 3. Red de saneamiento y abastecimiento”.

5.11. Particiones interiores, acabados e instalaciones

Para la zona de aseos, vestuarios y despacho se instalarán tabiques de distribución para la separación de los diferentes espacios contemplados.

Además, por razones estéticas, se colocará un falso techo en la zona de vestuarios y despacho, constituido por paneles rígidos de poliestireno.

Para los acabados se realizarán los alicatados de los aseos, colocación de solado de gres, raseados, colocación de ventanas, puertas interiores...

En lo referente a la instalación, se procederá a la colocación de todos los conductos necesarios para las instalaciones previstas en el edificio. Una vez estén colocados todos los conductos y tomas de corriente, se instalarán los urinarios, lavabos...

5.12. Red eléctrica e iluminación

El cálculo de la iluminación de la nave está indicado en el “Anejo 5: red eléctrica e iluminación”. La iluminación se dividirá en cuatro zonas del gimnasio y todas las luminarias son de la marca PHILIPS:

- Zona de gimnasio: luminaria modelo TL5.
- Baños y vestuarios: luminaria Led empotrable DayZone.
- Escaleras y descansillo: lámpara MASTER LEDBulb.
- Recepción, bar y almacén: lámpara MASTER LEDBulb.

Se colocará iluminación exterior en las tres puertas de acceso al gimnasio.

La nave contará con un alumbrado de emergencia necesario para la evacuación en caso de incendio. “Ver plano n.º 31”

5.13. Ventilación

El gimnasio dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente aire exterior que evite en las distintas zonas del recinto la formación de elevadas concentración de olores.

6. PLANIFICACIÓN DE LA OBRA

La presente obra seguirá la una planificación de los trabajos que está reflejada en el “Anejo 6. Programa de trabajos” por la cual se deduce que la obra tendrá una duración de 13 semanas.

7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

<u>CAPÍTULO</u>	<u>DENOMINACIÓN</u>	<u>IMPORTE</u>
Capítulo 1	Movimiento de tierras y excavación	5.455,73 €
Capítulo 2	Cimentación	25.912,61 €
Capítulo 3	Estructura metálica	46.823,75 €
Capítulo 4	Cerramiento	121.063,45 €
Capítulo 5	Albañilería	19.322,81 €
Capítulo 6	Carpintería	1.500,40 €
Capítulo 7	Fontanería	10.039,64 €
Capítulo 8	Forjado	7.108,56 €
Capítulo 9	Iluminación	179,38 €
Capítulo 10	Incendios	1.860,52 €
Capítulo 11	Seguridad y Salud	18.383,52 €
Capítulo 12	Gestión de Residuos	2.824,73 €
Capítulo 13	Control de Calidad	8.819,62 €

Total ejecución	269.294,72 €
13% de Gastos Generales	35.008,31€
6% de Beneficio Industrial	16.157,68€
Total Presupuesto (Sin IVA)	320.460,71 €
21% de IVA	67.296,75 €
TOTAL PRESUPUESTO	387.757,46 €

El presupuesto final asciende a trescientos mil ochenta y siete mil con setecientos cincuenta y siete euros con cuarenta y seis céntimos.

8. NORMATIVA

En este apartado se presenta la normativa que se debe aplicar al proyecto. Las exigencias básicas que se establecen en esta normativa deben cumplirse tanto en el proyecto, como en la construcción, el mantenimiento y la conservación del edificio y sus instalaciones.

Con todo esto, el principal marco normativo a seguir en todo momento será el Código Técnico de la Edificación (CTE) ya que es el que regula las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

El CTE está compuesto por varios Documento Básicos (DB), que son textos de carácter técnico que se encargan de trasladar al terreno práctico las exigencias detalladas en el CTE. Cada uno de los documentos incluye los límites y la cuantificación de las exigencias básicas y una relación de procedimientos que permiten cumplir los requisitos.

Los Documentos Básicos utilizados en este proyecto son los siguientes:

➤ Documento Básico de Seguridad Estructural (DB - SE)

Tiene como objetivo asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

➤ **Documento Básico de Acero (DB - SE-A)**

Se destina a verificar la seguridad estructural de todos los elementos metálicos realizados con acero en edificación. No se contemplan aspectos propios de otros campos de la construcción como chimeneas, antenas, tanques... Se refiere únicamente a la seguridad en condiciones adecuadas de utilización, incluyendo los aspectos relativos a la durabilidad.

➤ **Documento Básico de Acciones en la Edificación (DB - SE-AE)**

Su campo de aplicación es determinar las acciones sobre los edificios para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio.

➤ **Documento Básico de Cimientos (DB - SE-C)**

Se refiere a la seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio de los elementos de cimentación de todo tipo de edificios, en relación con el terreno, independientemente de lo que afecta al elemento propiamente dicho.

➤ **Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB - SI)**

Este Documento Básico tiene por objeto establecer las reglas y procedimientos que periten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio.

➤ **Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad (DB - SUA)**

Se limita el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

➤ **Documento Básico de Salubridad (DB - HS)**

Este Documento trata de reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro del edificio y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

➤ **Documento Básico de Protección frente al Ruido (DB - HR)**

Este Documento Básico tiene por objeto establecer las reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido.

➤ **Documento Básico de Ahorro de Energía (HE)**

Ayuda a conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización en el edificio, reduciendo a límites sostenibles su consumo, y también a conseguir que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable.

Según lo explicado respecto al Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio, este proyecto deberá cumplir las directrices que se establecen en el Reglamento de Seguridad contra Incendios, el cual establece los requisitos que deben cumplir los establecimientos e instalaciones para su seguridad en caso de incendio. Este reglamento nos ayuda a reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Por otra parte, teniendo en cuenta que el material prioritario en la cimentación de la nave es el hormigón armado, también será de obligado cumplimiento la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, en la que se proporcionan procedimientos que demuestran su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

En lo referente al Control de Calidad, este proyecto también cumple con el Real Decreto 209/2014, de 28 de Octubre, por el que se regula el control de calidad en la construcción. Este documento permite garantizar, a través de los organismos oficiales, el cumplimiento de lo referido en la normativa vigente sobre el Control de Calidad en la edificación y concretar las funciones a desempeñar en esta materia por los facultativos que intervienen en la obra de construcción.

En lo que respecta a la seguridad en el trabajo, este proyecto cumple con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y con las Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, en las que se desarrolla la Ley de

Prevención de Riesgos Laborales y donde se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en las obras.

En lo referente a Salud y Medio Ambiente, este proyecto cumple el Real Decreto 14/2017, de 23 de Marzo, sobre gestión de los residuos en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Finalmente, y de manera no obligatoria, este proyecto cumple con las Normas Tecnológicas de la Edificación, que regulan cada una de las actuaciones que intervienen en el proceso edificatorio: diseño, cálculo, construcción, control, valoración y mantenimiento, aunque su carácter es puramente instructivo.

9. BIBLIOGRAFÍA

La información para la realización de este proyecto se ha obtenido de las siguientes fuentes:

- **Libros:**
 - Apuntes de Tecnología de Estructuras
 - Apuntes de Edificación
 - Apuntes de Construcción

- **Páginas web**
 - www.panelsandwich.com
 - www.guerola.es/blog/proceso-constructivo-naves/
 - www.codigotecnico.org
 - www.boe.es
 - www.soloarquitectura.com
 - www.cype.com
 - www.proyectosfindecarrera.com
 - www.gilva.com
 - www.laredo.com
 - www.precat.com
 - www.constructalia.com
 - www.philips.es
 - www.autodesk.es

ANEJO 1

ESTUDIO GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1. ESTUDIO GEOTÉCNICO	23
1.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	23
1.2. ESTUDIO GEOLÓGICO	23
1.2.1. Marco geológico regional	23
1.2.2. Litología.....	24
1.2.2.1. Cretácico.....	24
1.2.2.2. Cuaternario	26
1.2.3. Tectónica.....	27
1.2.4. Geomorfología	28
1.2.5. Hidrogeología.....	28
1.2.5.1. Hidrología.....	28
1.2.5.2. Permeabilidad	29
1.2.5.3. Acuíferos	30
1.3. RECONOCIMIENTOS GEOTÉCNICOS REALIZADOS.....	31
1.4. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	32
1.4.1. Unidad de Caliza kárstica y dolomías	32
1.4.2. Unidad Arenas (U.A.)	34
1.5. CONCLUSIÓN.....	35

1. ESTUDIO GEOTÉCNICO

1.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En este anejo se pretende definir las características del terreno donde se construirá la nave. En este documento se incluye la relación de trabajos realizados así como la descripción y caracterización geotécnica necesaria para la ejecución de las diferentes obras contempladas en el Proyecto, con la finalidad de lograr una óptica definición técnica del mismo, así como una buena ejecución técnica y económica de la obra en su conjunto.

Como información para realizar el Anejo del estudio geotécnico se cuenta con el “Proyecto de terminación de las obras del proyecto de construcción del colector interceptor general Santoña – Laredo – Colindres. Saneamiento general de las marismas de Santoña (Cantabria)”

Posteriormente, durante la ejecución de las obras, se realizaron una serie de reconocimientos geotécnicos para contemplar la información disponible en el proyecto. Con esta información se ha elaborado el presente anejo

1.2. ESTUDIO GEOLÓGICO

1.2.1. Marco geológico regional

La zona de Laredo está situada en la zona de la provincia de Santander, casi en el límite con la de Vizcaya, quedando, incluida en el dominio de Cuenca Cantábrica.

La mayor parte de la región está constituida por sedimentos del Cretácico, existiendo, además algunos pequeños afloramientos de Jurásico y Triásico (Keuper) localizados en la zona centro-occidental de la misma que, en todos los casos, son de carácter tectónico.

Los materiales cretácicos existentes corresponden, casi en su totalidad, al Cretácico inferior y solamente existen dos afloramiento de Cretácico Superior, uno en la zona de Colindres y otro en Laredo, este último tecnotizado.

Las zonas central y oriental se hallan en superficie suavemente estructuradas con dos anticlinales de escaso buzamiento de dirección aproximada NO-SE, separados por una gran falla que atraviesa casi totalmente la Hoja, paralela a ambos. El Keuper aflora

diapíricamente en la zona de Laredo, cortando las estructuras y provocando con ello una mayor complejidad tectónica en esta región. Por último, la parte occidental de la Hoja, separada del resto por una gran zona de debilidad de dirección N NO-S SE, presenta, de nuevo, una estructuración suave con anticlinales y sinclinales de dirección NE-SO.



Figura 1. Marco geológico general de Laredo

La geología económica está reducida a la existencia de una mina de hierro activa, en el borde oriental de la región, que explota el mineral (óxido de hierro), que arma en las calizas arcillosas y margas del Albiense Superior, así como a las explotaciones en cantera de las calizas del Aptiense para ser utilizadas como áridos de trituración y para cementos.

1.2.2. Litología

1.2.2.1. Cretácico

En esta zona están representados los sedimentos del Cretácico Inferior en facies Weald, ampliamente extendidos al este de la ría de Limpias; los de facies de calizas Urganianas del Aptiense y Albiense Inferior-Medio, distribuidas por gran parte de la Hoja

de Castro Urdiales: los del Albiense MedioSuperior a Cenomaniense Inferior, también ampliamente representados:

- **Areniscas:** Estos materiales se extienden en una zona cercana pero fuera del área del Proyecto, se sitúan en la zona más próxima a la playa de Berria. Están constituidos por una serie terrígena de areniscas ferruginosas y micáceas, generalmente con estratificación cruzada, con intercalaciones de limos arcillosos de tonos amarillentos y rojizos ocasionalmente gris-oscuros, debido a la presencia de restos orgánicos.
- **Calizas:** Esta potente unidad se encuentra ampliamente extendida a lo largo del macizo del monte Buciero. Se trata de un conjunto calizo muy monótono en el campo, lo que impide subdividirle en unidades geológicas menores. En síntesis, la sucesión estratigráfica puede establecerse así:

- Un tramo inferior de unos 90 m. de calcarenitas bioclásticas, grises, localmente algo dolomitizadas y normalmente bien estratificadas y fosilíferas.



Figura 2. Detalle de las calcarenitas dolomitizadas

- Unos 30 m. de margas compactas con intercalaciones de calizas arcillosas y calcarenitas (biopelmicritas arcillosas o limolíticas). El tramo se caracteriza por la presencia de grandes Ostreidos y de Palorbitolina lenticularis.
- Potente tramo de unos 680 m. de calizas y calcarenitas masivas, localmente dolomitizadas, con Rudistas, Corales, Criozoarios, Palorbitolina lenticularis.

Esta unidad constituye la facies rocosa más característica de esta zona, sobre la que se han desarrollado numerosos procesos geológicos. Así los principales relieves montañosos que rodean a los tres sistemas de humedales –Buciero, Montehano, Mijedo o Cinco- Son estructuras calizas con una elevada karstificación, permitiendo la presencia de abundantes cavernas. En algunos sectores estas calizas se presentan intensamente dolomitizadas, lo que ha condicionado su explotación mediante canteras.

1.2.2.2. Cuaternario

Las formaciones superficiales están ligadas al medio sedimentario en el que se depositan, por lo tanto están íntimamente relacionados con la energía del medio y la cuenca de sedimentación.

- **Rellenos antrópicos:** Los rellenos antrópicos son heterogéneos y heterolíticos. En cartografía únicamente se han representado los rellenos de potencia relevante. Se han localizado rellenos poco potentes (menor de 2 metros) en la zona de la estación de bombeo del subfluvial y de unos 2 metros en el puntal de Laredo.
- **Dunas de trasplaya:** Depósitos de arenas eólicas relacionados con las playas del entorno constituyen una zona de dunas de trasplaya.
- **Depósitos de playa:** Depósitos de arenas silíceas finas, que constituyen las playas de Berriá, Santoña y Laredo. En el caso de la playa de Laredo (playa de Salve), la morfología parece indicar que se trata de un flecha litoral construida a partir de los aportes de las corrientes marinas y de la ría de Limpias.

Las arenas dunares y arenas de playa se disponen bordeando la línea de costa presentando en ocasiones espesores de 80 metros, como se puede observar en el

S.E.V.1 realizado en El Puntal. Los espesores de estos materiales son, en todo caso, superiores a 5,0 m, como lo atestigua la cata C-10+000 y los sondeos S-6 y S-7.

- Depósitos de las marismas: Los depósitos de marismas son los que alcanzan más extensión en la región, desarrollándose ampliamente en la ría de Limpias, ente Colindres y Santoña. Como es común en este tipo de depósitos, se caracterizan por sedimentos terrígenos finos, dominando las arcillas, limos, fangos, etc., que por su carácter están afectados por los movimientos de marea, lo que dificulta su delimitación en planta. Los espesores medidos son, en algunos casos, superiores a 15 metros (sondeo S-10).

1.2.3. Tectónica

En esta región los materiales se encuentran suavemente plegados en general, con anticlinales y sinclinales de débil buzamiento, y solamente en la región en que aflora el Keuper diapírico (bahía de Santoña) se pueden observar zonas más intensamente tectonizadas, debidas precisamente a este efecto de salida del material plástico del Keuper que arrastra y moviliza bloques de los sedimentos suprayacentes, dislocándolos.

El factor que quizá tenga más importancia en la región es la tendencia a la movilización de las masas plásticas del Keuper, que aprovechando zonas de debilidad perforan a los materiales más modernos, provocando una intensa tectonización de los mismos.

El ciclo orogénico que, sin duda, más ha afectado e influido en el actual modelado tectónico de la región, es el alpino, siendo sus directrices (NO.-SE., N.NO.-S.SE. y conjugadas) las dominantes en la zona.

La zona de estudio está incluida en la zona estructural denominada Borde Occidental. Se encuentra individualizado del resto por la existencia de la zona de debilidad de Colindres-Ampuero que, en conjunto, representa una falla inversa en relación con el empuje diapírico del Keuper en las fases más intensas de la orogenia alpina, aprovechando una zona de debilidad preexistente que ya se había movido y había jugado en el Cretácico Inferior.

1.2.4. Geomorfología

Las litologías descritas anteriormente están asociadas a unas características formas del relieve. Los materiales calizos más competentes dan lugar a las lomas y montes, las arenas se sitúan en playas y campos de dunas, mientras que los fangos son propios de las llanuras de marea de las rías.

Las laderas están tapizadas por un coluvión arcilloso y los valles con fuerte incidencia cárstica se colmatan con arcilla de descalcificación. Los depósitos aluviales gruesos, que se encuentran cercanos a la zona de influencia del proyecto, se limitan a áreas de meandro fuera del dominio mareal.

Las marismas de Santoña, al igual que el resto de estuarios de la costa cantábrica, se originaron por la elevación del nivel del mar durante la transgresión Flandiense, ocurrida tras la última glaciación. Esto provocó la inundación del valle fluvial creado gracias a la acción erosiva del río Asón.

La zona superficial del monte Buciero constituye un modelado de karst normal, típico de las regiones lluviosas de Europa. Las formas de erosión superficial más comunes son lapiaces y oquedades lo cual implica un paisaje kárstico no muy evolucionado.

1.2.5. Hidrogeología

1.2.5.1. Hidrología

El principal aporte de agua continental lo constituye el río Asón, que da lugar al Estuario del mismo nombre. Su cuenca de drenaje tiene una superficie de 562 Km².

En las marismas de Victoria y Joyel solo existen unos pocos regatos, siendo la descarga del acuífero y las precipitaciones los principales aportes de agua dulce.

En cuanto a la entrada de agua marina, se produce a través de la bocana de San Martín, en el estuario de Santoña, la ría de Quejo en el caso de Joyel, y mediante un pequeño canal e infiltraciones en la marisma Victoria. Este último humedal es el que menor influencia marina tiene en la actualidad, considerándose como una laguna costera muy influida por los aportes dulceacuícolas.

1.2.5.2. Permeabilidad

Las características permeables de los materiales afectados en el trazado de las diferentes obras son cambiantes, ya que encontramos terrenos desde muy permeables a terrenos impermeables, y siempre bajo la condicionante de niveles freáticos muy altos, a causa de la proximidad de las excavaciones a los cruces de las rías o bien a la línea de playa.

➤ Serie terrígena en facies Weald

Esta unidad estratigráfica constituida por areniscas con intercalaciones de estratos limosos representa una serie de permeabilidad variable y anisótropa. Es más permeable en los términos más areniscosos y con menor cementación entre granos que, de esta forma, permite el almacenamiento de agua por porosidad primaria. En general se trata de un material impermeable.

➤ Calizas de Aptiense y Albiense

La matriz caliza es impermeable, sin embargo, a mayor escala si existe permeabilidad secundaria por disolución. Como ya se ha comentado, estos materiales cretácicos están fracturados. Desde el punto de vista estructural, las condiciones óptimas para que la circulación de aguas superficiales disuelva el carbonato cálcico y modele tanto la superficie como el interior del macizo, son la fisuración y la estratificación vertical, que dificulta el escurrimiento superficial y aumenta por tanto el subterráneo.

Es muy frecuente que las grietas se hayan agrandado por disolución, unas con preferencia a otras, de modo que el sistema evoluciona hacia una mayor heterogeneidad y con direcciones preferentes de flujo (elevada anisotropía).

En este material, a escala del macizo rocoso, no cabe hablar de la transmisividad y permeabilidad en sentido estricto, debido a que no se cumple el régimen laminar por las grandes dimensiones de las fisuras.

➤ Dunas de trasplaya y depósitos de playa

Las arenas dunares y depósitos de playa presentan alta permeabilidad y transmisividad, que se ve aumentada por la importante homometría de los granos de arena, lo cual posibilita la existencia de gran cantidad de huecos. En algunos casos, la permeabilidad se ve disminuida por pasadas limosas o un incremento en finos.

➤ Depósitos de marismas

Estos depósitos están constituidos por limos y arcillas lo que hace de ellos un material de permeabilidad y transmisividad muy baja.

A continuación se muestran en la siguiente tabla los datos con la permeabilidad estimada para los diferentes materiales:

UNIDAD GEOLÓGICA	PERMEABILIDAD (Cm/S)
Serie terrígena	$10^{-5} - 10^{-10}$
Calizas de Aptiense – Albiense (matriz rocosa)	10^{-7}
Dunas de trasplaya y depósitos de playa	10^{-3}
Depósitos de marisma	10^{-5}

1.2.5.3. Acuíferos

Los materiales calcáreos del monte Buciero constituyen un acuífero libre kárstico y fisurado, con recarga superficial por precolocación a favor de grietas, fisuras y oquedades.

Los datos aportados por los sondeos que han prospectado la unidad geológica, ponen de manifiesto los procesos cársticos, pero a la vez la presencia de relleno de arcilla y fragmentos calcáreos en las cavidades que taponan el karst, lo que indica la circulación de agua.

De cualquier modo, la proximidad de este acuífero al mar y el hecho de que las mayores masas de calizas susceptibles de contener agua bucen hacia aquél, hace que la descarga mayoritaria sea en el mar.

Por otra parte, se ha constatado que en la zona noreste de Santoña existen pozos de captación particulares que, al parecer, actualmente están en desuso. Es importante destacar la explotación municipal de algunos manantiales en la zona del monte Buciero que, como se comentará más adelante, pueden ser interceptados en la obra.

Por otra parte, el carácter alternante de la serie arcillo-arenosa del Weald hace que estos materiales no sean, en principio, susceptibles de constituir acuíferos importantes.

1.3. RECONOCIMIENTOS GEOTÉCNICOS REALIZADOS

Como se ha comentado anteriormente, para la redacción de este proyecto se cuenta con la información procedente del “Proyecto de terminación de las obras del proyecto de construcción del colector interceptor general Santoña-Laredo-Colindres”. Para realizar dicho proyecto se contó con la información procedente de tres fases de investigación:

- Proyecto de Construcción del tramo Santoña – Laredo.
- Campaña de reconocimiento realizada durante las obras (2007).
- Informe de caracterización geotécnica del terreno para el túnel del subfluvial, elaborada por Soningeo por encargo de CHN en 2009.

La campaña de investigación realizada en el Proyecto de construcción de 2003 basó su investigación en las obras que habían sufrido variaciones respecto a las del Proyecto General de Saneamiento de las Marismas de Santoña. Puesto que el trazado del Túnel del subfluvial coincidía en ambos documentos, no se realizaron nuevos reconocimientos específicos.

Las investigaciones realizadas en el Proyecto General para investigar el túnel son las siguientes:

- 2 sondeos (S-6 y S-7), de 22,5 y 30 m de longitud respectivamente, situados uno a cada lado de la ría. El sondeo S-7 (lado Santoña) se sitúa a unos 35 m del pozo del bombeo, y el sondeo S-6 (lado Laredo) a unos 850 m del bombeo y a 400 m del Pozo de entrada.
- 3 SEV (sondeo eléctrico vertical), 2 de ellos junto a la playa de San Martín, en Santoña, y el tercero en el lado Laredo, a unos 950 m del bombeo.

Durante la ejecución de las obras se realizaron los siguientes reconocimientos:

- 1 Sondeo (S-1) y 4 piezoconos (PZ-1 a PZ-4) en la nueva ubicación del Pozo de entrada del subfluvial.
- 10 sondeos a lo largo de la traza del túnel (S-8 a S-17). Su objetivo era encontrar el contacto roca – arena, por lo que no se tomaron muestras ni se realizaron ensayos geotécnicos.

Por último, la campaña de Caracterización geotécnica realizada en 2009 para la CHN consistió en las siguientes investigaciones:

- 5 sondeos (S-1 a S-5) en la zona de paso bajo la ría, realizados algunos de ellos desde pontona flotante. El objetivo fue nuevamente determinar el perfil de roca, por lo que no se tomaron muestras ni se realizaron ensayos.
- 3 tomografías eléctricas sobre la superficie de agua de la ría.

En los apéndices de este anejo se incluyen los registros de resultados de las diferentes investigaciones realizadas.

La mayor parte de estos reconocimientos tenían el objetivo de detectar el nivel de roca, por lo que apenas se han realizado ensayos sobre ellos. Para caracterizar geotécnicamente los diferentes materiales atravesados se ha utilizado la información disponible en el Proyecto de Construcción, en el que se han utilizado los ensayos de otros reconocimientos realizados con los mismos materiales, aunque en reconocimientos que no se ejecutaron específicamente para la investigación del túnel.

Aunque los valores característicos que se obtienen de estos ensayos son válidos para proyectar las obras, se ha previsto la ejecución de varios sondeos adicionales antes de comenzar las obras con el objetivo de caracterizar con mayor detalle los materiales afectados, especialmente las arenas, lo que permitirá diseñar con mejor información la máquina tuneladora.

1.4. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

1.4.1. Unidad de Caliza kárstica y dolomías

Los sondeos han mostrado un macizo rocoso con signos de karstificación, con fenómenos de disolución y cavidades centimétricas. Se trata de una caliza blanca con algunas fracturas rellenas de calcita. Los valores de RQD registrados varían entre 45% y 80%. El grado de meteorización de la roca es de grado I a II.

De los ensayos de laboratorio de las muestras recogidas en los reconocimientos se han obtenido los siguientes resultados, que caracterizan la matriz rocosa:

- Composición y textura: Los principales componentes mineralógicos de esta roca son la calcita y la dolomita. Posee una textura granoblástica.
- Densidad: La densidad seca de la roca sana oscila entre 2,65 y 2,74 t/m³. Se toma como valor característico 2,70 t/m³.
- Contenido en humedad: El contenido en humedad de las muestras de sondeo ensayadas varía entre 0,1 y 1,0%, se ha tomado 0,5% como un valor significativo.
- Resistencia a la compresión simple: Los ensayos realizados arrojan valores de la resistencia a compresión simple para la roca sana entre 19,5 y 150,8 MPa, estimándose como valor característico 60,00 Mpa.
- Ensayo brasileño. Resistencia a tracción: El ensayo brasileño es una forma indirecta de obtener la resistencia a la tracción de la roca intacta en el laboratorio. Los ensayos realizados arrojan valores de la resistencia a tracción para la matriz rocosa entre 65 y 122 kg/cm², tomándose como valor característico 75 kg/cm².
- Resistencia (parámetros C y Ø): Los diferentes ensayos de compresión triaxial realizados sobre probetas de roca han permitido establecer una cohesión de 9,81 MPa y un ángulo de rozamiento interno de 56,13°, para la matriz rocosa sana.
- Deformabilidad (módulos de deformación elástica estáticos, E y ν): Los ensayos de compresión uniaxial con medida de deformaciones transversales y longitudinales permiten determinar el módulo de Young (E) y el coeficiente de Poisson (ν) de la matriz rocosa. Los valores de E obtenidos oscilan entre 4,4·10⁵ y 8,8·10⁵ Kg/cm², estimándose como valor representativo 5,6·10⁵ Kg/cm². De la misma forma se han obtenido coeficientes de Poisson entre 0,27 y 0,30, siendo el más significativo 0,30.
- Coeficiente F de Schimazek: Determina su abrasividad. Se ha obtenido un valor de 0,02 kg/cm, indicativo de desgaste ligero y facilidad para el corte con rozadora.

Se recogen los resultados en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MATRIZ ROCOSA			
PARÁMETROS	MÍNIMO	MÁXIMO	SIGNIFICATIVO
Humedad (%)	0,10	1,00	0,50
Densidad seca (t/m³)	2,65	2,74	2,70
Resistencia c. Simple (kg/cm²)	19,50	150,80	60,00
Resistencia a tracción (kg/cm²)	65,00	122,00	75,00
Módulo de Young E (kg/cm²)	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$8,8 \cdot 10^{-5}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$
Coefficiente de Poisson	0,27	0,30	0,30
Índice de Schimazek F_{schim} (kp/cm)	0,02	0,02	0,02

1.4.2. Unidad Arenas (U.A.)

La denominada “Unidad Arenas” se sitúa en la zona de playa y de dunas, estando íntimamente asociada a la flecha litoral, la cual se ha sedimentado a partir de los aportes de las corrientes marinas y de la ría de Colindres. Por detrás de esta flecha se sitúan los depósitos de dunas.

En las tablas siguientes se recogen los resultados de los ensayos realizados con anterioridad así como las características generales de estos materiales en condiciones saturadas.

Características generales de la Unidad de Arenas:

Granulometría			Límites de Atterberg			Colapso (%)	Materia orgánica	Clasificación			
			L.L.	L.P.	I.P.			U.S.C.S.	HRB		PG -3
% Grava	% Arena	% Finos	NO PLÁSTICO			0,35-0,40	0,2-0,7	SP – SM	IG	Grupo	TOLERABLE
0,0-1,4	92,0-97,9	2,1-7,7							0	A-3	

Profundidad (m)	D.Seca (t/m³)	D.Húmeda (t/m³)	e₀	Saturación
2.00-2.60	1.19	1.40	0.269	78,8 %
9.00 – 9.60	1.43	1.92	0.959	51.0 %
7.00 – 7.60	1.59	1.98	0.649	60.6 %
> 3.60	1.69	2.09	0.650	60.6 %

- Permeabilidad y nivel freático

Se trata de materiales granulares no plásticos, tal como se desprende de los resultados de los ensayos. La distribución granulométrica es de una arena media cuyos tamaños están comprendidos entre 0,4 mm y 0,15 mm.

El coeficiente de uniformidad medio se sitúa próximo al valor 2, lo que indica que son arenas uniformes y mal graduadas, características típicas de arenas de playa y de depósitos eólicos.

Según la Clasificación Unificada son suelos SP y SP-SM.

La siguiente tabla recoge los parámetros geotécnicos básicos de la Unidad Arenas.

Cota	Compacidad de las arenas	Ángulo de rozamiento	Cohesión C' (t/m ²)
0.0 - 5.0 m	Muy suelta (N30 < 4)	30°	0.0
5.0 - 10.0 m	Suelta (N30 = 7-9)	30 – 35 °	0.0
> 10.0 m	Medianamente compacta (N30 = 13)	30 – 35 °	0.0

1.5. CONCLUSIÓN

Según el estudio geotécnico anteriormente expuesto se puede determinar que el terreno es adecuado para la construcción de la nave objeto del presente proyecto.

ANEJO 2

CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA

ÍNDICE

2. CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA	39
2.1. INTRODUCCIÓN	39
2.2. DATOS DE PARTIDA.....	39
2.3. ACCIONES	39
2.3.1. Peso propio.....	40
2.3.2. Sobrecarga de uso.....	40
2.3.3. Acción del viento	43
2.3.4. Acciones térmicas	48
2.3.5. Sobrecarga de nieve	48
2.4. COMBINACIÓN DE ACCIONES	50
2.5. ESTUDIO DE LA CUBIERTA	53
2.6. ESTUDIO DE LA FACHADA	54
2.7. DIMENSIONAMIENTO MEDIANTE EL PROGRAMA DE CÁLCULO.....	56
2.7.1. Cálculo de las correas	57
2.8. CÁLCULO DEL FORJADO DE LA ENTREPLANTA.....	60
2.8.1. Características del forjado	61
2.8.2. Hipótesis de cálculo	61
2.8.3. Composición del forjado.....	62
2.8.4. Carga del forjado	62
2.9. ESTUDIO CON EL NUEVO METAL 3D	63
2.10. OBTENCIÓN DE RESULTADOS	65
2.10.1. Estudio de resistencia	65
2.10.2. Estados límites últimos de las barras	70
2.11. UNIONES.....	120
2.12. PLACAS DE ANCLAJE	155
2.12.1. Agrupación.....	156

2.12.2. Medición de placas de anclaje y pernos.....	159
2.12.3. Comprobación.....	160
2.13. CIMENTACIÓN.....	169
2.13.1. Agrupación.....	169
2.13.2. Medición de la cimentación.....	172
2.13.3. Comprobación.....	174
2.13.4. Vigas de atado.....	179
2.14. SOLERA.....	183

2.1. INTRODUCCIÓN

Este anejo sirve como justificación de las soluciones adoptadas en el proyecto. Contiene las hipótesis, los criterios y los procedimientos de los cálculos realizados, así como los resultados finales, con la comprobación y el dimensionamiento de los distintos elementos que constituyen la nave.

Lo primero que se presenta son los datos de partida, los elementos empleados y las acciones que actúan sobre la estructura estudiada. Después, se realizará un estudio detallado de la obra. Una vez realizado dicho estudio se procederá al dimensionamiento de la nave con la ayuda del programa de cálculo CYPE, con los programas “Generador de pórticos” y “Nuevo Metal 3D”.

Los cálculos referidos a esta nave serán los referentes a la estructura completa de la nave, la cimentación y la red saneamiento y abastecimiento.

2.2. DATOS DE PARTIDA

A continuación se muestran los datos con los que partimos para el diseño de la nave:

- Nave de estructura metálica
- Longitud: 36 metros
- Anchura (luz): 18 metros
- Altura total: 9,3 metros
- Tipo de cubierta: a dos aguas
- Inclinación de la cubierta: 11º
- Número de pórticos: 7
- Distancia entre pórticos: 6 metros
- Altura de la entreplanta: 3 metros
- Ubicación: Laredo (Cantabria)

2.3. ACCIONES

Se presentan individualmente las acciones que actúan sobre la nave. Los efectos que éstas acciones producen sobre la estructura, en combinación unas con otras, serán las que determinen el tipo de perfil necesario para cada elemento estructural. Todas las acciones, excepto la carga permanente, se conocen desde un principio.

2.3.1. Peso propio

La carga permanente de la estructura está compuesta básicamente por el peso propio de todos los elementos en conjunto.

➤ Cubierta

Para la cubierta se ha escogido un panel sandwich con un peso de 9,3 kg/m². Cambiando las unidades se obtiene un valor de 0,091 Kn/m². Proyectando este valor a la superficie de cubierta:

$$0,091 \cdot \cos 11^\circ = 0,089 \text{ Kn/m}^2$$

A este valor es necesario añadir el peso de las correas. Se ha optado por unas correas para la cubierta con perfil en Z, concretamente, perfil Z-180x3, que tienen un peso de 4,87 kg/m². Cambiando las unidades el valor es de 0,047 Kn/m².

Finalmente sumando los dos valores se obtiene un valor del peso propio de:

$$\text{Peso propio} = 0,136 \text{ Kn/m}^2 \text{ (Cubierta)}$$

➤ Fachada

Para la fachada se ha escogido un panel prefabricado de hormigón con un peso de 11,7 kn/m². Cambiando las unidades el valor es de 0,1147 Kn/m².

$$\text{Peso propio} = 0,1147 \text{ Kn/m}^2 \text{ (Fachada)}$$

2.3.2. Sobrecarga de uso

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

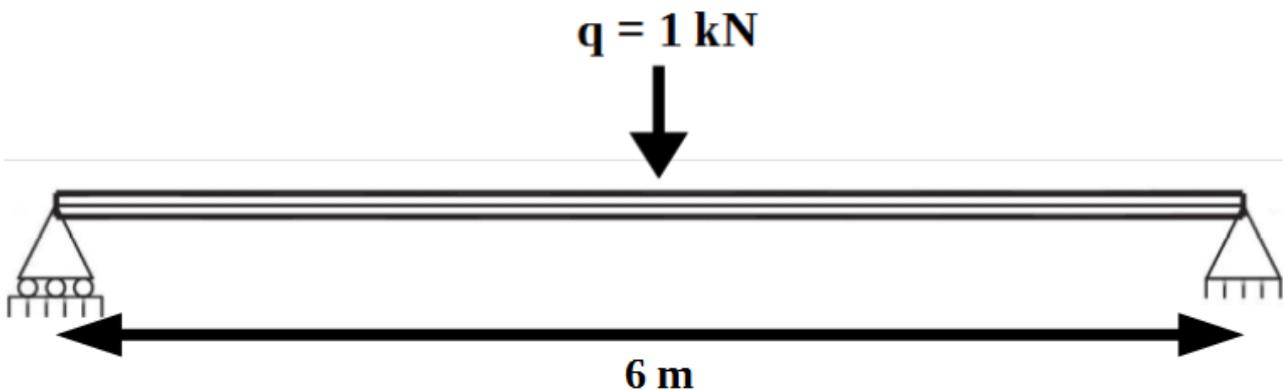
Por lo general, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del mismo como valores característicos se adoptarán los de la tabla 3.1. del DB SE-AE. Dichos valores incluyen tanto los efectos derivados del uso normal, personas, mobiliario, enseres, mercancías habituales, contenido de los conductos, maquinaria y en su caso vehículos, así como las derivadas de la utilización poco habitual, como acumulación de personas, o de mobiliario con ocasión a un traslado.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	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	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Figura 1. Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

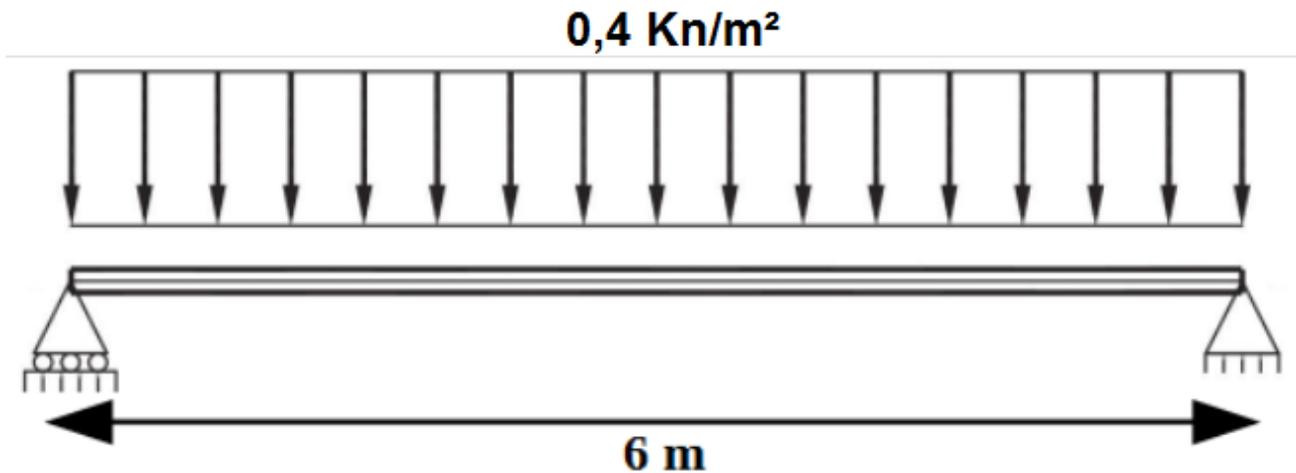
Una vez que tenemos los dos valores que nos corresponden, los de carga puntual y los de carga distribuida, tenemos que calcular cual de las dos cargas es más desfavorable para tomarla como sobrecarga de uso. Para ello, se calculará el momento máximo producido por una y otra carga y compararemos los valores.

- Carga puntual (1kN)



El momento máximo para la carga puntual es de 1,5 kNm.

- Carga distribuida (0,4 kN/m²)



Para obtener el valor de la carga, proyectamos la carga de 0,4 kN/m² a la cubierta de 11° y la multiplicamos por la distancia entre correas, 1,75m.

$$q = 0,4 \cdot \cos 11^\circ \cdot 1,75 = 0,689 \text{ kN/m}$$

Después calculamos el momento máximo para la carga distribuida y nos da un valor de 3,1 kNm.

Observando los resultados de los momentos flectores máximos vemos que el valor del momento flector de carga distribuida es mayor que el de la carga puntual. Entonces, nuestra sobrecarga de uso será el de la carga distribuida.

Ahora vamos a calcular el valor de la sobrecarga de uso que vamos a utilizar para los cálculos de las hipótesis de cálculo. El valor de la sobrecarga de uso por unidad de superficie se da en proyección horizontal y tiene un valor de 0,4 kN/m². Tenemos que trasladar esa carga uniforme a la cubierta en pendiente.

$$q = 0,4 \cdot \cos 11^\circ = \mathbf{0,392 \text{ kN/m}^2}$$

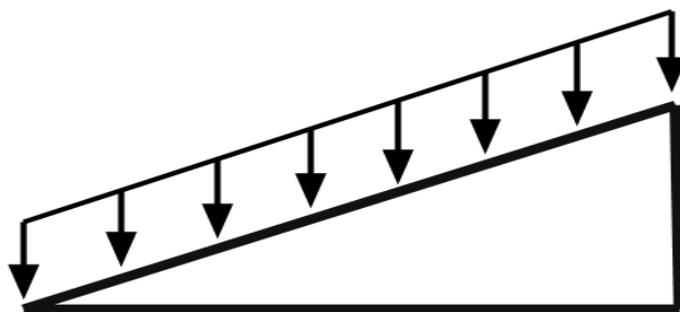


Figura 2. Proyección de la carga distribuida a la pendiente de cubierta

Después obtenemos los valores de las proyecciones perpendicular y paralela a la cubierta:

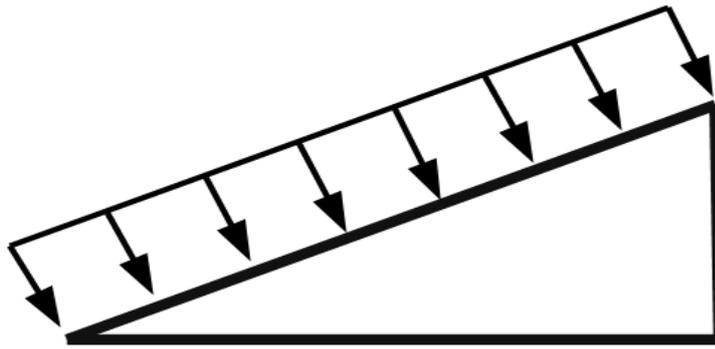


Figura 3. Proyección perpendicular y paralela a la cubierta

$$q = 0,392 \cdot \cos 11^\circ = \mathbf{0,386 \text{ kN/m}^2} \text{ (Proyección perpendicular)}$$

$$q = 0,392 \cdot \sen 11^\circ = \mathbf{0,074 \text{ kN/m}^2} \text{ (Proyección paralela)}$$

Para el cálculo el valor que debemos utilizar tiene que estar distribuida perpendicularmente a la superficie de la cubierta, entonces el valor será de **0,386 kN/m²**.

2.3.3. Acción del viento

La carga del viento es la más influyente de todas las acciones. Esta carga se descompone en dos tipos: viento a succión y viento a presión.

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Siendo:

q_b : la presión dinámica del viento.

C_e : el coeficiente de exposición.

C_p : el coeficiente eólico o de presión.

A continuación vamos a calcular el valor de estos tres parámetros para poder calcular el valor final de la presión del viento tanto a succión como a presión.

➤ En la cubierta

- **Q_b: presión dinámica del viento.**

La presión dinámica del viento se puede obtener en función de la localidad utilizando el mapa de la figura D.1. El valor de la presión dinámica es, respectivamente de 0,42 kN/m², 0,45 kN/m² y 0,52 kN/m² para las zonas A, B y C de dicho mapa.

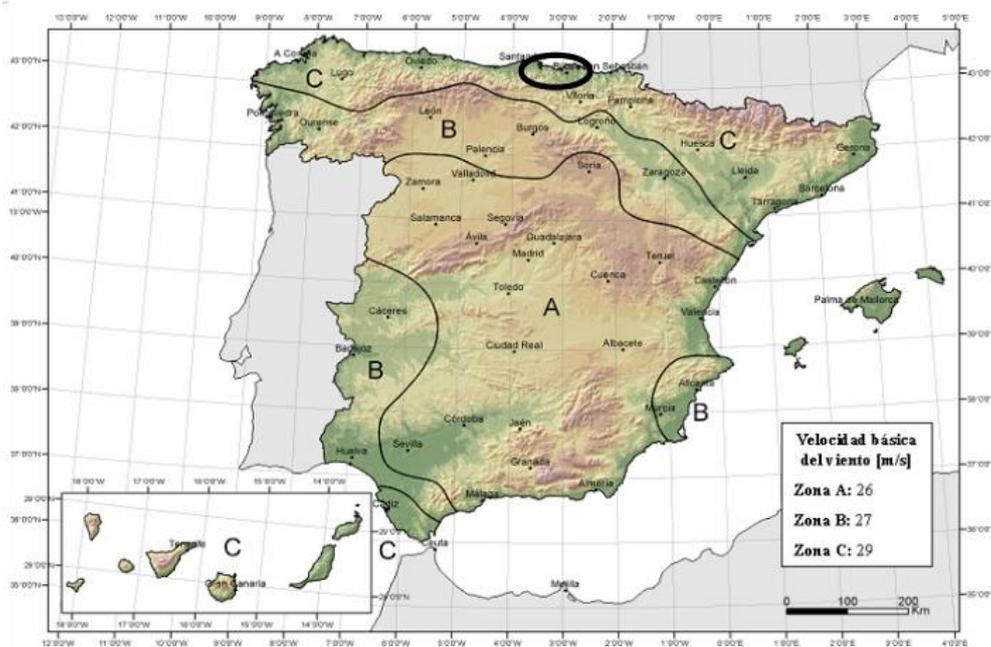


Figura 4. Tabla D.1. Valor básico de la velocidad del viento

Fijándonos en el mapa, Laredo se sitúa al norte en la zona C, con una velocidad del viento de 29 m/s. La presión dinámica de viento es:

$$q_b = 0,52 \text{ kN/m}^2$$

- **C_e**: el coeficiente de exposición.

El coeficiente de exposición varía con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. La altura considerada será la total, que abarca desde el terreno hasta la cumbre. Con este dato y el grado de aspereza vamos a la tabla 3.4.

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Figura 5. Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición

Por lo tanto, nuestro valor del coeficiente de exposición es:

$$C_e = 1,7$$

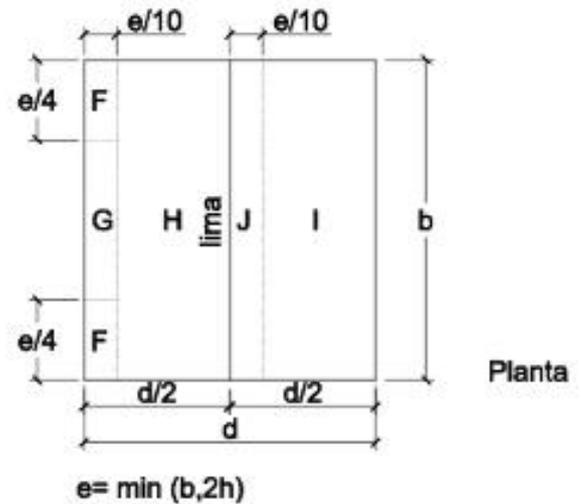
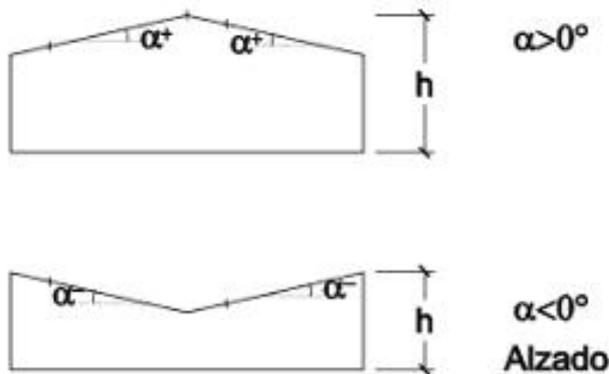
- **C_p: el coeficiente eólico o de presión.**

El coeficiente eólico o de presión depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie. Para el coeficiente de presión se distingue entre viento transversal y viento longitudinal.

- Viento transversal

Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas

a) Dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



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

Figura 6. Tabla D.6 Cubierta a dos aguas

El valor e será:

$$e = \min(b, 2h) = \min(36, 2 \cdot 9,3) = 18,6$$

El área de F será $(1,86 \cdot 4,65) \cdot 2 = 17,30 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$, por lo que todas las áreas son superiores a 10 m^2 . Interpolamos para sacar el valor de todos los coeficientes.

ZONA F	Presión: 0,1
	Succión: - 1,4
ZONA G	Presión: 0,1
	Succión: -1,0
ZONA H	Presión: 0,1
	Succión: -0,4
ZONA I	Presión: -0,2
	Succión: -0,5
ZONA J	Presión: 0,2
	Succión: -0,6

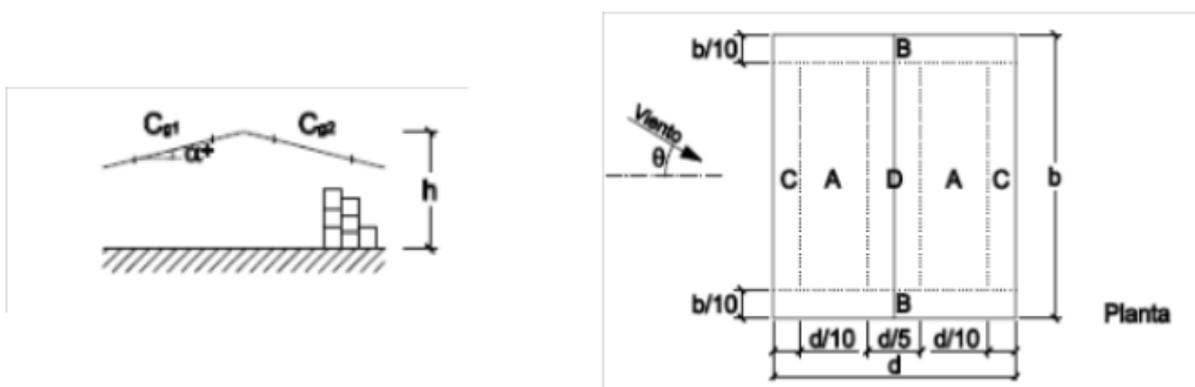
La zona más desfavorable es la zona F, por lo que utilizaremos estos valores para hacer los cálculos:

Presión → $q_e = 0,52 \cdot 1,7 \cdot 0,1 = 0,0884 \text{ kN/m}^2$

Succión → $q_e = 0,52 \cdot 1,7 \cdot (-1,4) = -1,238 \text{ kN/m}^2$

- Viento longitudinal

Utilizamos la tabla D.9. para marquesinas a dos aguas.



Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Coeficientes de presión			
			$C_{p,10}$			
			Zona (según figura)			
			A	B	C	D
10°	Abajo $0 \leq \varphi \leq 1$	0,7	1,8	1,4	0,4	0,4
	Arriba	0	-0,7	-1,5	-1,4	-1,4
	Arriba	1	-1,3	-2,0	-1,8	-1,8

Figura 7. Tabla D.9. Marquesina a dos aguas

Escogemos los valores mayores. Para presión tenemos el valor de 1,8 y para succión el valor de -2,0. Con estos valores ya podemos calcular la acción del viento.

Presión → $q_e = 0,52 \cdot 1,7 \cdot 1,8 = 1,6 \text{ kN/m}^2$

Succión → $q_e = 0,52 \cdot 1,7 \cdot (-2) = -1,768 \text{ kN/m}^2$

Observando los valores, tenemos como resultado que el más desfavorable es la carga del viento longitudinal por lo que éste valor será el que utilizaremos para los cálculos.

➤ **En la fachada**

Para la fachada el valor de la presión dinámica no varía, puesto que se determina en función de la localización del terreno para la construcción de la nave. Por lo que el valor sigue siendo de:

$q_b = 0,52 \text{ kN/m}^2$

El coeficiente de presión se vuelve a calcular puesto que esta vez tomamos como valor de la altura máxima de la fachada 7,5 m. Utilizando otra vez la tabla 3.4. obtenemos un valor del coeficiente de exposición es:

$C_e = 1,58$

Para calcular el coeficiente eólico o de presión utilizaremos esta vez la tabla D.3. Paramentos verticales.

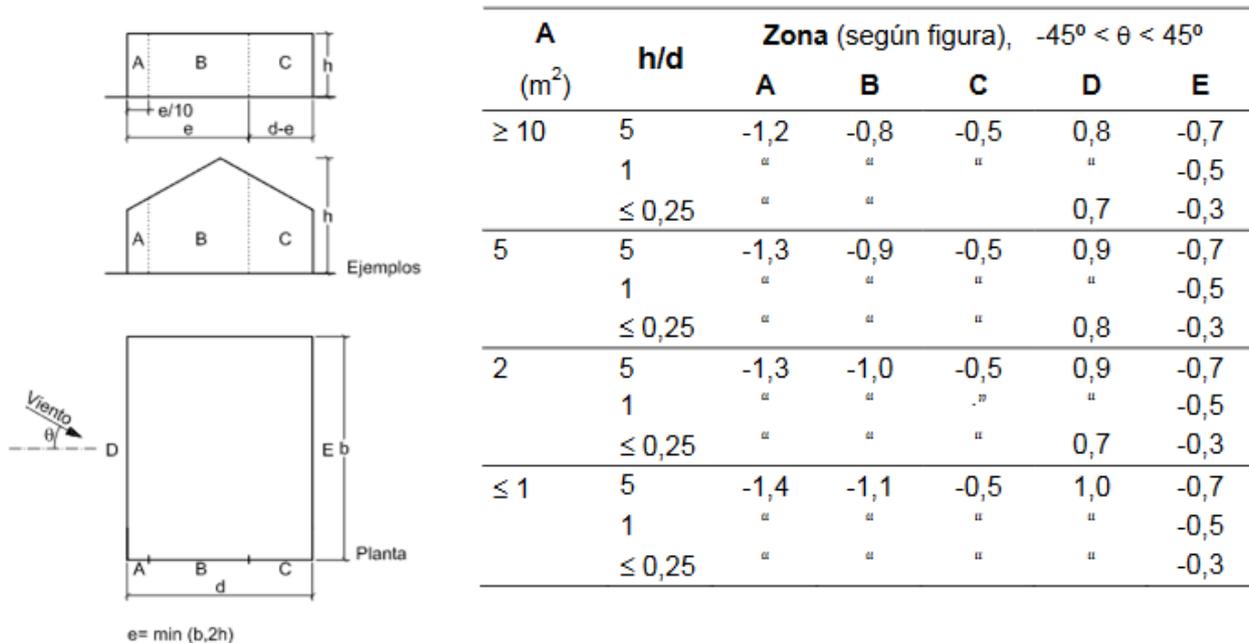


Figura 8. Tabla D.3. Paramentos verticales

La relación h/d es de 7,5 m / 18 m, lo que da un resultado de 0,42. Colocándonos en la fila de área mayor que 10 m² e interpolando, obtenemos nuestros resultados.

A (m ²)	H/d	Zona (Según figura)				
		A	B	C	D	E
>10	1	-1,2	- 0,8	- 0,5	0,8	- 0,5
	0,42	-1,2	- 0,8	- 0,11	0,73	- 0,36
	< 0,25	-1,2	- 0,8	0	0,7	- 0,3

Una vez obtenidos estos valores, obtenemos la acción del viento a presión y a succión. Escogemos los valores mayores. Para presión tenemos el valor de 0,73 y para succión el valor de - 1,2. Con estos valores ya podemos calcular la acción del viento.

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

$$\text{Presión} \rightarrow q_e = 0,52 \cdot 1,58 \cdot 0,73 = 0,60 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Succión} \rightarrow q_e = 0,52 \cdot 1,58 \cdot (-1,2) = - 0,986 \text{ kN/m}^2$$

2.3.4. Acciones térmicas

Los edificios y sus elementos están sometidos a deformaciones y cambios debidos a variaciones de la temperatura ambiente exterior. Las variaciones de temperatura en el edificio conducen a deformarse de todos los elementos constructivos, en particular, los estructurales, que, en los casos en los que estén impedidas, producen tensiones en los elementos afectados. La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de temperatura. En edificios estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 metros de longitud.

En el caso de esta nave, al no disponer de elementos continuos de más de 40 metros de longitud, no es necesario disponer de juntas de dilatación y tampoco se consideran las acciones térmicas.

2.3.5. Sobrecarga de nieve

Al igual que la sobrecarga de uso, la sobrecarga de nieve es una acción variable que está distribuida uniformemente en toda su longitud sobre la cubierta.

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre la cubierta depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma de la cubierta, de los efectos del viento y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores. Para el cálculo de la sobrecarga de nieve en ésta nave se sigue el siguiente procedimiento:

El valor de la carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, para una altitud menor a 1000 m:

$$q_n = \mu \cdot S_K$$

Siendo:

μ : el coeficiente de forma de la cubierta.

S_K : el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.

- Cálculo de μ

El coeficiente de forma tiene el valor de 1 para cubiertas con inclinación menor o igual que 30° y 0 para cubiertas con inclinación de mayor o igual que 60° .

$$\mu = 1$$

- Cálculo de S_K

Para el cálculo del valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal, utilizamos el anejo E del documento básico SE-AE en función de la altitud de Laredo, y de la zona climática invernal.

Laredo tiene una altitud de 5 m sobre el nivel del mar y una zona climática del tipo 1, lo que nos da un valor de S_k de $0,3 \text{ kN/m}^2$.

Obtenemos el valor de la carga de nieve en proyección horizontal:

$$q_n = \mu \cdot S_K = 1 \cdot 0,3 = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

Después trasladamos esa carga horizontal a la cubierta de 11° .

$$Q = 0,3 \cdot \cos 11^\circ = 0,295 \text{ kN/m}^2$$

Por último, hallamos las proyecciones perpendiculares y paralelas a la pendiente.

$$q = 0,295 \cdot \cos 11^\circ = \mathbf{0,2905 \text{ kN/m}^2} \text{ (Proyección perpendicular)}$$

$$q = 0,295 \cdot \sin 11^\circ = \mathbf{0,051 \text{ kN/m}^2} \text{ (Proyección paralela)}$$

Para el cálculo el valor que debemos utilizar tiene que estar distribuida perpendicularmente a la superficie de la cubierta, entonces el valor será de **0,2905 kN/m²**.

2.4. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las acciones que hemos hallado anteriormente se consideran como estados límites últimos. Estos estados son los que de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque constituyen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo. Entonces, los valores de cálculo de las variables, obtenidos a partir de sus valores característicos, u otros valores representativos, se deben multiplicar o dividir por los correspondientes coeficientes parciales para las acciones y la resistencia respectivamente.

En el apartado 4.2.2. del Documento Básico de Seguridad Estructural se reflejan las tres situaciones que se pueden dar en la combinación de acciones.

1. El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

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

Es decir, considerando la acción simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor de cálculo, incluido el pretensado que en este caso no existe.
- Una acción variable cualquiera, en valor de cálculo, debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente.
- El resto de acciones variables, en valor de cálculo de combinación.

2. El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación extraordinaria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Es decir, considerando la acción simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor de cálculo, incluido el pretensado que este caso no existe.

- Una acción accidental cualquiera, en valor de cálculo, debiendo analizarse sucesivamente con cada una de ellas.

- Una acción variable, en valor de cálculo frecuente, debiendo adoptarse como tal, una tras otra sucesivamente en distintos análisis con cada acción accidental considerada.

- El resto de las acciones variables, en valor de cálculo casi permanente.

En situación extraordinaria, todos los coeficientes de seguridad son iguales a cero si su efecto es favorable, o a la unidad si es desfavorable, en los términos anteriores.

3. En los casos en los que la acción accidental será la acción sísmica, todas las acciones variables concomitantes se tendrán en cuenta con su valor casi permanente, según la expresión:

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

Para el caso del cálculo de nuestra nave utilizaremos la hipótesis 1 ya que está basada en casos con cargas persistentes o transitorias como pueden ser: peso propio, viento o nieve.

El segundo caso se basa en situaciones extraordinarias y el tercer caso es para casos de acción accidental, como las acciones sísmicas, por eso estudiamos el primer caso.

Las combinaciones de carga que estudiaremos serán las siguientes:

- (a) Nieve principal + viento a presión
- (b) Nieve principal + viento a succión
- (c) Viento a presión principal + nieve
- (d) Viento a succión principal + nieve

La combinación con la carga de uso principal no hace falta que la hallemos puesto que en ningún caso la sobrecarga de uso actuará a la vez que el viento o la nieve, por lo que no será la más desfavorable. Antes de realizar las operaciones, debemos conocer los coeficientes, para ello nos guiaremos de las tablas 4.1 y 4.2 del Documento Básico SE.

Para la fachada solo actúa la carga del viento:

- **Presión:** $1,35 \cdot 0,1147 + 0,6 \cdot 1,5 = 1,05 \text{ kN/m}^2 < 2,943 \text{ kN/m}^2$ (Cumple)
- **Succión:** $0,8 \cdot 0,1147 + -0,986 \cdot 1,5 = 1,38 \text{ kN/m}^2 < 2,678 \text{ kN/m}^2$ (Cumple)

2.5. ESTUDIO DE LA CUBIERTA

Para la cubierta se ha escogido colocar paneles Sándwich tapajuntas, **ver plano nº6 Cubierta.**

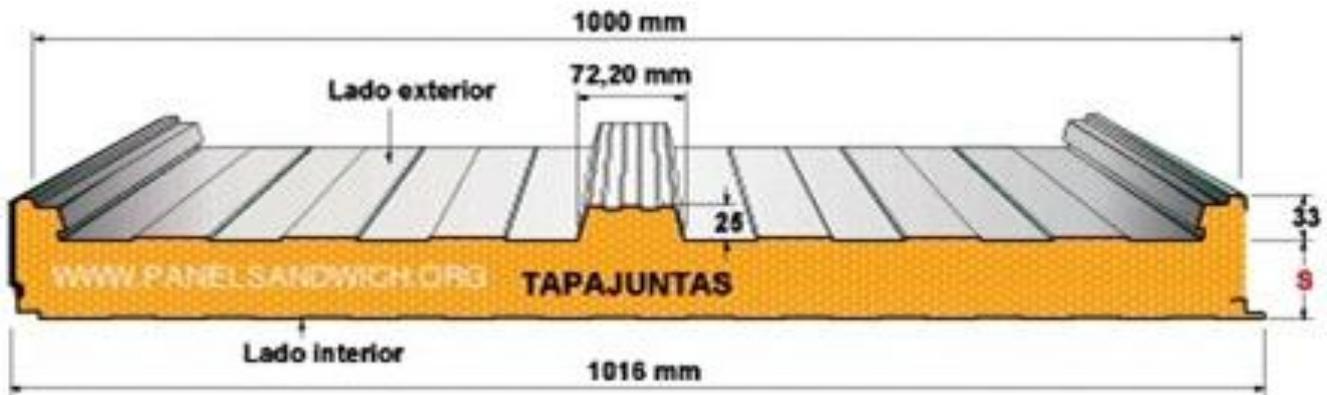


Figura 9. Panel Sándwich Tapajuntas

De entre todos los tipos de cerramientos existentes, este tipo de cerramiento es el más aconsejable para una cubierta de una nave industrial. Además es el cerramiento más utilizado en las cubiertas.

El Panel Sándwich Tapajuntas tiene la cualidad de resistir el viento y comportarse bien ante situaciones adversas de lluvia, humedad y frío. Este panel incorpora en su interior, un núcleo aislante de poliuretano de alta densidad, en torno a 40 kg/m^3 , que proporciona un aislamiento térmico y acústico excelente, tiene un espesor de 30 cm. Esta espuma está protegida por dos chapas de acero galvanizado que previene filtraciones o humedades que puedan dañarla y reducir así el rendimiento de la cubierta para tejados de chapa sándwich. De esta manera, una sencilla instalación garantiza una protección extraordinaria que conserva sus propiedades durante décadas.

Las chapas de acero exterior e interior de 0,6 mm y 0,4 mm de espesor, respectivamente, están formadas por tres grecas conformadas y un perfilado en la zona baja.

Se recomienda que la distancia entre los puntos de apoyo o correas sea de 1,75 metros a 2 metros y que la pendiente sea mayor que el 5%. Por ello, habrá una distancia entre apoyos de 1,75 m para garantizar que sean cinco las correas que se colocan sobre cada faldón de la cubierta.

Panel Sándwich tapajuntas con remate de unión	
Espesor del panel	30 mm
Peso del panel	9,30 kg/m ²
Transmitancia térmica (U)	0,56 Kcal /m ² h°C
Distancia entre apoyos	175 cm
Resistencia	354 kg/m ²

Las sobrecargas admisibles están uniformemente distribuidas en kg/m². Hay que pasarlo a Kn/m² para poder compararlo con los valores que hemos hallado previamente.

$$1 \text{ kg/m}^2 = 0,00981 \text{ Kn/m}^2$$

Resistencia	3,472 kN/m²
--------------------	-------------------------------

2.6. ESTUDIO DE LA FACHADA

Para la elección del cerramiento lateral de la nave se ha escogido un panel sadwich prefabricado de la marca "Arga". Es un elemento aislante, autoportante y estanco utilizado para cerramientos de todo tipo de fachadas. Consta de un perfil exterior completamente liso en acero estructural, pinturarevestimiento y un alma de poliuretano de alta densidad.

"Ver plano n.º 11 Fachadas"

Es un elemento de fachada que, aparte de cubrir el edificio, actúa como elemento estructural que ayuda técnicamente a la nave y mejora las operaciones de fabricación, transporte y montaje en la obra; ello se debe a que son elementos que actúan como un conjunto de pilares, jácena y cerramiento. Cuenta con las siguientes características:

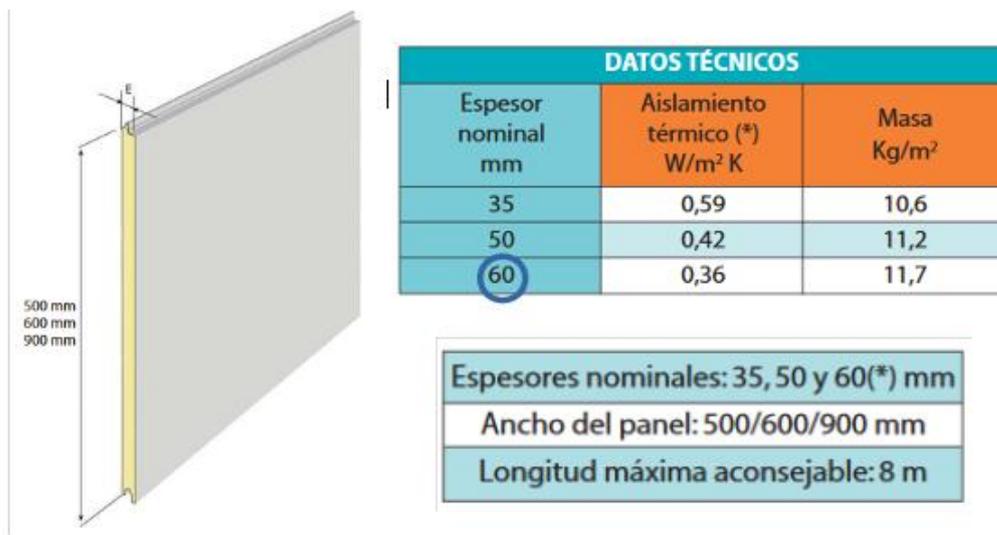


TABLA DE UTILIZACIÓN		AISLAMIENTO TÉRMICO W/m² K	LUCES EN METROS					
SOPORTE	Espesor (mm)		1,5	2	2,5	3	3,5	4
 TRIAPOYADO	35	0,59	212	177	130	95	59	
	40	0,52	242	202	149	109	67	
	50	0,42	265	229	175	126	84	60
	60	0,36	293	252	201	153	112	84

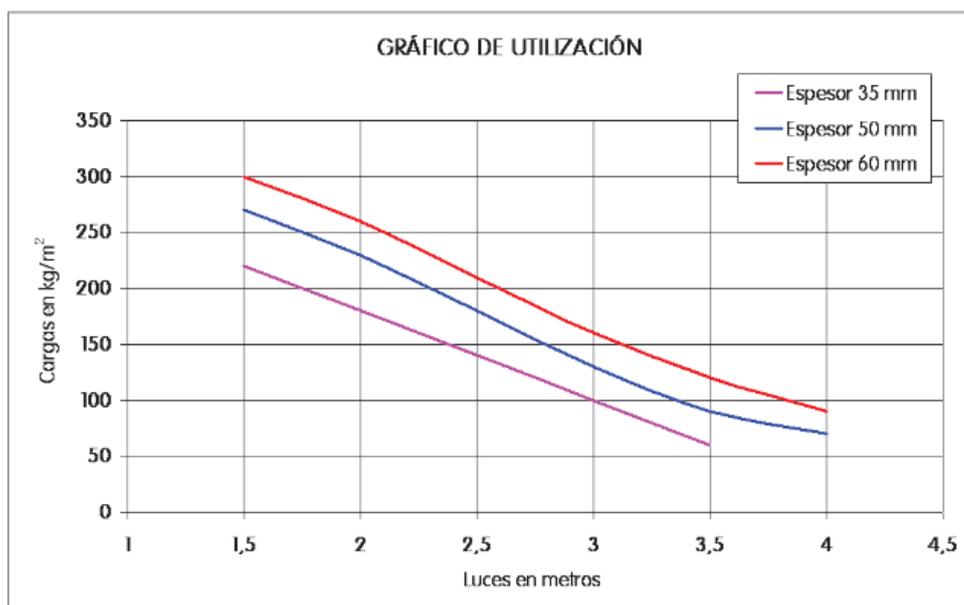


Figura 10. Características Panel prefabricado

Se escoge el panel de 60 mm de espesor ya que es el más utilizado, como se indica en el gráfico. La separación entre correas es de 1,774m. Se obtienen los siguientes datos:

- Peso: 11,7 kg/m² = 0,114 Kn/m2
- Espesor: 60 mm
- Resistencia: 273 kg/m² = 2,678 kN/m²

2.7. DIMENSIONAMIENTO MEDIANTE EL PROGRAMA DE CÁLCULO

Los pórticos y las correas se crean en el Generador de Pórticos del programa CYPE. Una vez determinados los parámetros se exporta la obra al programa Nuevo Metal 3D. En este programa se crean los elementos que faltan. También hay que añadir las cargas generadas por el forjado seleccionado.

Lo primero que hay que hacer es describir los datos del proyecto. Esta nave está compuesta por 7 pórticos separados 6 m uno de otro. Se dispone para la cubierta de un panel sándwich de 9,30 kg/m². Tenemos una sobrecarga de uso de 0,386 Kn/m².

En lo referente a las acciones del viento, no encontramos en una zona eólica tipo C, con una velocidad básica de 29 m/s. El grado de aspereza correspondiente a la estructura es de IV, zona urbana, industrial o forestal. Se estima un periodo de servicio de 50 años.

Se consideran también los huecos de la nave correspondientes a las puertas y ventanas. La nave dispone en la parte delantera de dos puertas de acceso peatonal de 1 x 1,5 m que servirán como entrada a la recepción del gimnasio y al bar respectivamente y en la parte trasera también dispone de una puerta.

Tanto en la parte trasera como la delantera, se disponen de 6 ventanas de 2 x 0,5m, colocadas 3 y 3 a una altura respecto del suelo de 2,2 m y 4,75 m.

En el lateral derecho y en el izquierdo se sitúan 6 ventanas de 2 x 0,5 m a una altura de 4,75 m y dos de 1 x 0,5 a 2,2 m del suelo. En el lateral izquierdo también se colocará una puerta de acceso peatonal de 1 x 1,5 m.

La carga de nieve depende de la altura topográfica de la nave, así como de la zona del clima invernal. Esta nave está en la Zona 1. por otra parte, se sitúa en una zona de exposición al viento normal.

El programa considera entonces los siguientes datos de partida:

- Número de pórticos: 7
- Separación entre pórticos: 6 m.
- Peso del cerramiento: 9,3 kg/m².
- Zona eólica: tipo C.
- Grado de aspereza: IV.
- Zona urbana, industrial o forestal.
- Periodo de servicio: 50 años.
- Zona de clima invernal: zona 1.

- Altitud topográfica: 5 m.
- Exposición al viento: normal.

El tipo de acero utilizado para la construcción de toda la nave es de S-275, con un límite elástico de 275 Mpa y un módulo de elasticidad e 206 Gpa.

2.7.1. Cálculo de las correas

Para determinar las correas hay que definir una serie de datos iniciales adicionales. Según el Documento Básico de Seguridad Estructural en el artículo 4.3.3.1 correspondiente a flechas, la flecha relativa es del tipo c).

- a) 1/500 en pisos con tabique frágiles (como los de gran formato, rasillones o placas) o pavimentos rígidos sin juntas.
- b) 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas.
- c) 1/300 en el resto de los casos.

Se plantean unas correas para la cubierta con un tipo de perfil conformados en Z dispuestos cada 1,774 m. Tras un pequeño análisis el programa ofrece un listado de perfiles admisibles con su correspondiente porcentaje de aprovechamiento y peso. En este caso se ha optado por la correa que menos peso tiene, por razones económicas. Optando de esta manera por la siguiente solución:

Datos de correas de cubierta		Comprobación de resistencia			
Descripción de correas	Parámetros de cálculo				
Tipo de perfil: ZF-180x3.0	Límite flecha: L / 300	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Comprobación de resistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.</td> </tr> <tr> <td>Aprovechamiento: 69.31 %</td> </tr> </tbody> </table>	Comprobación de resistencia	El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.	Aprovechamiento: 69.31 %
Comprobación de resistencia					
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.					
Aprovechamiento: 69.31 %					
Separación: 1.77 m	Número de vanos: Tres vanos				
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación rígida				

Barra pésima en cubierta

Perfil: ZF-180x3.0 Material: S275												
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas										
		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)			
0.876, 36.000, 8.127 0.876, 30.000, 8.127	6.000	9.30	435.88	56.77	-113.98	0.28	1.44	2.69	15.5			
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.												
		Pandeo				Pandeo lateral						
		Plano XY		Plano XZ		Ala sup.		Ala inf.				
β		0.00		1.00		0.00		0.00				
L _K		0.000		6.000		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												

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	$M_y M_z$	V_y	V_z	$N_t M_y M_z$	$N_c M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t N M_y M_z V_y V_z$		
pésima en cubierta	$b / t \leq (b / t)_{Máx.}$ Cumple	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 6 m $\eta = 69.3$	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	x: 6 m $\eta = 10.7$	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(10)	CUMPLE $\eta = 69.3$	
<p>Notación:</p> <p>b / t: Relación anchura / espesor $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión. Eje Y M_z: Resistencia a flexión. Eje Z $M_y M_z$: Resistencia a flexión biaxial V_y: Resistencia a corte Y V_z: Resistencia a corte Z $N_t M_y M_z$: Resistencia a tracción y flexión $N_c M_y M_z$: Resistencia a compresión y flexión $N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a cortante, axil y flexión $M_t N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (5) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. (6) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (7) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (8) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (10) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>															

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c_1 / b_1 \leq 0.6$$

$$c_1 / b_1: \underline{0.292}$$

$$0.2 \leq c_2 / b_2 \leq 0.6$$

$$c_2 / b_2: \underline{0.268}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h: \underline{168.00} \text{ mm}$$

b₁: Ancho del ala superior.

$$b_1: \underline{48.00} \text{ mm}$$

c₁: Altura del rigidizador del ala superior.

$$c_1: \underline{14.00} \text{ mm}$$

b₂: Ancho del ala inferior.

$$b_2: \underline{41.00} \text{ mm}$$

c₂: Altura del rigidizador del ala inferior.

$$c_2: \underline{11.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t: \underline{3.00} \text{ mm}$$

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

Resistencia a flexión. Eje Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión biaxial (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta: \underline{0.107} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.876, 30.000, 8.127, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.05*Q + 1.50*N(R) 2.

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

$$V_{Ed}: \underline{0.870} \text{ t}$$

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

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

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

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

Resistencia a flexión. Eje Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.693} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t-m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.876, 30.000, 8.127, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.05 \cdot Q + 1.50 \cdot N(R) 2$.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^- : \underline{0.870} \text{ t-m}$$

La resistencia de cálculo a flexión $M_{c,Rd}$ viene dada por:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{1.255} \text{ t-m}$$

Donde:

W_{el} : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$$W_{el} : \underline{47.03} \text{ cm}^3$$

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

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

$$V_{b,Rd} = \frac{h_w \cdot t \cdot f_{bv}}{\sin \phi \cdot \gamma_{M0}}$$

$$V_{b,Rd} : \underline{8.100} \text{ t}$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{174.36} \text{ mm}$$

t : Espesor.

$$t : \underline{3.00} \text{ mm}$$

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$\phi : \underline{90.0} \text{ grados}$$

f_{bv} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$f_{bv} : \underline{1625.89} \text{ kp/cm}^2$$

$$\bar{\lambda}_w \leq 0.83 \rightarrow f_{bv} = 0.58 \cdot f_{yb}$$

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w : \underline{0.73}$$

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}}$$

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140672.78} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

Resistencia a tracción y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a compresión y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante, axil y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

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

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.	
Porcentajes de aprovechamiento:	
- Flecha: 90.53 %	

Coordenadas del nudo inicial: 0.876, 24.000, 8.127

Coordenadas del nudo final: 0.876, 18.000, 8.127

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G_1 + 1.00 \cdot G_2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(EI)$ a una distancia 3.000 m del origen en el tercer vano de la correa.

($I_y = 436 \text{ cm}^4$) ($I_z = 57 \text{ cm}^4$)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kg/m ²
Correas de cubierta	12	87.63	4.87

2.8. CÁLCULO DEL FORJADO DE LA ENTREPLANTA

El forjado es un elemento estructural que forma parte de la estructura horizontal de las diferentes plantas de un edificio, siendo capaz de solidarizar horizontalmente los diversos elementos estructurales, permitiendo no solo transmitir cargas verticales sino también horizontales.

El forjado que se utilizará para la edificación de la zona de oficinas será un forjado prefabricado Cofradal 200. **Ver plano n.º 23 Forjado.**

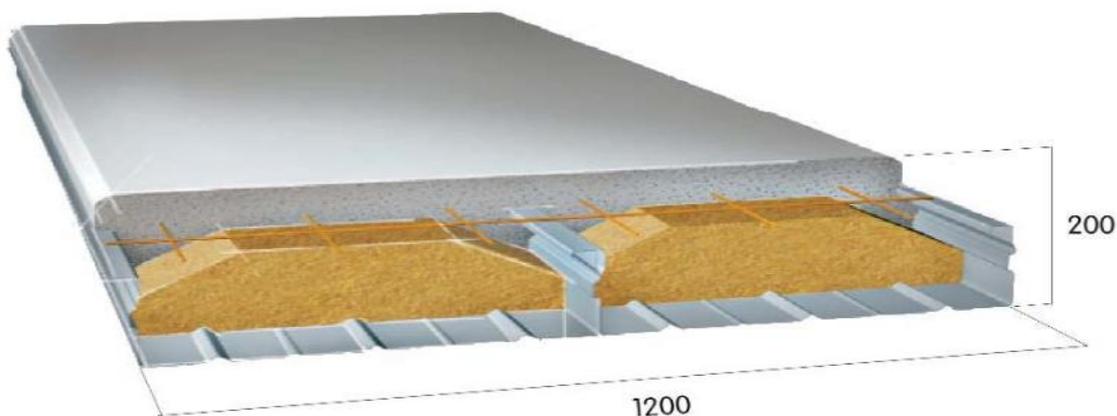


Figura 11. Forjado prefabricado Cofradal 200

2.8.1. Características del forjado

El forjado mixto Cofradal 200 combina acero, lana de roca y hormigón permitiendo así obtener resultados óptimos tanto térmicos como acústicos. El sistema de entrega “listo para entregar” permite un ahorro de tiempo considerable.

Su comportamiento al verse sometido al ensayo de resistencia al fuego, en donde soporta una pantalla de fuego, es excelente, resultando ser un cortafuegos muy efectivo. Cofradal 200 es dos o tres veces más ligero que las clásicas baldosas de hormigón, permite salvar grandes luces (7 m) y disminuye considerablemente el coste de la estructura del edificio. Cofradal 200 es adecuado para el uso diario de suelos de pisos de edificios de tipo terciario, residencial o industrial. Las sobrecargas de uso pueden ser de tipo débil, medio o fuerte.

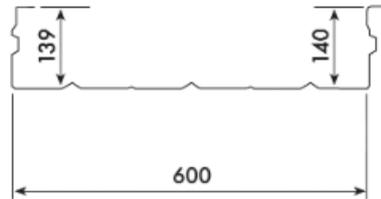
2.8.2. Composición del forjado

El sistema COFRADAL 200 está compuesto por un perfil metálico, cuya forma permite el encaje de los módulos entre sí. La lana de roca asegura la función de encofrado de la losa de hormigón y le confiere aislamiento térmico, acústico y colabora en la protección contra incendios. Existe también un mallazo soldado que asegura una perfecta conexión entre el perfil y el hormigón.

El hormigón tiene una resistencia mínima de 30 Mpa. Las juntas de los paneles se rellenan en obra con un mortero de retracción controlado. Dentro de cofradal hay dos versiones, la prefabricada y el cofradal PAC “listo para verter” donde se suministra el sistema sin el hormigón, el cual se hormigona in situ.

2.8.3. Características técnicas

CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL									
Espesor nominal del perfil	Masa por m ² útil	Sección activa del acero	Inercia propia del perfil	Posición fibra neutra	Módulo de inercia	Límite elástico Fe mín.	Límite de rotura Rm	Alargamiento Re	Módulo de elasticidad Ea
mm	daN/m ²	cm ² /ml	cm ⁴ /ml	cm	cm ³ /ml	N/mm ²	N/mm ²	%	N/mm ²
1.0	12.47	15.80	541,33	2.22	175.72	320	390	17	210000



CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA COFRADAL 200							
Espesor nominal del perfil	Peso del forjado	Posición del eje neutro Vs m=Ea/Eb=7	Posición del eje neutro Vs m=Ea/Eb=15	Posición del eje neutro Vs m=Ea/Eb=21	Inercia mixta m=Ea/Eb=7	Inercia mixta m=Ea/Eb=15	Inercia mixta m=Ea/Eb=21
mm	daN/m ²	cm	cm	cm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴
1.0	200.00	5.15	6.95	7.85	3497	2848	2526

MATERIA DE BASE		NORMATIVA
Tipo de acero	S 320 GD	EN 10326
Espesor de acero	1.0 mm	EN 10143
Tipo de protección	Galvanizado Z275	EN 10326
	Galvanizado-Prelacado	EN 10169-1
Prelacado	Consultar	
Homologación	ETN Qualiconsult N° 0712003ETN100 Avis Technique CSTB N° 3/04-422	

Figura 12. Características técnicas del forjado

2.8.4. Carga del forjado

Es necesario describir las cargas que van a afectar al forjado, incluyendo cargas superficiales uniformemente distribuidas, lineales, puntuales t hasta las cargas dinámicas (definidas por su frecuencia) y sísmicas (definidas por su componente de fuerza horizontal).

La carga permanente del forjado es de 200 daN/m² lo que equivale a 2 Kn/m². Por otro lado, la carga variable la cogemos del Documento Básico de SE- en la página 5. Consideramos la carga variable de 3 Kn/m².

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	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 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁸⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Figura 13. Sobrecarga de uso en el forjado

2.9. ESTUDIO CON EL NUEVO METAL 3D

Toda la estructura de la nave se ha calculado mediante el programa Nuevo Metal 3D de CYPE. Primero se han introducido los datos generales en el generador de pórticos, las cargas y los pórticos. El programa genera la estructura pero después debemos generar los arriostramientos, las vigas de atado y la estructura de la entreplanta para los vestuarios. Una vez que la estructura está completa hay que comprobar todos los parámetros. Los perfiles de las barras primero se estiman y después de calcular la estructura se cambian para un mayor aprovechamiento.

➤ Cargas

En el generador de pórticos hemos introducido todas las cargas calculadas en base al código técnico DB-SE Acciones en la Edificación. En el nuevo metal 3D solo debemos añadir las cargas del forjado.

➤ Coeficientes de empotramiento

Es necesario arriostrar las barras entre los pórticos. Las vigas de los extremos del pórtico que contienen el forjado estarán empotradas en los pilares exteriores y articuladas

en los interiores, es decir, tendrá coeficiente de empotramiento 0 en el origen y 1 en el extremo.

➤ **Pandeo**

El pandeo es un fenómeno llamado inestabilidad elástica que puede darse en elementos comprimidos esbeltos, y que se manifiesta por la aparición de desplazamientos importantes transversales a la dirección principal de compresión. El fenómeno aparece principalmente en pilares y columnas, y se traduce en la aparición de una flexión adicional en el pilar cuando se halla sometido a la acción de esfuerzos axiales de cierta importancia.

El coeficiente de pandeo es un valor mayor o igual que 0 también llamado longitud de pandeo. Esta longitud es la distancia que hay entre dos puntos de inflexión consecutivos en la deformada de la barra para ese plano de pandeo. Al principio no se sabe que barras trabajarán a compresión por lo que se asignarán coeficientes de pandeo a todas las barras. Hay que considerar que las Cruces de San Andrés, son tirantes que trabajan a tracción por lo que no se les asignará coeficiente de pandeo.

Para la asignación de los coeficientes de pandeos, los ejes son locales para cada barra. Entonces, el plano débil de las barras XY es el paralelo a las alas que equidistan de ellas, es decir, que pasa por su eje de gravedad. Por otro lado el plano fuerte XZ coincide con el plano del alma de la pieza.

➤ **Flechas**

Según el Documento Básico de Seguridad Estructural en el artículo 4.3.3.1 correspondiente a flechas, cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:

- a) 1/500 en pisos con tabique frágiles (como los de gran formato, rasillones o placas) o pavimentos rígidos sin juntas.
- b) 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas.
- c) 1/300 en el resto de los casos.

Cuando se considere el confort de los usuarios, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas,

ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa es menor que 1/350.

Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha permanente es menor que 1/300.

Las condiciones anteriores deben verificarse entre dos puntos cualesquiera de la planta, tomando como luz el doble de la distancia entre ellos. En general, será suficiente realizar dicha comprobación en dos direcciones ortogonales.

En los casos en los que los elementos dañables (por ejemplo tabiques, pavimentos) reaccionan de manera sensible frente a las deformaciones (flechas o desplazamientos horizontales) de la estructura portante, además de la limitación de las deformaciones se adoptarán medidas constructivas apropiadas para evitar daños. Estas medidas resultan particularmente indicadas si dichos elementos tienen un comportamiento frágil.

Para esta nave se tomará como flecha máxima admisible 1/300.

2.10. OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Una vez se han introducido y analizado todos los datos en el programa, éste nos calcula una serie de resultados y datos con los estudios de las barras y nudos de la estructura. A continuación se mostrarán los resultados más relevantes.

2.10.1. Estudio de resistencia

Primero aclararemos las referencias que nos aporta CYPE y en que unidades:

- N: Esfuerzo axial (t)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra (t)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra (t)
- Mt: Momento torsor (t·m)
- My: Momento flector en el plano XZ (giro de la sección respecto al eje local Y de la barra) (t·m)
- My: Momento flector en el plano XY (giro de la sección respecto al eje local Z de la barra) (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección. Origen de los esfuerzos pésimos:

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

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

Comprobación de resistencia a temperatura ambiente										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N1/N87	50.21	0.000	-1.740	-0.006	2.224	0.000	4.629	-0.016	GV	Cumple
N87/N2	15.33	0.165	0.199	-0.025	-0.407	0.001	-1.313	-0.034	GV	Cumple
N3/N88	49.63	0.000	-1.599	-0.003	-2.222	0.000	-4.615	-0.008	GV	Cumple
N88/N4	15.11	0.165	0.212	-0.022	0.408	-0.001	1.311	-0.030	GV	Cumple
N2/N39	29.94	0.123	-0.749	0.001	-0.737	0.000	-1.258	-0.001	GV	Cumple
N39/N5	20.62	4.532	2.007	0.005	-0.876	0.000	0.695	-0.017	GV	Cumple
N4/N41	30.11	0.123	-0.751	-0.001	-0.739	0.000	-1.265	0.001	GV	Cumple
N41/N5	20.62	4.532	2.007	-0.005	-0.876	0.000	0.695	0.017	GV	Cumple
N6/N53	55.51	0.000	-6.778	0.028	-5.660	-0.001	-23.505	0.080	GV	Cumple
N53/N7	41.03	1.138	-6.518	0.048	-5.048	-0.001	16.902	0.100	GV	Cumple
N8/N57	55.70	0.000	-6.868	0.035	5.657	0.001	23.488	0.102	GV	Cumple
N57/N9	40.87	1.138	-6.553	0.209	5.045	0.001	-16.898	-0.089	GV	Cumple
N7/N43	63.89	0.230	-6.254	-0.006	-4.765	0.001	-16.806	-0.023	GV	Cumple
N43/N10	37.81	2.065	-4.459	-0.001	0.063	0.001	4.332	0.001	GV	Cumple
N9/N48	63.87	0.230	-6.250	0.007	-4.764	-0.001	-16.801	0.029	GV	Cumple
N48/N10	37.83	2.065	-4.460	0.003	0.064	-0.001	4.334	0.002	GV	Cumple
N11/N54	48.13	0.000	-5.714	0.004	-5.017	0.000	-20.581	0.029	GV	Cumple
N54/N12	36.49	1.138	-5.953	0.002	-4.583	0.000	15.478	0.001	GV	Cumple
N13/N58	48.16	0.000	-5.706	0.004	5.017	0.000	20.582	0.032	GV	Cumple
N58/N14	36.49	1.138	-5.946	0.003	4.583	0.000	-15.478	0.001	GV	Cumple
N12/N44	58.32	0.230	-5.705	0.000	-4.482	0.000	-15.343	0.000	GV	Cumple

N44/N15	34.96	2.753	-4.626	0.000	0.056	0.000	3.952	0.000	GV	Cumple
N14/N49	58.32	0.230	-5.705	0.000	-4.482	0.000	-15.343	0.000	GV	Cumple
N49/N15	34.96	2.753	-4.626	0.000	0.056	0.000	3.952	0.000	GV	Cumple
N16/N55	47.94	0.000	-5.732	-0.005	-5.016	0.000	-20.575	0.007	GV	Cumple
N55/N17	37.03	1.138	-5.975	-0.009	-4.582	0.000	15.475	0.052	GV	Cumple
N18/N59	47.98	0.000	-5.732	-0.004	5.016	0.000	20.576	0.012	GV	Cumple
N59/N19	36.97	1.138	-5.974	-0.007	4.582	0.000	-15.475	0.048	GV	Cumple
N17/N45	58.31	0.230	-5.707	0.000	-4.481	0.000	-15.339	0.001	GV	Cumple
N45/N20	34.96	2.753	-4.629	0.000	0.056	0.000	3.951	0.000	GV	Cumple
N19/N50	58.31	0.230	-5.707	0.000	-4.481	0.000	-15.339	-0.001	GV	Cumple
N50/N20	34.96	2.753	-4.629	0.000	0.056	0.000	3.951	0.000	GV	Cumple
N21/N56	48.11	0.000	-5.717	0.004	-5.016	0.000	-20.573	0.029	GV	Cumple
N56/N22	36.49	1.138	-5.956	0.002	-4.581	0.000	15.475	0.001	GV	Cumple
N23/N60	48.14	0.000	-5.718	0.004	5.016	0.000	20.572	0.032	GV	Cumple
N60/N24	36.49	1.138	-5.957	0.003	4.581	0.000	-15.475	0.001	GV	Cumple
N22/N46	58.31	0.230	-5.707	0.000	-4.481	0.000	-15.339	0.000	GV	Cumple
N46/N25	34.96	2.753	-4.629	0.000	0.056	0.000	3.951	0.000	GV	Cumple
N24/N51	58.31	0.230	-5.707	0.000	-4.481	0.000	-15.338	0.000	GV	Cumple
N51/N25	34.96	2.753	-4.629	0.000	0.056	0.000	3.951	0.000	GV	Cumple
N26/N67	49.04	2.865	-15.771	-0.928	-0.962	0.000	0.952	1.743	G	Cumple
N67/N69	60.78	0.135	-7.216	-1.943	-1.118	0.000	-1.171	-2.551	G	Cumple
N69/N27	22.52	0.111	-2.305	-0.505	-0.102	-0.001	-0.527	-0.954	GV	Cumple
N28/N71	24.61	0.000	-8.824	0.095	-3.476	0.010	-8.588	0.174	GV	Cumple

N71/N73	37.66	2.390	-6.927	-1.351	1.377	-0.020	-0.381	1.558	G	Cumple
N73/N29	23.65	0.110	-1.668	-0.562	0.664	0.000	0.149	-1.062	G	Cumple
N27/N47	13.53	0.230	-1.711	0.001	-1.765	0.000	-3.559	-0.001	GV	Cumple
N47/N30	14.70	4.520	3.392	-0.001	-1.946	0.000	1.522	0.004	GV	Cumple
N29/N52	12.53	4.589	-1.201	0.001	2.126	0.000	-1.466	-0.005	GV	Cumple
N52/N30	14.67	4.520	3.368	0.001	-1.949	0.000	1.520	-0.004	GV	Cumple
N5/N10	1.53	3.055	-0.293	0.000	0.000	0.000	0.288	0.000	GV	Cumple
N30/N35	1.64	3.000	-0.570	0.000	0.000	0.000	0.272	0.000	GV	Cumple
N36/N39	7.79	8.308	-2.107	0.009	0.003	0.000	-0.022	-0.080	GV	Cumple
N38/N41	7.74	8.308	-2.105	-0.009	0.003	0.000	-0.022	0.079	GV	Cumple
N37/N5	5.56	9.197	-1.132	0.007	0.003	0.000	-0.028	-0.061	GV	Cumple
N47/N40	3.01	3.000	-0.777	0.000	0.000	0.000	0.267	0.053	GV	Cumple
N52/N42	3.02	3.000	-0.789	0.000	0.000	0.000	0.267	-0.053	GV	Cumple
N41/N48	2.86	3.055	-0.295	0.000	0.000	0.000	0.282	-0.056	GV	Cumple
N39/N43	2.86	3.055	-0.296	0.000	0.000	0.000	0.282	0.056	GV	Cumple
N2/N43	27.32	0.000	0.367	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N43/N5	27.62	0.000	0.371	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N48/N5	27.92	0.000	0.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N4/N48	26.66	0.000	0.358	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N9/N41	26.23	0.000	0.352	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N41/N10	27.23	0.000	0.365	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N39/N10	27.27	0.000	0.366	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple

N7/N39	26.84	0.000	0.360	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N32/N47	10.95	0.000	0.147	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N47/N35	15.09	0.000	0.202	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N52/N35	11.75	0.000	0.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N34/N52	10.10	0.000	0.136	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N29/N42	13.73	0.000	0.184	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N42/N30	16.65	0.000	0.223	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N40/N30	12.26	0.000	0.165	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N27/N40	11.94	0.000	0.160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N7/N12	4.09	0.095	-0.051	0.004	-0.086	0.000	-0.068	0.023	GV	Cumple
N12/N17	2.75	3.000	-0.084	0.000	0.000	0.000	0.114	0.000	GV	Cumple
N17/N22	2.32	3.417	-0.089	0.000	0.003	0.000	0.092	-0.001	GV	Cumple
N22/N27	2.76	3.000	-0.085	0.000	0.000	0.000	0.114	0.000	GV	Cumple
N27/N32	1.82	3.000	-0.664	0.000	0.000	0.000	0.299	0.000	GV	Cumple
N2/N7	1.58	3.000	-0.284	0.000	0.000	0.000	0.299	0.000	GV	Cumple
N9/N14	4.89	0.095	0.026	-0.004	-0.093	0.000	-0.109	-0.022	GV	Cumple
N14/N19	2.91	3.000	0.218	0.000	0.000	0.000	0.114	0.000	GV	Cumple
N19/N24	2.34	3.417	0.191	0.000	0.002	0.000	0.090	0.000	G	Cumple
N24/N29	2.88	3.000	0.198	0.000	0.000	0.000	0.114	0.000	GV	Cumple
N29/N34	1.84	3.000	-0.684	0.000	0.000	0.000	0.299	0.000	GV	Cumple
N4/N9	2.20	5.905	-0.287	-0.004	0.247	0.000	-0.303	0.025	GV	Cumple
N32/N40	10.13	0.230	-1.309	0.000	-1.191	0.000	-2.665	0.001	GV	Cumple
N40/N35	9.51	4.520	2.088	0.002	-1.243	0.000	0.969	-0.008	GV	Cumple
N34/N42	8.69	0.230	-1.273	0.001	-1.089	0.000	-2.287	-0.001	GV	Cumple
N42/N35	9.51	4.520	2.105	-0.003	-1.248	0.000	0.967	0.008	GV	Cumple

N33/N72	51.86	2.865	-20.104	0.937	1.034	0.016	-2.838	-1.576	G	Cumple
N72/N74	35.87	2.390	-6.412	1.356	1.236	-0.020	-0.398	-1.487	G	Cumple
N74/N34	22.61	0.110	-1.308	0.541	0.496	-0.001	0.143	1.022	G	Cumple
N31/N68	49.01	2.865	-15.569	0.942	-0.840	0.000	0.825	-1.759	G	Cumple
N68/N70	61.21	0.135	-6.997	1.954	-1.132	0.000	-1.296	2.565	G	Cumple
N70/N32	20.98	0.110	-1.393	0.494	-0.477	0.000	0.229	0.934	G	Cumple
N62/N75	54.35	2.865	-27.396	-0.012	-1.349	0.000	3.866	0.034	G	Cumple
N75/N81	61.95	0.135	-10.935	-0.092	-4.574	0.000	-6.328	-0.105	G	Cumple
N81/N40	18.34	0.110	-0.633	-0.096	-0.647	0.000	-1.779	-0.105	GV	Cumple
N61/N78	54.25	2.865	-27.697	-0.013	1.330	0.000	-3.812	0.037	G	Cumple
N78/N84	62.01	0.135	-11.271	-0.092	4.558	0.000	6.297	-0.105	G	Cumple
N84/N47	20.34	0.110	-4.096	0.078	0.636	0.000	1.748	0.090	GV	Cumple
N64/N76	53.54	2.865	-27.815	-0.001	-1.328	0.000	3.806	0.004	G	Cumple
N76/N82	60.22	0.135	-11.201	-0.038	-4.675	0.000	-6.401	-0.040	G	Cumple
N82/N35	14.37	0.110	-1.438	-0.027	-0.418	0.000	-1.511	-0.039	GV	Cumple
N63/N79	53.89	2.865	-28.062	-0.002	1.331	0.000	-3.815	0.006	G	Cumple
N79/N85	59.47	0.135	-11.488	-0.037	4.626	0.000	6.282	-0.038	G	Cumple
N85/N30	15.09	0.110	-2.338	-0.041	0.395	0.000	1.428	-0.055	GV	Cumple
N66/N77	56.00	2.865	-27.152	-0.013	-1.427	0.000	4.087	0.038	G	Cumple
N77/N83	54.98	0.135	-11.153	-0.053	-4.231	0.001	-5.525	-0.081	G	Cumple

N83/N42	17.89	0.110	-2.526	-0.070	-0.604	0.000	-1.659	-0.077	GV	Cumple
N65/N80	46.12	2.865	-27.258	-0.015	0.984	0.000	-2.819	0.042	G	Cumple
N80/N86	59.57	0.135	-11.497	-0.051	4.369	0.001	6.090	-0.079	G	Cumple
N86/N52	21.92	0.110	-4.184	-0.088	0.690	0.000	1.900	-0.098	GV	Cumple
N67/N68	33.16	3.000	1.014	0.000	0.006	0.000	4.177	0.000	G	Cumple
N78/N75	75.89	5.865	3.226	0.001	11.177	0.000	-9.449	-0.003	G	Cumple
N79/N76	76.50	5.865	3.320	-0.004	11.182	0.000	-9.472	0.013	G	Cumple
N80/N77	80.71	5.865	3.100	0.080	10.307	0.000	-8.953	-0.230	G	Cumple
N71/N91	42.94	0.095	-0.446	-0.265	-1.618	0.000	-1.529	-0.796	G	Cumple
N91/N72	63.86	0.905	2.018	-0.570	5.322	0.000	-2.950	1.019	G	Cumple
N69/N70	35.02	5.905	-1.614	0.000	2.754	0.000	-2.467	-0.001	G	Cumple
N84/N81	72.73	5.865	-4.153	0.000	5.333	0.000	-4.951	0.000	G	Cumple
N85/N82	73.66	5.865	-4.385	0.003	5.345	0.000	-4.966	-0.007	G	Cumple
N86/N83	72.67	0.135	-3.851	0.003	-5.345	0.000	-4.968	0.007	G	Cumple
N73/N74	34.34	0.095	-1.004	-0.006	-2.777	0.000	-2.440	-0.018	G	Cumple
N81/N82	38.69	4.432	0.022	0.001	2.351	0.000	-1.706	-0.002	G	Cumple
N82/N83	40.71	0.068	-0.010	-0.005	-2.378	0.000	-1.759	-0.010	G	Cumple
N83/N74	37.38	0.068	-0.077	0.000	-2.284	0.000	-1.637	0.004	G	Cumple
N70/N81	38.13	0.225	0.071	0.000	-2.300	0.000	-1.685	-0.001	G	Cumple
N84/N85	38.74	4.432	0.031	0.001	2.352	0.000	-1.708	-0.002	G	Cumple
N85/N86	40.68	0.068	-0.007	-0.005	-2.378	0.000	-1.759	-0.010	G	Cumple
N86/N73	37.24	0.068	-0.082	0.001	-2.279	0.000	-1.629	0.004	G	Cumple
N69/N84	38.09	0.225	0.082	-0.001	-2.299	0.000	-1.682	-0.001	G	Cumple
N75/N76	18.00	4.432	0.373	-0.002	2.389	0.000	-1.692	0.007	G	Cumple
N76/N77	23.82	4.432	0.405	0.025	2.407	0.000	-1.856	-0.088	G	Cumple

N87/N53	1.43	3.348	-0.144	-0.002	0.009	0.000	0.266	0.004	GV	Cumple
N88/N57	1.31	5.905	-0.017	-0.001	0.240	0.000	-0.264	0.003	GV	Cumple
N1/N53	8.43	0.000	0.255	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N53/N2	3.11	0.681	0.094	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N87/N7	4.22	0.681	0.127	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N6/N87	8.25	0.000	0.249	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N57/N4	2.98	0.681	0.090	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N3/N57	10.97	0.000	0.331	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N88/N9	1.41	0.681	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N8/N88	4.84	0.000	0.146	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N89/N92	75.25	3.125	2.142	-0.049	0.289	0.000	8.727	0.154	G	Cumple
N92/N90	48.09	0.000	-2.492	0.247	3.731	0.000	4.717	0.247	G	Cumple
N92/N91	12.66	0.000	-0.301	0.000	-3.004	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N93/N91	88.33	0.000	1.695	1.184	-0.120	0.000	-0.220	1.296	GV	Cumple
N94/N92	24.78	0.000	-5.771	-0.004	-0.302	0.000	-1.200	-0.023	G	Cumple

N77/N90	38.81	3.700	0.525	-0.270	1.320	0.000	0.437	0.668	G	Cumple
N90/N72	70.29	0.575	0.772	2.222	7.651	0.000	-3.782	-0.610	G	Cumple
N68/N75	19.03	0.225	0.292	-0.001	-2.369	0.000	-1.827	-0.002	G	Cumple
N78/N79	17.81	4.432	0.233	-0.002	2.389	0.000	-1.691	0.006	G	Cumple
N79/N80	23.54	4.432	0.272	0.023	2.408	0.000	-1.860	-0.084	G	Cumple
N80/N89	37.66	3.700	0.229	-0.262	1.311	0.000	0.463	0.645	G	Cumple
N89/N71	61.65	0.575	0.278	1.880	7.813	0.000	-3.849	-0.435	G	Cumple
N67/N78	19.02	0.225	0.155	0.000	-2.375	0.000	-1.843	-0.001	G	Cumple
N31/N67	4.77	0.000	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N67/N70	6.07	0.351	0.127	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N70/N27	6.19	0.348	0.130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N26/N68	5.43	0.000	0.114	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N68/N69	5.32	0.351	0.112	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N69/N32	7.07	0.348	0.148	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N33/N71	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N71/N74	3.39	0.351	0.071	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N74/N29	9.98	0.348	0.209	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N73/N34	6.50	0.348	0.136	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N72/N73	9.80	0.351	0.205	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N28/N72	25.10	0.000	0.526	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple

2.10.2. Estados límites últimos de las barras

Se muestra a continuación tanto el listado completo como el resumido de las comprobaciones realizadas para cada barra. Ver plano n.º8 Estructura en 3-D.

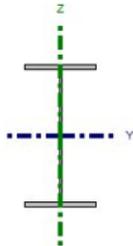
Comprobaciones “Ver plano n.º14 Estructura 3-D”:

- Perfil IPE 240 pilar hastial delantero (2 elementos)
- Perfil IPE 450 pilar pórtico tipo (12 elementos)
- Perfil IPE 220 pilarillos delanteros (3 elementos)
- Perfil IPE 270 pilarillos traseros (6 elementos)
- Perfil IPE 180 cubierta pórtico hastial delantero (2 elementos)
- Perfil IPE 270 cubierta simple con cartelas (12 elementos)
- Arriostramiento: tirante $\varnothing 8$ Cruz de San Andrés en Cubierta (16 elementos)
- Arriostramiento: tirante $\varnothing 10$ Cruz de San Andrés hastial trasero (12 elementos)
- Arriostramiento: tirante $\varnothing 12$ Cruz de San Andrés hastial delantero (8 elementos)
- Perfil IPE 180 para viga de atado pórtico tipo (8 elementos)
- Perfil IPE 330 para viga de atado pórticos hastiales (12 elementos)
- Perfil IPE 240 primera entreplanta (8 elementos)
- Perfil IPE 270 primera entreplanta (5 elementos)
- Perfil IPE 180 segunda entreplanta (8 elementos)
- Perfil IPE 220 segunda entreplanta (5 elementos)

1. Perfil IPE 240 pilar hastial delantero (2 elementos)

Barra N3/N88

Nudos		Características mecánicas				
Inicial	Final	Longitud (m)	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N3	N88	6.000	39.10	3892.00	283.60	12.88
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		0.00	1.00	0.00	0.00	
L _K		0.000	6.000	0.000	0.000	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 90						
Factor de forma: 193.63 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 666.0 °C						
Placa de cartón yeso: 22 mm						



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t		M _t V _Z	M _t V _Y
N3/N88	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.834 m η = 1.1	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 47.4	x: 0 m η = 0.7	x: 0 m η = 8.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 49.6	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 8.0	η < 0.1	CUMPLE η = 49.6
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado		
	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y			
N3/N88	x: 5.834 m η = 0.1	x: 0 m η = 4.0	x: 0 m η = 46.9	x: 0 m η = 0.9	x: 0 m η = 8.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 52.3	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 8.0	η < 0.1	CUMPLE η = 52.3		

Notación:
 N_t: Resistencia a tracción
 N_c: Resistencia a compresión
 M_Y: Resistencia a flexión eje Y
 M_Z: Resistencia a flexión eje Z
 V_Z: Resistencia a corte Z
 V_Y: Resistencia a corte Y
 M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
 NM_YM_ZV_YV_Z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t: Resistencia a torsión
 M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
 x: Distancia al origen de la barra
 η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

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

Se debe satisfacer:

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

η: 0.011 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.834 m del nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+ 1.5·V(90°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed}: 1.115 t

La resistencia de cálculo a tracción N_{t,Rd} viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{td}$$

N_{t,Rd}: 104.388 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A: 39.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y: 2803.26 kp/cm²

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

γ_{MO}: 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.015 ✓

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

η : 0.018 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+ 1.5·V(180°)H4+0.75·N(EI).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

N_{c,Ed}: 1.617 t

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

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

N_{c,Rd}: 104.388 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: 2

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

A: 39.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y: 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0}: 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

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

N_{b,Rd}: 88.848 t

Donde:

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

A: 39.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y: 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1}: 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

χ_y: 0.85

Siendo:

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

Φ_y: 0.79

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y: 0.21

λ̄: Esbeltez reducida.

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

λ̄_y: 0.69

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

N_{cr}: 228.413 t

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

N_{cr,y}: 228.413 t

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

N_{cr,z}: ∞

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

N_{cr,T}: ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta: \underline{0.474} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

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

$$M_{Ed}^+: \underline{3.195} \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H4+0.75·N(R)1.

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

$$M_{Ed}^-: \underline{4.644} \text{ t·m}$$

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

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

$$M_{c,Rd}: \underline{9.787} \text{ t·m}$$

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.

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

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

$$W_{pl,y}: \underline{366.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd}: \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y: \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta: \underline{0.007} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H3.

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

$$M_{Ed}^+: \underline{0.014} \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H4+0.75·N(R)2.

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

$$M_{Ed}^-: \underline{0.010} \text{ t·m}$$

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

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

$$M_{c,Rd}: \underline{1.973} \text{ t·m}$$

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.

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

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

$$W_{pl,z}: \underline{73.92} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd}: \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y: \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

2. Perfil IPE 450 pilar pórtico tipo (12 elementos)

Barra N8/N57

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N8	N57	6.000	98.80	33740.00	1676.00	66.87
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		0.00	1.25	0.00	0.00	
L _K		0.000	7.500	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 134.69 m ⁻¹ Temperatura máx. de la barra: 349.5 °C Placa de cartón yeso: 36 mm						



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N8/N57	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.834 m η = 2.2	x: 0 m η = 3.3	x: 0 m η = 51.7	x: 5.835 m η = 1.4	x: 0 m η = 7.9	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 55.7	η < 0.1	η = 0.4	x: 0 m η = 7.9	η < 0.1	CUMPLE η = 55.7
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado		
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N8/N57	x: 5.834 m η = 0.1	x: 0 m η = 2.1	x: 0 m η = 25.4	x: 5.835 m η = 1.1	x: 0 m η = 3.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 28.0	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 3.8	η < 0.1	CUMPLE η = 28.0		
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)																

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.022 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.834 m del nudo N8, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed}: 5.876 t

La resistencia de cálculo a tracción N_{t,Rd} viene dada por:

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

N_{t,Rd}: 263.774 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A: 98.80 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

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

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

f_y: 2803.26 kp/cm²

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

γ_{MO}: 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.031 ✓

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

η : 0.033 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H4+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 7.836 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$N_{c,Rd}$: 250.072 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 de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 93.67 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$N_{b,Rd}$: 234.477 t

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 93.67 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

χ_y : 0.94

Siendo:

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

ϕ_y : 0.63

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

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

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

$\bar{\lambda}_y$: 0.46

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

N_{cr} : 1267.280 t

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

$N_{cr,y}$: 1267.280 t

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

$N_{cr,z}$: ∞

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

$N_{cr,T}$: ∞

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.517 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

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

M_{Ed}^+ : 23.488 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

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

M_{Ed}^- : 18.210 t·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 45.440 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 correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 1702.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.014 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.835 m del nudo N8, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H4+0.75·N(R)2.

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

M_{Ed}^+ : 0.012 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.835 m del nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H3.

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

M_{Ed}^- : 0.105 t·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 7.379 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 correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 276.40 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

3. Perfil IPE 220 pilarillos delanteros (3 elementos)

Barra N37/N5

Perfil: IPE 220		Material: Acero (S275)		Características mecánicas			
Nudos		Longitud (m)	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
Inicial	Final						
N37	N5	9.300	33.40	2772.00	204.90	9.07	
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		0.00	1.00	0.00	0.00		
L _K		0.000	9.300	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							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 205.39 m-1 Temperatura máx. de la barra: 679.0 °C Placa de cartón yeso: 22 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{w1}	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N37/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.575 m $\lambda_{w1} \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 9.196 m η = 1.0	x: 0 m η = 3.8	x: 9.196 m η = 0.4	x: 9.197 m η = 3.9	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.575 m η < 0.1	x: 0.575 m η < 0.1	x: 9.197 m η = 5.6	x: 0.575 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE η = 5.6
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado	
	N _{Ed}	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N37/N5	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 10.5	x: 9.196 m η = 0.8	x: 9.197 m η = 4.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.575 m η < 0.1	x: 0.575 m η < 0.1	x: 9.196 m η = 10.4	x: 0.575 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	CUMPLE η = 10.5		
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																

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

Se debe satisfacer:

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

η = 0.010 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 9.196 m del nudo N37, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed}: 0.847 t

La resistencia de cálculo a tracción N_{t,Rd} viene dada por:

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

N_{t,Rd}: 89.170 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A: 33.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y: 2803.26 kp/cm²

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

γ_{MO}: 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.021 ✓

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

η : 0.038 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N37, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H4+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 1.842 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$N_{c,Rd}$: 89.170 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: 2

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

A: 33.40 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$N_{b,Rd}$: 48.633 t

Donde:

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

A: 33.40 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

χ_y : 0.55

Siendo:

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

Φ_y : 1.29

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

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

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

$\bar{\lambda}_y$: 1.18

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

N_{cr} : 67.714 t

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

$N_{cr,y}$: 67.714 t

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

$N_{cr,z}$: ∞

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

$N_{cr,T}$: ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 9.196 m del nudo N37, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H4+1.5·N(EI).

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.030} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{7.620} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{285.40} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.039} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 9.197 m del nudo N37, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H3+0.75·N(R)1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.061} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 9.197 m del nudo N37, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4+0.75·N(R)2.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.061} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{1.551} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,z} : \underline{58.11} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

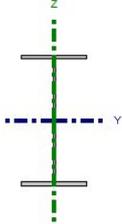
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

4. Perfil IPE 270 pilarillos traseros (6 elementos)

Barra N76/N82

Nudos		Características mecánicas				
Inicial	Final	Longitud (m)	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N76	N82	2.500	45.90	5790.00	419.90	15.94



	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	1.00	0.00	0.00
L _K	0.000	2.500	0.000	0.000
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000
C ₁	-		1.000	

Notas:
 (1) Inercia respecto al eje indicado
 (2) Momento de inercia a torsión uniforme

Notación:
 β: Coeficiente de pandeo
 L_K: Longitud de pandeo (m)
 C_m: Coeficiente de momentos
 C₁: Factor de modificación para el momento crítico

Situación de incendio
 Resistencia requerida: R 90
 Factor de forma: 184.03 m-1
 Temperatura máx. de la barra: 654.0 °C
 Placa de cartón yeso: 22 mm

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	λ̄	λ _w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N76/N82	λ̄ < 2.0 Cumple	λ _w < λ _{w,máx} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0.135 m η = 9.3	x: 0.135 m η = 49.5	x: 0.135 m η = 8.5	η = 14.4	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.135 m η = 60.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	CUMPLE η = 60.2

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
 (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
 (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
 (3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N76/N82	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0.135 m η = 12.4	x: 2.39 m η = 58.9	x: 2.39 m η = 8.8	η = 20.0	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.39 m η = 79.1	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	CUMPLE η = 79.1

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
 (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
 (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
 (3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Notación:
 N_t: Resistencia a tracción
 N_c: Resistencia a compresión
 M_y: Resistencia a flexión eje Y
 M_z: Resistencia a flexión eje Z
 V_z: Resistencia a corte Z
 V_y: Resistencia a corte Y
 M_yV_z: Resistencia a momento flexor Y y fuerza cortante Z combinados
 M_zV_y: Resistencia a momento flexor Z y fuerza cortante Y combinados
 NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
 NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t: Resistencia a torsión
 M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
 x: Distancia al origen de la barra
 η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
 N.P.: No procede

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

η : **0.091** ✓

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

η : **0.093** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.135 m del nudo N76, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

N_{c,Ed}: 11.201 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd}: \underline{122.543 \text{ t}}$$

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.

$$\text{Clase}: \underline{2}$$

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

$$A: \underline{45.90 \text{ cm}^2}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd}: \underline{2669.77 \text{ kp/cm}^2}$$

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

Siendo:

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

$$f_y: \underline{2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

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

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

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd}: \underline{121.010 \text{ t}}$$

Donde:

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

$$A: \underline{45.90 \text{ cm}^2}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd}: \underline{2669.77 \text{ kp/cm}^2}$$

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

Siendo:

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

$$f_y: \underline{2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$\chi_y: \underline{0.99}$$

Siendo:

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

$$\Phi_y: \underline{0.54}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y: \underline{0.21}$$

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

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

$$\bar{\lambda}_y: \underline{0.26}$$

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

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

$$N_{cr}: \underline{1957.260 \text{ t}}$$

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

$$N_{cr,y}: \underline{1957.260 \text{ t}}$$

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

$$N_{cr,z}: \underline{\infty}$$

$$N_{cr,T}: \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.495 ✓

Para flexión positiva:

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

M_{Ed}^+ : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.135 m del nudo N76, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

M_{Ed}^- : 6.401 t·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 12.922 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 correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 484.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{MO} : 1.05

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.085 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.135 m del nudo N76, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

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

M_{Ed}^+ : 0.186 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.135 m del nudo N76, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H4+0.75·N(R)1.

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

M_{Ed}^- : 0.219 t·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 2.588 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 correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 96.95 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{MO} : 1.05

5. Perfil IPE 180 cubierta pórtico hastial delantero (2 elementos)

Barra N39/N5

Perfil: IPE 180 Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N39	N5	4.589	23.90	1317.00	100.90	4.79	
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	0.19	1.00	0.00	0.00		
	L _K	0.885	4.589	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							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 233.10 m ⁻¹ Temperatura máx. de la barra: 661.0 °C Placa de cartón yeso: 24 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N39/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.531 m η = 3.5	x: 0 m η = 2.1	x: 0 m η = 17.2	x: 4.532 m η = 2.4	x: 0 m η = 5.2	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.532 m η = 20.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE η = 20.6
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado	
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N39/N5	x: 4.531 m η = 3.4	x: 0 m η = 3.0	x: 0 m η = 18.2	x: 4.532 m η = 2.4	x: 0 m η = 5.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 22.0	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE η = 22.0		

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

Se debe satisfacer:

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

η : **0.035** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.531 m del nudo N39, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed}: 2.234 t

La resistencia de cálculo a tracción N_{t,Rd} viene dada por:

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

N_{t,Rd}: 63.808 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A: 23.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y: 2803.26 kp/cm²

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

γ_{MO}: 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.017} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.021} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{1.116} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{63.808} \text{ t}$$

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.

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

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

$$A : \underline{23.90} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{53.725} \text{ t}$$

Donde:

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

$$A : \underline{23.90} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$\chi_y : \underline{0.84}$$

$$\chi_z : \underline{0.89}$$

Siendo:

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

$$\phi_y : \underline{0.81}$$

$$\phi_z : \underline{0.67}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.71}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.50}$$

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

$$N_{cr} : \underline{132.123} \text{ t}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{132.123} \text{ t}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{272.178} \text{ t}$$

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

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.172} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.505} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H4+1.5·N(R)2.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.762} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{4.443} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,Y} : \underline{166.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.024} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.532 m del nudo N39, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H4+1.5·N(EI).

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.022} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.532 m del nudo N39, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.017} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{0.924} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,Z} : \underline{34.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

6. Perfil IPE 270 cubierta simple con cartelas (12 elementos)

Barra N24/N51

Perfil: IPE 270, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 3.70 m.) Material: Acero (S275)								
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾					
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽⁴⁾ (mm)	z _g ⁽⁴⁾ (mm)
N24	N51	4.589	75.15	24739.60	629.59	22.96	0.00	122.34
Notas: (1) Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N24) (2) Inercia respecto al eje indicado (3) Momento de inercia a torsión uniforme (4) Coordenadas del centro de gravedad								
	Pandeo			Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
	β	0.19	1.00	0.00	0.00			
	L _K	0.885	4.589	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								
Situación de incendio Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 175.58 m ⁻¹ Temperatura máx. de la barra: 688.5 °C Placa de cartón yeso: 20 mm								

COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado		
Barra	λ̄	λ _w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N24/N51	x: 3.929 m λ̄ < 2.0 Cumple	x: 0.924 m λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	x: 3.929 m η = 6.4	x: 3.929 m η = 4.6	x: 0.23 m η = 58.3	x: 0.23 m η < 0.1	x: 0.23 m η = 9.4	V _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η < 0.1	N.P.(2)	x: 0.23 m η = 53.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE η = 58.3
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (2) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (3) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (4) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado		
Barra	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N24/N51	x: 4.589 m η = 5.6	x: 3.929 m η = 7.4	x: 0.23 m η = 72.8	x: 0.23 m η < 0.1	x: 0.23 m η = 12.0	V _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η < 0.1	N.P.(2)	x: 0.23 m η = 67.1	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE η = 72.8		

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

Se debe satisfacer:

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

η: 0.064 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.929 m del nudo N24, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed}: 7.890 t

La resistencia de cálculo a tracción N_{t,Rd} viene dada por:

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

N_{t,Rd}: 122.543 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A: 45.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y: 2803.26 kp/cm²

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

γ_{MO}: 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.043 ✓

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

η : 0.046 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.929 m del nudo N24, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H4+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 5.239 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$N_{c,Rd}$: 122.543 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: 2

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

A: 45.90 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$N_{b,Rd}$: 114.350 t

Donde:

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

A: 45.90 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

χ_y : 0.93

χ_z : 0.95

Siendo:

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

ϕ_y : 0.64

ϕ_z : 0.58

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

α_z : 0.34

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

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

$\bar{\lambda}_y$: 0.47

$\bar{\lambda}_z$: 0.34

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

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

N_{cr} : 580.858 t

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

$N_{cr,y}$: 580.858 t

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

$N_{cr,z}$: 1132.680 t

$N_{cr,T}$: ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.583} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.230 m del nudo N24, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{13.694} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.230 m del nudo N24, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H4+1.5·N(EI).

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

$$M_{Ed}^- : \underline{15.338} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd}^+ : \underline{30.566} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd}^- : \underline{26.306} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase}^+ : \underline{2}$$

$$\text{Clase}^- : \underline{3}$$

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

$$W_{pl,y}^+ : \underline{1144.88} \text{ cm}^3$$

W_{el,y}⁻: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3.

$$W_{el,y}^- : \underline{985.32} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

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

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.230 m del nudo N24, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H3.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.230 m del nudo N24, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H4.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{3.735} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,z} : \underline{139.92} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

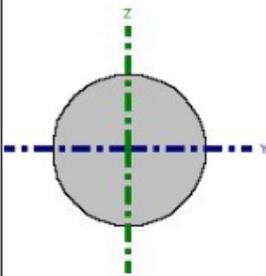
$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

7. Tirante ø8 Cruz de San Andrés en Cubierta (16 elementos)

Barra N52/N35

Perfil: Ø8 Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N52	N35	7.554	0.50	0.02	0.02	0.04	
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	0.00	0.00	0.00	0.00		
	L _K	0.000	0.000	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 636.62 m-1 Temperatura máx. de la barra: 691.5 °C Placa de cartón yeso: 28 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N52/N35	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 11.7$	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	V _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE $\eta = 11.7$
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (5) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado	
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y		
N52/N35	$\eta = 8.0$	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	V _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE $\eta = 8.0$	
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (5) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta: \underline{0.117} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H4+0.75·N(R)2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed}: \underline{0.158} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{t,Rd}: \underline{1.342} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A: \underline{0.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd}: \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y: \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

8. Tirante Ø10 Cruz de San Andrés hastial trasero (12 elementos)

Barra N33/N71

Perfil: Ø10						
Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N33	N71	6.708	0.79	0.05	0.05	0.10
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		0.00	0.00	0.00	0.00	
L _K		0.000	0.000	0.000	0.000	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 509.30 m-1 Temperatura máx. de la barra: 679.5 °C Placa de cartón yeso: 28 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	N _{M_YM_Z}	N _{M_YM_ZV_YV_Z}	M _t	M _t V _Z		M _t V _Y
N33/N71	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V _{Ed} = 0.00 N.P.(4)	V _{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(7)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(9)	CUMPLE
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (5) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (6) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (8) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (9) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado	
	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	N _{M_YM_Z}	N _{M_YM_ZV_YV_Z}	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y		
N33/N71	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V _{Ed} = 0.00 N.P.(4)	V _{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(7)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(8)	N.P.(9)	N.P.(9)	NO PROCEDE	
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (5) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (6) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (8) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (9) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

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

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

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

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

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

9. Tirante Ø12 Cruz de San Andrés hastial delantero (8 elementos)

Barra N3/N57

Perfil: Ø12							
Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N3	N57	8.485	1.13	0.10	0.10	0.20	
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	0.00	0.00	0.00	0.00		
	L _K	0.000	0.000	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C ₁	-		1.000			
	Notación:						
β: Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90							
Factor de forma: 424.41 m ⁻¹							
Temperatura máx. de la barra: 663.5 °C							
Placa de cartón yeso: 28 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE												Estado		
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N3/N57	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 11.0$	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	V _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE $\eta = 11.0$
Comprobaciones que no proceden (N.P.):															
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.															
(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.															
(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.															
(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															
(5) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															
(6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															
(7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.															
(8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO												Estado		
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y	
N3/N57	$\eta = 15.8$	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	V _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	M _{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE $\eta = 15.8$	
Comprobaciones que no proceden (N.P.):															
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.															
(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.															
(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.															
(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															
(5) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															
(6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															
(7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.															
(8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta = \underline{0.110} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V (0°)H3+0.75·N(R)1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} = \underline{0.331} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{td}$$

$$N_{t,Rd} = \underline{3.019} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A = \underline{1.13} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} = \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y = \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

10. Perfil IPE 180 para viga de atado pórtico tipo (8 elementos)

Barra N19/N24

Perfil: IPE 180							
Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N19	N24	6.000	23.90	1317.00	100.90	4.79	
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	0.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K	0.000	6.000	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 233.10 m ⁻¹ Temperatura máx. de la barra: 661.0 °C Placa de cartón yeso: 24 mm							

COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado		
Barra	λ̄	λ _w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N19/N24	λ̄ < 2.0 Cumple	x: 0.095 m λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	η = 0.3	η = 0.1	x: 3.417 m η = 2.1	x: 0.095 m η = 0.2	x: 0.095 m η = 0.5	η < 0.1	x: 0.095 m η < 0.1	x: 0.095 m η < 0.1	x: 3.417 m η = 2.3	x: 0.095 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE η = 2.3
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado		
Barra	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N19/N24	η = 0.5	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 3.417 m η = 4.4	x: 0.095 m η = 0.2	x: 0.095 m η = 1.1	η < 0.1	x: 0.095 m η < 0.1	N.P.(2)	x: 3.417 m η = 4.6	x: 0.095 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	CUMPLE η = 4.6		

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

Se debe satisfacer:

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

η: 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H3+0.75·N(R)2.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed}: 0.199 t

La resistencia de cálculo a tracción N_{t,Rd} viene dada por:

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

N_{t,Rd}: 63.808 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A: 23.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y: 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0}: 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.001 ✓

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

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+ 1.5·V(0°)H4+0.75·N(R) 1.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

N_{c,Ed}: 0.059 t

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

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

N_{c,Rd}: 63.808 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**: 1

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

A: 23.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y: 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0}: 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

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

N_{b,Rd}: 45.508 t

Donde:

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

A: 23.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y: 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1}: 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

χ_y: 0.71

Siendo:

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

Φ_y: 1.01

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y: 0.21

λ̄: Esbeltez reducida.

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

λ̄_y: 0.93

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

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

N_{cr}: 77.292 t

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

N_{cr,y}: 77.292 t

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

N_{cr,z}: ∞

N_{cr,t}: ∞

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.021 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.417 m del nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4+0.75·N(R) 1.

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

M_{Ed}^+ : 0.094 t·m

Para flexión negativa:

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

M_{Ed}^- : 0.000 t·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 4.443 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 correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 166.40 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.002 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.095 m del nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4.

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

M_{Ed}^+ : 0.002 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.095 m del nudo N19, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H3.

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

M_{Ed}^- : 0.001 t·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 0.924 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 correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 34.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

11. Perfil IPE 330 para viga de atado pórticos hastiales (12 elementos)

Barra N29/N34

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N29	N34	6.000	62.60	11770.00	788.10	28.15	
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	0.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K	0.000	6.000	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 163.81 m-1 Temperatura máx. de la barra: 671.5 °C Placa de cartón yeso: 20 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	λ̄	λ _w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N29/N34	λ̄ < 2.0 Cumple	x: 0.375 m λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.4	x: 3 m η = 1.4	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η = 0.4	V _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.375 m η < 0.1	N.P.(4)	x: 3 m η = 1.8	x: 0.375 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	CUMPLE η = 1.8
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (6) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado	
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N29/N34	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 1.1	x: 3 m η = 3.3	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η = 1.0	V _{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 0.375 m η < 0.1	N.P.(4)	x: 3 m η = 4.4	x: 0.375 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	CUMPLE η = 4.4		
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (6) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta: \underline{0.004} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta: \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4+0.75·N(R)1.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}**: 0.684 t

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd}: \underline{167.128} \text{ t}$$

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**: 3
- A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A**: 62.60 cm²
- f_{yd}**: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}**: 2669.77 kp/cm²
- $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$
- Siendo:
 - f_y**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y**: 2803.26 kp/cm²
 - γ_{M0}**: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}**: 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd}: \underline{154.262} \text{ t}$$

Donde:

- A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A**: 62.60 cm²
- f_{yd}**: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}**: 2669.77 kp/cm²
- $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$
- Siendo:
 - f_y**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y**: 2803.26 kp/cm²
 - γ_{M1}**: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}**: 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_Y: \underline{0.92}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \Phi_Y: \underline{0.66}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica. **α_Y**: 0.21

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_Y: \underline{0.50}$$

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

N_{cr,Y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N_{cr,Y}**: 690.755 t

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.299} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{21.473} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{804.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

12. Perfil IPE 240 primera entreplanta (8 elementos)

Barra N77/N90

Perfil: IPE 240 Material: Acero (S275)						
Nudos			Características mecánicas			
Inicial	Final	Longitud (m)	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N77	N90	3.700	39.10	3892.00	283.60	12.88
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
Pandeo			Pandeo lateral			
Plano XY		Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	3.700	3.700	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 193.63 m ⁻¹ Temperatura máx. de la barra: 666.0 °C Placa de cartón yeso: 22 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	λ̄	λ _w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N77/N90	λ̄ < 2.0 Cumple	λ _w ≤ λ _{w,max} Cumple	η = 1.6	η = 2.1	x: 0.068 m η = 20.1	x: 3.7 m η = 33.8	x: 0.068 m η = 9.5	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.7 m η = 38.8	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE η = 38.8
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado		
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N77/N90	η = 1.8	η = 2.5	x: 3.7 m η = 16.3	x: 3.7 m η = 39.3	x: 0.068 m η = 3.0	η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.7 m η = 55.9	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE η = 55.9		

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

Se debe satisfacer:

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

η: **0.016** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed}: 1.720 t

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

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

N_{t,Rd}: 104.388 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A: 39.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y: 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0}: 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta: \underline{0.006} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{b,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta: \underline{0.021} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+ 1.5·V(0°)H2.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 0.677 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{c,Rd}: \underline{104.388} \text{ t}$$

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: 2

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

A: 39.10 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd}: \underline{32.733} \text{ t}$$

Donde:

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

A: 39.10 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

χ_y : 0.95

χ_z : 0.31

Siendo:

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

ϕ_y : 0.62

ϕ_z : 1.99

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

α_z : 0.34

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

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

$\bar{\lambda}_y$: 0.43

$\bar{\lambda}_z$: 1.58

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

N_{cr} : 43.768 t

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

$N_{cr,y}$: 600.647 t

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

$N_{cr,z}$: 43.768 t

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

$N_{cr,T}$: ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta: \underline{0.201} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.068 m del nudo N77, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

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

$$M_{Ed}^+: \underline{0.200} \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.068 m del nudo N77, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

$$M_{Ed}^-: \underline{1.967} \text{ t·m}$$

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

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

$$M_{c,Rd}: \underline{9.787} \text{ t·m}$$

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.

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

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

$$W_{pl,y}: \underline{366.60} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd}: \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y: \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta: \underline{0.338} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

$$M_{Ed}^+: \underline{0.668} \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

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

$$M_{Ed}^-: \underline{0.000} \text{ t·m}$$

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

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

$$M_{c,Rd}: \underline{1.973} \text{ t·m}$$

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.

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

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

$$W_{pl,z}: \underline{73.92} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd}: \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y: \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

13. Perfil IPE 270 primera entreplanta (5 elementos)

Barra N79/N76

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N79	N76	6.000	45.90	5790.00	419.90	15.94	
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	0.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K	0.000	6.000	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 184.03 m-1 Temperatura máx. de la barra: 654.0 °C Placa de cartón yeso: 22 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N79/N76	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.7$	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 5.865 m $\eta = 73.3$	x: 5.865 m $\eta = 0.6$	x: 5.865 m $\eta = 34.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 76.5$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	CUMPLE $\eta = 76.5$
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado		
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N79/N76	$\eta = 4.4$	N _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 5.865 m $\eta = 74.9$	x: 5.865 m $\eta = 0.8$	x: 5.865 m $\eta = 34.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 80.0$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	CUMPLE $\eta = 80.0$		

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.027} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{3.320} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción N_{t,Rd} viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{y,d}$$

$$N_{t,Rd} : \underline{122.543} \text{ t}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$$

f_{y,d}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{y,d} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{y,d} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.733 ✓

Para flexión positiva:

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

M_{Ed}^+ : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.865 m del nudo N79, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

M_{Ed}^- : 9.472 t·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 12.922 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 correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 484.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

γ_{MO} : 1.05

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.006 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.865 m del nudo N79, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4.

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

M_{Ed}^+ : 0.015 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.865 m del nudo N79, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H3.

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

M_{Ed}^- : 0.005 t·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 2.588 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 correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 96.95 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

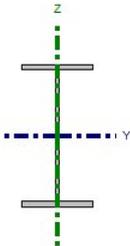
γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

14. Perfil IPE 180 segunda entreplanta (8 elementos)

Barra N84/N85

Perfil: IPE 180 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N84	N85	4.500	23.90	1317.00	100.90	4.79
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
β	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
L _K	0.00	1.00	0.00	0.00		
C _m	0.000	4.500	0.000	0.000		
C ₁	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 _i : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 233.10 m-1 Temperatura máx. de la barra: 661.0 °C Placa de cartón yeso: 24 mm						



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N84/N85	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 2.8$	$\eta = 1.5$	x: 4.432 m $\eta = 38.4$	x: 4.432 m $\eta = 0.6$	x: 4.432 m $\eta = 13.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.432 m $\eta = 38.7$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 38.7$
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado		
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N84/N85	$\eta = 2.9$	$\eta = 1.3$	x: 0.068 m $\eta = 6.0$	x: 4.432 m $\eta = 0.7$	x: 0.068 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.068 m $\eta = 6.6$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 6.6$		

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta = 0.028$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V (270°)H1+0.75·N(EI).

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed}: 1.756 t

La resistencia de cálculo a tracción N_{t,Rd} viene dada por:

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

N_{t,Rd}: 63.808 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A: 23.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y: 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0}: 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta: \underline{0.013} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta: \underline{0.015} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V (0°)H2.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}**: 0.801 t

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad \mathbf{N_{c,Rd}}: \underline{63.808} \text{ t}$$

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: 1

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

A: 23.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y: 2803.26 kp/cm²

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

γ_{M0}: 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad \mathbf{N_{b,Rd}}: \underline{54.144} \text{ t}$$

Donde:

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

A: 23.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

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

Siendo:

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

f_y: 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1}: 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

χ_y: 0.85

Siendo:

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

Φ_y: 0.80

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y: 0.21

λ̄: Esbeltez reducida.

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

λ̄_y: 0.70

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

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

N_{cr}: 137.408 t

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

N_{cr,y}: 137.408 t

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

N_{cr,z}: ∞

N_{cr,T}: ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.384} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.432 m del nudo N84, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(R)1$. M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.155} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.432 m del nudo N84, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1$. M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.708} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{4.443} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{166.40} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.432 m del nudo N84, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$. M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.432 m del nudo N84, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4$. M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.005} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{0.924} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,z} : \underline{34.60} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

15. Perfil IPE 220 segunda entreplanta (5 elementos)

Barra N85/N82

Perfil: IPE 220 Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N85	N82	6.000	33.40	2772.00	204.90	9.07	
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	0.00	1.00	0.00	0.00		
	L_K	0.000	6.000	0.000	0.000		
	C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C_1	-		1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_1 : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 205.39 m-1 Temperatura máx. de la barra: 552.5 °C Placa de cartón yeso: 28 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N85/N82	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$\eta = 6.0$	x: 5.865 m $\eta = 65.2$	x: 5.865 m $\eta = 0.8$	x: 5.865 m $\eta = 22.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 73.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	CUMPLE $\eta = 73.7$
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado	
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$			
N85/N82	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$\eta = 5.8$	x: 5.865 m $\eta = 72.3$	x: 5.865 m $\eta = 0.5$	x: 5.865 m $\eta = 25.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 81.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	CUMPLE $\eta = 81.4$		

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta: \underline{0.049} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{b,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta: \underline{0.060} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+ 1.5·Q1.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}**: 4.385 t

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{cd} \quad N_{c,Rd}: \underline{89.170} \text{ t}$$

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.

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

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

Clase: 2

A: 33.40 cm²

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

f_y: 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{cd} \quad N_{b,Rd}: \underline{72.983} \text{ t}$$

Donde:

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

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

A: 33.40 cm²

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

f_y: 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_y: \underline{0.82}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_y: \underline{0.85}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

λ̄: Esbeltez reducida.

α_y: 0.21

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_y: \underline{0.76}$$

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

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

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

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

N_{cr}: 162.682 t

N_{cr,y}: 162.682 t

N_{cr,z}: ∞

N_{cr,T}: ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.652} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.865 m del nudo N85, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{4.966} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{7.620} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{285.40} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.865 m del nudo N85, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H4.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.007} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.865 m del nudo N85, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H3.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.012} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{1.551} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,z} : \underline{58.11} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

N62/N75	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 23.0$	x: 2.865 m $\eta = 29.9$	x: 2.865 m $\eta = 3.7$	$\eta = 4.1$	$\eta = 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 2.865 m $\eta = 54.3$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 54.3$
N75/N81	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.135 m $\eta = 9.0$	x: 0.135 m $\eta = 49.0$	x: 0.135 m $\eta = 11.6$	$\eta = 14.1$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 62.0$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 62.0$
N81/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.761 m $\eta = 1.9$	x: 0.11 m $\eta = 2.0$	x: 0.11 m $\eta = 13.8$	x: 2.762 m $\eta = 5.7$	$\eta = 2.0$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 18.3$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 18.3$
N61/N78	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 23.3$	x: 2.865 m $\eta = 29.5$	x: 2.865 m $\eta = 5.4$	$\eta = 4.1$	$\eta = 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 2.865 m $\eta = 54.3$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 54.3$
N78/N84	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.389 m $\eta = 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 9.3$	x: 0.135 m $\eta = 48.7$	x: 0.135 m $\eta = 15.9$	$\eta = 14.0$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 62.0$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 62.0$
N84/N47	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.761 m $\eta = 2.9$	x: 0.11 m $\eta = 3.4$	x: 0.11 m $\eta = 13.5$	x: 2.762 m $\eta = 7.3$	$\eta = 2.0$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 20.3$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 20.3$
N64/N76	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 23.4$	x: 2.865 m $\eta = 29.5$	x: 2.865 m $\eta = 2.1$	$\eta = 4.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 2.865 m $\eta = 53.5$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 53.5$
N76/N82	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.135 m $\eta = 9.3$	x: 0.135 m $\eta = 49.5$	x: 0.135 m $\eta = 8.5$	$\eta = 14.4$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 60.2$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 60.2$
N82/N35	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.647 m $\eta = 1.3$	x: 0.11 m $\eta = 1.5$	x: 0.11 m $\eta = 11.7$	x: 3.648 m $\eta = 2.3$	$\eta = 1.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 14.4$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.4$
N63/N79	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 23.6$	x: 2.865 m $\eta = 29.5$	x: 2.865 m $\eta = 3.2$	$\eta = 4.1$	$\eta = 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 2.865 m $\eta = 53.9$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 53.9$
N79/N85	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.135 m $\eta = 9.5$	x: 0.135 m $\eta = 48.6$	x: 0.135 m $\eta = 11.7$	$\eta = 14.2$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 59.5$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 59.5$
N85/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.647 m $\eta = 2.0$	x: 0.11 m $\eta = 2.6$	x: 0.11 m $\eta = 11.2$	x: 3.648 m $\eta = 3.4$	$\eta = 1.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 15.1$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 15.1$
N66/N77	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 22.8$	x: 2.865 m $\eta = 31.6$	x: 2.865 m $\eta = 4.1$	$\eta = 4.4$	$\eta = 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 2.865 m $\eta = 56.0$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 56.0$
N77/N83	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.135 m $\eta = 9.2$	x: 0.135 m $\eta = 42.8$	x: 0.135 m $\eta = 11.8$	$\eta = 13.0$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 55.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	$\eta = 13.0$	$\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 55.0$
N83/N42	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.647 m $\eta = 1.8$	x: 0.11 m $\eta = 2.1$	x: 0.11 m $\eta = 13.3$	x: 2.762 m $\eta = 4.9$	$\eta = 1.9$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 17.9$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 17.9$
N65/N80	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 22.9$	x: 2.865 m $\eta = 21.8$	x: 2.865 m $\eta = 5.7$	$\eta = 3.0$	$\eta = 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 2.865 m $\eta = 46.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 46.1$
N80/N86	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.389 m $\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 9.5$	x: 0.135 m $\eta = 47.1$	x: 0.135 m $\eta = 16.0$	$\eta = 13.4$	$\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 59.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	$\eta = 13.5$	$\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 59.6$

N86/N52	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.761 m $\eta = 2.8$	x: 0.11 m $\eta = 3.5$	x: 0.11 m $\eta = 14.7$	x: 2.762 m $\eta = 6.6$	$\eta = 2.1$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 21.9$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 21.9$
N67/N68	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.8$	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 3 m $\eta = 32.3$	x: 5.904 m $\eta = 0.3$	x: 5.905 m $\eta = 17.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 33.2$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 33.2$
N78/N75	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 2.6$	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 5.865 m $\eta = 73.1$	x: 5.865 m $\eta = 0.4$	x: 5.865 m $\eta = 34.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 75.9$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 75.9$
N79/N76	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 2.7$	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 5.865 m $\eta = 73.3$	x: 5.865 m $\eta = 0.6$	x: 5.865 m $\eta = 34.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 76.5$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 76.5$
N80/N77	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 2.5$	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 5.865 m $\eta = 69.3$	x: 5.865 m $\eta = 8.9$	x: 5.865 m $\eta = 31.7$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 80.7$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 80.7$
N71/N91	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$\eta = 1.9$	x: 4.387 m $\eta = 14.0$	x: 0.095 m $\eta = 30.7$	x: 0.095 m $\eta = 5.0$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.095 m $\eta = 42.9$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 42.9$
N91/N72	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 1.6$	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 0.905 m $\eta = 22.8$	x: 0.905 m $\eta = 39.4$	x: 0.905 m $\eta = 16.4$	$\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.905 m $\eta = 63.9$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 63.9$
N69/N70	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 2.2$	x: 5.905 m $\eta = 32.4$	x: 0.095 m $\eta = 0.4$	x: 5.905 m $\eta = 11.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.905 m $\eta = 35.0$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 35.0$
N84/N81	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 5.7$	x: 5.865 m $\eta = 65.0$	x: 0.135 m $\eta = 0.5$	x: 5.865 m $\eta = 22.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 72.7$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 72.7$
N85/N82	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 6.0$	x: 5.865 m $\eta = 65.2$	x: 5.865 m $\eta = 0.8$	x: 5.865 m $\eta = 22.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 73.7$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 73.7$
N86/N83	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 5.3$	x: 0.135 m $\eta = 65.2$	x: 5.865 m $\eta = 0.8$	x: 0.135 m $\eta = 22.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 72.7$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 72.7$
N73/N74	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 1.4$	x: 0.095 m $\eta = 32.3$	x: 0.095 m $\eta = 1.2$	x: 0.095 m $\eta = 11.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.095 m $\eta = 34.3$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 34.3$
N81/N82	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 1.7$	$\eta = 0.7$	x: 4.432 m $\eta = 38.4$	x: 4.432 m $\eta = 0.6$	x: 4.432 m $\eta = 13.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.432 m $\eta = 38.7$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 38.7$
N82/N83	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 1.7$	$\eta = 0.8$	x: 0.068 m $\eta = 39.6$	x: 0.068 m $\eta = 1.1$	x: 0.068 m $\eta = 14.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.068 m $\eta < 0.1$	x: 0.068 m $\eta = 40.7$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 40.7$
N83/N74	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w,s} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 1.6$	$\eta = 1.0$	x: 0.068 m $\eta = 36.9$	x: 0.068 m $\eta = 0.7$	x: 0.068 m $\eta = 13.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.068 m $\eta = 37.4$	$\eta < 0.1$	$M_{EEd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾			

N89/N71	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 2.5$	$\eta = 1.4$	x: 0.575 m $\eta = 39.3$	x: 0 m $\eta = 32.7$	x: 0.575 m $\eta = 28.0$	$\eta = 4.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.575 m $\eta = 61.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0.575 m $\eta = 28.0$	$\eta = 4.8$	CUMPLE $\eta = 61.7$
N67/N78	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 2.4$	$\eta = 1.4$	x: 0.225 m $\eta = 18.8$	x: 0.225 m $\eta = 0.3$	x: 0.225 m $\eta = 8.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.225 m $\eta = 19.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 19.0$
N87/N53	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 0.4$	x: 3.348 m $\eta = 1.2$	x: 5.904 m $\eta = 0.2$	x: 5.905 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.348 m $\eta = 1.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 5.905 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 1.4$
N88/N57	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 5.905 m $\eta = 1.2$	x: 5.904 m $\eta = 0.2$	x: 5.905 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.905 m $\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 5.905 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 1.3$
N89/N92	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 1.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 3.125 m $\eta = 67.5$	x: 5 m $\eta = 9.5$	x: 0 m $\eta = 18.1$	$\eta = 0.1$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	x: 3.125 m $\eta = 75.3$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 75.3$
N92/N90	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 36.5$	x: 0 m $\eta = 9.5$	x: 1 m $\eta = 17.5$	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 48.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 48.1$
N92/N91	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.2 m $\lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0.4 m $\eta = 7.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 12.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.2 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.4 m $\eta = 8.2$	x: 0.2 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 12.7$
N93/N91	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_{w, \max}$ Cumple	x: 5.163 m $\eta = 3.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 0 m $\eta = 4.4$	x: 0 m $\eta = 83.8$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 88.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 88.3$
N94/N92	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 7.6$	x: 0 m $\eta = 15.8$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 24.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 24.8$

N2/N43	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 27.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 27.3$
N43/N5	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 27.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 27.6$
N48/N5	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 27.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 27.9$
N4/N48	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 26.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 26.7$
N9/N41	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 26.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 26.2$
N41/N10	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 27.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 27.2$
N39/N10	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 27.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 27.3$
N7/N39	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 26.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 26.8$
N32/N47	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 10.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 10.9$
N47/N35	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 15.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 15.1$
N52/N35	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 11.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 11.7$
N34/N52	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 10.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 10.1$
N29/N42	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 13.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 13.7$
N42/N30	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 16.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 16.7$
N40/N30	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 12.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 12.3$
N27/N40	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 11.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 11.9$
N31/N67	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 4.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.8$
N67/N70	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 6.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.1$
N70/N27	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 6.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.2$
N26/N68	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5.4$
N68/N69	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5$

N69/N32	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 7.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 7.1$
N33/N71	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
N71/N74	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 3.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.4$
N74/N29	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 10.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 10.0$
N73/N34	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 6.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.5$
N72/N73	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 9.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 9.8$
N28/N72	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 25.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 25.1$
N1/N53	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 8.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 8.4$
N53/N2	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 3.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.1$
N87/N7	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 4.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.2$
N6/N87	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 8.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 8.2$
N57/N4	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 3.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.0$
N3/N57	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 11.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 11.0$
N88/N9	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 1.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 1.4$
N8/N88	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 4.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.8$

Notación:

- $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
- λ_{ed} : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
- N_x : Resistencia a tracción
- N_y : Resistencia a compresión
- M_y : Resistencia a flexión eje Y
- M_z : Resistencia a flexión eje Z
- V_z : Resistencia a corte Z
- V_y : Resistencia a corte Y
- $M_y V_z$: Resistencia a momento flexor Y y fuerza cortante Z combinados
- $M_z V_y$: Resistencia a momento flexor Z y fuerza cortante Y combinados
- $N M_x M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
- $N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
- M_x : Resistencia a torsión
- $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
- $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
- x : Distancia al origen de la barra
- η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- ⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flexor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flexor.
- ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
- ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- ⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil y momento flexor ni entre momentos flexores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flexor, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

- Comprobación (CTE DB SE-A) – Situación de incendio

N _i	N _c	M _v	M _z	V _z	V _v	M _v V _z	M _z V _v	NM _v M _z	NM _v M _z V _v V _z	M _i	M _v V _z	M _v V _v
N1/N87	x: 5.834 m η < 0.1	x: 0 m η = 4.3	x: 0 m η = 47.2	x: 5.835 m η = 1.5	x: 0 m η = 8.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.7	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 8.0
N87/N2	x: 1.431 m η = 0.5	x: 0.165 m η = 1.5	x: 1.432 m η = 14.3	x: 0.165 m η = 3.6	x: 1.432 m η = 5.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.165 m η = 15.9	η < 0.1	η = 0.5	x: 1.432 m η = 5.5
N3/N88	x: 5.834 m η = 0.1	x: 0 m η = 4.0	x: 0 m η = 46.9	x: 0 m η = 0.9	x: 0 m η = 8.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 52.3	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 8.0
N88/N4	x: 1.431 m η = 0.6	x: 0.165 m η = 1.4	x: 1.432 m η = 14.5	x: 0.165 m η = 4.1	x: 1.432 m η = 5.5	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.165 m η = 16.3	η < 0.1	η = 0.5	x: 1.432 m η = 5.5
N2/N39	x: 4.589 m η = 2.9	x: 0.123 m η = 3.0	x: 0.123 m η = 28.7	x: 4.589 m η = 0.6	x: 4.589 m η = 6.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.123 m η = 31.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾
N39/N5	x: 4.531 m η = 3.4	x: 0 m η = 3.0	x: 0 m η = 18.2	x: 4.532 m η = 2.4	x: 0 m η = 5.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 22.0	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾
N4/N41	x: 4.589 m η = 2.9	x: 0.123 m η = 3.0	x: 0.123 m η = 29.1	x: 4.589 m η = 0.6	x: 4.589 m η = 6.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.123 m η = 31.6	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾
N41/N5	x: 4.531 m η = 3.4	x: 0 m η = 3.0	x: 0 m η = 18.1	x: 4.532 m η = 2.4	x: 0 m η = 5.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 21.9	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾
N6/N53	x: 5.834 m η = 0.2	x: 0 m η = 2.0	x: 0 m η = 25.4	x: 5.835 m η = 0.7	x: 0 m η = 3.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 27.8	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 3.8
N53/N7	x: 1.137 m η = 0.3	x: 0.165 m η = 1.5	x: 1.138 m η = 17.9	x: 0.165 m η = 1.8	x: 0.165 m η = 3.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.138 m η = 20.5	η < 0.1	η = 0.4	x: 0.165 m η = 3.6
N8/N57	x: 5.834 m η = 0.1	x: 0 m η = 2.1	x: 0 m η = 25.4	x: 5.835 m η = 1.1	x: 0 m η = 3.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 28.0	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 3.8
N57/N9	x: 1.137 m η = 0.3	x: 0.165 m η = 1.5	x: 1.138 m η = 17.9	x: 0.165 m η = 1.5	x: 0.165 m η = 3.5	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.138 m η = 20.2	η < 0.1	η = 0.3	x: 0.165 m η = 3.5
N7/N43	x: 4.589 m η = 4.3	x: 3.929 m η = 8.8	x: 0.23 m η = 86.4	x: 0.23 m η = 1.0	x: 0.23 m η = 13.0	x: 3.929 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.23 m η = 80.4	η < 0.1	x: 3.929 m η = 0.8	x: 0.23 m η = 13.1
N43/N10	x: 4.589 m η = 4.8	x: 0 m η = 8.3	x: 2.295 m η = 46.6	x: 4.589 m η = 0.3	x: 0 m η = 8.7	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.295 m η = 55.3	η < 0.1	η = 0.7	x: 0 m η = 8.7
N9/N48	x: 4.589 m η = 4.3	x: 3.929 m η = 8.8	x: 0.23 m η = 86.4	x: 0.23 m η = 1.4	x: 0.23 m η = 13.0	x: 3.929 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.23 m η = 80.7	η < 0.1	x: 3.929 m η = 0.8	x: 0.23 m η = 13.1
N48/N10	x: 4.589 m η = 4.8	x: 0 m η = 8.3	x: 2.295 m η = 46.6	x: 4.589 m η = 0.3	x: 0 m η = 8.7	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.295 m η = 55.3	η < 0.1	η = 0.8	x: 0 m η = 8.7
N11/N54	x: 6 m η = 0.5	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 21.7	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 3.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 23.4	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾
N54/N12	x: 1.137 m η = 0.5	x: 0 m η = 1.4	x: 1.138 m η = 15.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 3.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.138 m η = 16.3	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾

N13/N58	x: 6 m η = 0.5	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 21.7	x: 0 m η = 0.3	x: 0 m η = 3.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 23.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 23.5
N58/N14	x: 1.137 m η = 0.5	x: 0 m η = 1.4	x: 1.138 m η = 15.1	x: 0 m η = 0.1	x: 0 m η = 3.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.138 m η = 16.3	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 16.3
N12/N44	x: 4.589 m η = 5.0	x: 3.929 m η = 7.4	x: 0.23 m η = 72.8	x: 0.23 m η < 0.1	x: 0.23 m η = 12.0	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	η < 0.1	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.23 m η = 67.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 72.8
N44/N15	x: 4.589 m η = 5.4	x: 0 m η = 7.3	x: 2.295 m η = 41.5	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η = 7.9	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	η < 0.1	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.295 m η = 49.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 49.2
N14/N49	x: 4.589 m η = 5.0	x: 3.929 m η = 7.4	x: 0.23 m η = 72.8	x: 0.23 m η < 0.1	x: 0.23 m η = 12.0	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	η < 0.1	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.23 m η = 67.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 72.8
N49/N15	x: 4.589 m η = 5.4	x: 0 m η = 7.3	x: 2.295 m η = 41.5	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η = 7.9	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	η < 0.1	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.295 m η = 49.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 49.2
N16/N55	x: 6 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 21.7	x: 6 m η = 0.7	x: 0 m η = 3.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 23.4	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 23.4
N55/N17	x: 1.137 m η = 0.5	x: 0 m η = 1.4	x: 1.138 m η = 15.1	x: 1.138 m η = 1.0	x: 0 m η = 3.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.138 m η = 16.9	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 16.9
N18/N59	x: 6 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 21.7	x: 6 m η = 0.7	x: 0 m η = 3.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 23.4	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 23.4
N59/N19	x: 1.137 m η = 0.5	x: 0 m η = 1.4	x: 1.138 m η = 15.1	x: 1.138 m η = 0.9	x: 0 m η = 3.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.138 m η = 16.8	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 16.8
N17/N45	x: 4.589 m η = 5.3	x: 3.929 m η = 7.4	x: 0.23 m η = 72.8	x: 0.23 m η = 0.1	x: 0.23 m η = 12.0	x: 3.929 m η < 0.1	η < 0.1	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.23 m η = 67.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 72.8
N45/N20	x: 4.589 m η = 5.7	x: 0 m η = 7.3	x: 2.295 m η = 41.5	x: 0 m η = 0.1	x: 0 m η = 7.9	η < 0.1	η < 0.1	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.295 m η = 49.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 49.2
N19/N50	x: 4.589 m η = 5.3	x: 3.929 m η = 7.4	x: 0.23 m η = 72.8	x: 0.23 m η = 0.1	x: 0.23 m η = 12.0	x: 3.929 m η < 0.1	η < 0.1	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.23 m η = 67.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 72.8
N50/N20	x: 4.589 m η = 5.7	x: 0 m η = 7.3	x: 2.295 m η = 41.5	x: 0 m η = 0.1	x: 0 m η = 7.9	η < 0.1	η < 0.1	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.295 m η = 49.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 49.2
N21/N56	x: 6 m η = 0.5	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 21.7	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 3.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 23.4	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 23.4
N56/N22	x: 1.137 m η = 0.5	x: 0 m η = 1.4	x: 1.138 m η = 15.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 3.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.138 m η = 16.3	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 16.3
N23/N60	x: 6 m η = 0.5	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 21.7	x: 0 m η = 0.3	x: 0 m η = 3.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 23.5	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 23.5
N60/N24	x: 1.137 m η = 0.5	x: 0 m η = 1.4	x: 1.138 m η = 15.1	x: 0 m η = 0.1	x: 0 m η = 3.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.138 m η = 16.3	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 16.3
N22/N46	x: 4.589 m η = 5.6	x: 3.929 m η = 7.4	x: 0.23 m η = 72.8	x: 0.23 m η < 0.1	x: 0.23 m η = 12.0	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	η < 0.1	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.23 m η = 67.1	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 72.8
N46/N25	x: 4.589 m η = 6.0	x: 0 m η = 7.3	x: 2.295 m η = 41.5	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η = 7.9	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	η < 0.1	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.295 m η = 49.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 49.2
N24/N51	x: 4.589 m η = 5.6	x: 3.929 m η = 7.4	x: 0.23 m η = 72.8	x: 0.23 m η < 0.1	x: 0.23 m η = 12.0	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	η < 0.1	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.23 m η = 67.1	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 72.8
N51/N25	x: 4.589 m η = 6.0	x: 0 m η = 7.3	x: 2.295 m η = 41.5	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η = 7.9	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	η < 0.1	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.295 m η = 49.2	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 49.2
N26/N67	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m η = 5.1	x: 0 m η = 9.0	x: 2.865 m η = 10.0	x: 0 m η = 2.2	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.865 m η = 20.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 2.2	η = 0.4	CUMPLE η = 20.6
N67/N69	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.135 m η = 2.6	x: 2.39 m η = 2.3	x: 2.39 m η = 20.1	x: 0.135 m η = 1.1	η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.39 m η = 35.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.135 m η = 1.1	η = 1.4	CUMPLE η = 35.1
N69/N27	x: 1.637 m η = 0.1	x: 0.11 m η = 0.8	x: 1.638 m η = 4.4	x: 0.11 m η = 12.7	x: 0.11 m η = 1.0	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.11 m η = 20.5	η < 0.1	η = 0.1	x: 0.11 m η = 1.0	η = 0.5	CUMPLE η = 20.5
N28/N71	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m η = 5.5	x: 0 m η = 8.8	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 2.0	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 14.2	η < 0.1	η = 1.2	x: 0 m η = 2.0	η = 0.1	CUMPLE η = 14.2

N71/N73	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.135 m $\eta = 2.6$	x: 0.135 m $\eta = 2.7$	x: 2.39 m $\eta = 18.6$	x: 0.135 m $\eta = 1.3$	$\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.39 m $\eta = 32.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	x: 0.135 m $\eta = 1.3$	$\eta = 1.2$	CUMPLE $\eta = 32.3$
N73/N29	x: 1.637 m $\eta = 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 0.8$	x: 1.638 m $\eta = 3.7$	x: 0.11 m $\eta = 14.6$	x: 0.11 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 23.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 23.2$
N27/N47	x: 4.589 m $\eta = 2.0$	x: 3.929 m $\eta = 2.3$	x: 0.23 m $\eta = 19.9$	x: 4.589 m $\eta = 0.4$	x: 4.589 m $\eta = 7.8$	x: 3.929 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.23 m $\eta = 18.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 19.9$
N47/N30	x: 4.519 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 12.2$	x: 4.52 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 6.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 15.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 15.3$
N29/N52	x: 4.589 m $\eta = 1.9$	x: 3.929 m $\eta = 2.4$	x: 0.23 m $\eta = 16.8$	x: 4.589 m $\eta = 0.4$	x: 4.589 m $\eta = 8.5$	x: 3.929 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.461 m $\eta < 0.1$	x: 4.589 m $\eta = 16.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 16.8$
N52/N30	x: 4.519 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 12.9$	x: 4.52 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 6.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 16.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 16.3$
N5/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 0.2$	x: 3.055 m $\eta = 3.2$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.11 m $\eta = 1.0$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.111 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3.055 m $\eta = 3.4$	x: 0.111 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.4$
N30/N35	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 0.9$	x: 3 m $\eta = 3.0$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.135 m $\eta = 1.0$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.136 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 3.9$	x: 0.136 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.9$
N36/N39	x: 8.307 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 11.5$	x: 8.307 m $\eta = 0.7$	x: 8.308 m $\eta = 6.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.519 m $\eta < 0.1$	x: 0.519 m $\eta < 0.1$	x: 8.308 m $\eta = 13.3$	x: 0.519 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 13.3$
N38/N41	x: 8.307 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 11.5$	x: 8.307 m $\eta = 0.7$	x: 8.308 m $\eta = 6.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.519 m $\eta < 0.1$	x: 0.519 m $\eta < 0.1$	x: 8.308 m $\eta = 13.3$	x: 0.519 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 13.3$
N37/N5	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 10.5$	x: 9.196 m $\eta = 0.8$	x: 9.197 m $\eta = 4.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.575 m $\eta < 0.1$	x: 0.575 m $\eta < 0.1$	x: 9.196 m $\eta = 10.4$	x: 0.575 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 10.5$

N47/N40	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 1.3$	x: 3 m $\eta = 2.9$	x: 3 m $\eta = 3.1$	x: 0.135 m $\eta = 1.0$	x: 0.135 m $\eta = 1.0$	x: 0.136 m $\eta < 0.1$	x: 0.493 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 7.0$	x: 0.136 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 7.0$
N52/N42	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 1.3$	x: 3 m $\eta = 2.9$	x: 3 m $\eta = 3.1$	x: 0.135 m $\eta = 1.0$	x: 0.135 m $\eta = 0.1$	x: 0.136 m $\eta < 0.1$	x: 0.493 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 7.0$	x: 0.136 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 7.0$
N41/N48	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 0.2$	x: 3.055 m $\eta = 3.2$	x: 3.055 m $\eta = 3.2$	x: 0.11 m $\eta = 1.0$	x: 0.11 m $\eta = 0.1$	x: 0.111 m $\eta < 0.1$	x: 0.478 m $\eta < 0.1$	x: 3.055 m $\eta = 6.5$	x: 0.111 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.5$
N39/N43	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 0.3$	x: 3.055 m $\eta = 3.1$	x: 3.055 m $\eta = 3.2$	x: 0.11 m $\eta = 1.0$	x: 0.11 m $\eta = 0.1$	x: 0.111 m $\eta < 0.1$	x: 0.478 m $\eta < 0.1$	x: 3.055 m $\eta = 6.5$	x: 0.111 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.5$
N2/N43	$\eta = 34.5$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 34.5$
N43/N5	$\eta = 34.3$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 34.3$
N48/N5	$\eta = 34.9$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 34.9$
N4/N48	$\eta = 33.5$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 33.5$
N9/N41	$\eta = 32.1$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 32.1$
N41/N10	$\eta = 33.6$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 33.6$
N39/N10	$\eta = 34.0$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 34.0$
N7/N39	$\eta = 32.6$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 32.6$
N32/N47	$\eta = 11.6$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 11.6$
N47/N35	$\eta = 22.2$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 22.2$
N52/N35	$\eta = 8.0$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 8.0$
N34/N52	$\eta = 8.2$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 8.2$
N29/N42	$\eta = 20.6$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 20.6$
N42/N30	$\eta = 26.1$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 26.1$
N40/N30	$\eta = 11.2$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 11.2$
N27/N40	$\eta = 16.6$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 16.6$
N7/N12	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.3$	x: 0.095 m $\eta = 4.9$	x: 0.095 m $\eta = 2.9$	x: 0.095 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	x: 0.095 m $\eta < 0.1$	x: 0.095 m $\eta < 0.1$	x: 0.095 m $\eta = 6.7$	x: 0.095 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.7$
N12/N17	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.2$	x: 3 m $\eta = 5.6$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 1.0$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 5.9$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5.9$
N17/N22	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 3.417 m $\eta = 4.2$	x: 0.095 m $\eta = 0.2$	x: 0.095 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.095 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3.417 m $\eta = 4.6$	x: 0.095 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.6$
N22/N27	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 3 m $\eta = 5.6$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 1.0$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 5.9$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5.9$
N27/N32	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 1.1$	x: 3 m $\eta = 3.3$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 1.0$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 4.4$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.4$
N2/N7	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 0.3$	x: 3 m $\eta = 3.3$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 1.0$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3 m $\eta = 3.5$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.5$
N9/N14														

N40/N35	x: 4.519 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 2.0$	x: 4.52 m $\eta = 7.2$	x: 4.52 m $\eta = 1.5$	x: 4.52 m $\eta = 3.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.52 m $\eta = 9.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 9.8$
N34/N42	x: 4.589 m $\eta = 1.1$	x: 3.929 m $\eta = 1.8$	x: 0.23 m $\eta = 11.9$	x: 4.589 m $\eta = 1.0$	x: 4.589 m $\eta = 5.3$	x: 3.929 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.23 m $\eta = 11.5$	$\eta < 0.1$	x: 3.931 m $\eta = 0.3$	x: 4.589 m $\eta = 5.3$	x: 3.931 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 11.9$
N42/N35	x: 4.519 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 7.3$	x: 4.52 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 3.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.52 m $\eta = 9.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 9.9$
N33/N72	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 6.6$	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 2.865 m $\eta = 9.9$	x: 0 m $\eta = 1.5$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.865 m $\eta = 23.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 1.5$	$\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 23.4$

N72/N74	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.135 m $\eta = 2.4$	x: 0.135 m $\eta = 2.4$	x: 2.39 m $\eta = 18.2$	x: 0.135 m $\eta = 0.9$	$\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.39 m $\eta = 31.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	x: 0.135 m $\eta = 0.9$	$\eta = 1.2$	CUMPLE $\eta = 31.5$
N74/N34	x: 1.637 m $\eta = 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 0.6$	x: 0.11 m $\eta = 2.5$	x: 0.11 m $\eta = 14.0$	x: 0.11 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 23.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 23.0$
N31/N68	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 0 m $\eta = 6.2$	x: 2.865 m $\eta = 10.1$	x: 0 m $\eta = 1.4$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.865 m $\eta = 21.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.4$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 21.2$
N68/N70	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.135 m $\eta = 2.5$	x: 2.39 m $\eta = 1.6$	x: 2.39 m $\eta = 20.2$	x: 0.135 m $\eta = 0.8$	$\eta = 1.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.39 m $\eta = 35.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 0.8$	$\eta = 1.4$	CUMPLE $\eta = 35.6$
N70/N32	x: 1.637 m $\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 0.6$	x: 1.638 m $\eta = 3.4$	x: 0.11 m $\eta = 12.8$	x: 0.11 m $\eta = 0.9$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 20.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 0.9$	$\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 20.4$
N62/N75	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 36.7$	x: 2.865 m $\eta = 37.5$	x: 2.865 m $\eta = 6.0$	$\eta = 5.2$	$\eta = 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 2.865 m $\eta = 77.5$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 77.5$
N75/N81	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.135 m $\eta = 12.9$	x: 2.39 m $\eta = 55.1$	x: 0.135 m $\eta = 12.8$	$\eta = 19.2$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 77.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 77.1$
N81/N40	x: 2.762 m $\eta = 1.5$	x: 0.11 m $\eta = 3.7$	x: 0.11 m $\eta = 41.6$	x: 2.762 m $\eta = 9.5$	$\eta = 6.0$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 49.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 49.6$
N61/N78	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 39.0$	x: 2.865 m $\eta = 36.8$	x: 2.865 m $\eta = 8.4$	$\eta = 5.1$	$\eta = 0.2$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 2.865 m $\eta = 81.3$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 81.3$
N78/N84	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.135 m $\eta = 14.4$	x: 2.39 m $\eta = 55.1$	x: 0.135 m $\eta = 16.8$	$\eta = 19.1$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 80.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 80.9$
N84/N47	x: 2.762 m $\eta = 2.2$	x: 0.11 m $\eta = 5.8$	x: 0.11 m $\eta = 41.0$	x: 2.762 m $\eta = 11.5$	$\eta = 5.9$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 50.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 50.3$
N64/N76	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 35.7$	x: 2.865 m $\eta = 35.8$	x: 2.865 m $\eta = 3.0$	$\eta = 5.0$	$\eta = 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 2.865 m $\eta = 75.5$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 75.5$
N76/N82	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.135 m $\eta = 12.4$	x: 2.39 m $\eta = 58.9$	x: 2.39 m $\eta = 8.8$	$\eta = 20.0$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.39 m $\eta = 79.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 79.1$
N82/N35	x: 3.648 m $\eta = 0.5$	x: 0.11 m $\eta = 3.0$	x: 0.11 m $\eta = 35.6$	x: 3.648 m $\eta = 3.0$	$\eta = 3.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 40.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 40.2$
N63/N79	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 36.9$	x: 2.865 m $\eta = 35.9$	x: 2.865 m $\eta = 4.5$	$\eta = 5.0$	$\eta = 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 2.865 m $\eta = 77.7$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 77.7$
N79/N85	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.135 m $\eta = 13.2$	x: 2.39 m $\eta = 59.0$	x: 0.135 m $\eta = 11.7$	$\eta = 19.8$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.39 m $\eta = 82.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 82.8$
N85/N30	x: 3.648 m $\eta = 0.9$	x: 0.11 m $\eta = 4.4$	x: 0.11 m $\eta = 34.0$	x: 3.648 m $\eta = 4.4$	$\eta = 3.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 40.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 40.5$
N66/N77	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 36.5$	x: 2.865 m $\eta = 40.0$	x: 2.865 m $\eta = 7.1$	$\eta = 5.6$	$\eta = 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 2.865 m $\eta = 83.4$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 83.4$
N77/N83	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.135 m $\eta = 13.1$	x: 2.39 m $\eta = 55.4$	x: 0.135 m $\eta = 13.1$	$\eta = 18.1$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.39 m $\eta = 78.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	$\eta = 18.1$	$\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 78.0$
N83/N42	x: 2.762 m $\eta = 1.2$	x: 0.11 m $\eta = 4.0$	x: 0.11 m $\eta = 40.3$	x: 2.762 m $\eta = 6.8$	$\eta = 5.8$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 47.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 47.2$
N65/N80	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 38.5$	x: 2.865 m $\eta = 25.2$	x: 2.865 m $\eta = 9.4$	$\eta = 3.5$	$\eta = 0.2$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	x: 2.865 m $\eta = 70.6$	x: 0.205 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 70.6$
N80/N86	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.135 m $\eta = 14.6$	x: 2.39 m $\eta = 53.4$	x: 0.135 m $\eta = 16.9$	$\eta = 18.5$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 82.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	$\eta = 18.6$	$\eta = 0.8$	CUMPLE $\eta = 82.5$
N86/N52	x: 2.762 m $\eta = 2.0$	x: 0.11 m $\eta = 6.1$	x: 0.11 m $\eta = 44.5$	x: 2.762 m $\eta = 9.5$	$\eta = 6.4$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 54.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 54.7$
N67/N68	$\eta = 2.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 5.905 m $\eta = 51.8$	x: 5.905 m $\eta = 0.4$	x: 5.905 m $\eta = 26.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.905 m $\eta = 54.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 54.3$
N78/N75	$\eta = 4.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 5.865 m $\eta = 74.9$	x: 5.865 m $\eta = 0.5$	x: 5.865 m $\eta = 34.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 79.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 79.5$
N79/N76	$\eta = 4.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 5.865 m $\eta = 74.9$	x: 5.865 m $\eta = 0.8$	x: 5.865 m $\eta = 34.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 80.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 80.0$
N80/N77	$\eta = 4.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 5.865 m $\eta = 71.0$	x: 0.135 m $\eta = 9.9$	x: 5.865 m $\eta = 31.6$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 84.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 84.6$
N71/N91	$\eta = 0.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 0.095 m $\eta = 22.8$	x: 0.095 m $\eta = 52.0$	x: 0.095 m $\eta = 8.4$	$\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.095 m $\eta = 75.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 75.1$
N91/N72	$\eta = 2.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 0.905 m $\eta = 27.7$	x: 0.905 m $\eta = 52.6$	x: 0.905 m $\eta = 18.9$	$\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.905 m $\eta = 82.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 82.7$
N69/N70	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 4.5$	x: 5.905 m $\eta = 79.4$	x: 0.095 m $\eta = 0.5$	x: 5.905 m $\eta = 29.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.905 m $\eta = 87.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 87.0$
N84/N81	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 5.0$	x: 5.865 m $\eta = 72.7$	x: 0.135 m $\eta = 0.3$	x: 5.865 m $\eta = 25.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 80.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 80.5$
N85/N82	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 5.8$	x: 5.865 m $\eta = 72.3$	x: 5.865 m $\eta = 0.5$	x: 5.865 m $\eta = 25.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 81.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 81.4$
N86/N83	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 4.7$	x: 0.135 m $\eta = 72.8$	x: 5.865 m $\eta = 0.6$	x: 0.135 m $\eta = 25.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 80.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 80.3$
N73/N74	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 3.2$	x: 0.095 m $\eta = 79.2$	x: 0.095 m $\eta = 1.9$										

N70/N81	$\eta = 1.9$	$\eta = 0.6$	x: 0.225 m $\eta = 11.7$	x: 0.225 m $\eta = 0.6$	x: 0.225 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.225 m $\eta = 12.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 12.8$
N84/N85	$\eta = 2.9$	$\eta = 1.3$	x: 0.068 m $\eta = 6.0$	x: 4.432 m $\eta = 0.7$	x: 0.068 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.068 m $\eta = 6.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.6$
N85/N86	$\eta = 2.8$	$\eta = 1.4$	x: 0.068 m $\eta = 6.7$	x: 4.432 m $\eta = 1.7$	x: 0.068 m $\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.068 m $\eta < 0.1$	x: 0.068 m $\eta = 8.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 8.8$
N86/N73	$\eta = 2.7$	$\eta = 2.1$	x: 4.275 m $\eta = 1.0$	x: 0.068 m $\eta = 1.0$	x: 4.275 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.275 m $\eta = 11.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 11.8$
N69/N84	$\eta = 3.0$	$\eta = 1.6$	x: 0.225 m $\eta = 14.2$	x: 0.225 m $\eta = 0.5$	x: 0.225 m $\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.225 m $\eta = 15.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 15.3$
N75/N76	$\eta = 1.6$	$\eta = 0.7$	x: 4.432 m $\eta = 2.2$	x: 4.432 m $\eta = 0.6$	x: 0.068 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.523 m $\eta = 3.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.1$
N76/N77	$\eta = 1.7$	$\eta = 0.6$	x: 4.432 m $\eta = 3.6$	x: 4.432 m $\eta = 5.1$	x: 4.432 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.432 m $\eta = 10.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 10.2$
N77/N90	$\eta = 1.8$	$\eta = 2.5$	x: 3.7 m $\eta = 39.3$	x: 3.7 m $\eta = 39.3$	x: 0.068 m $\eta = 3.0$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.7 m $\eta = 55.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 55.9$
N90/N72	$\eta = 2.0$	$\eta = 0.2$	x: 0.575 m $\eta = 36.6$	x: 0.575 m $\eta = 48.8$	x: 0.575 m $\eta = 24.6$	$\eta = 7.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.575 m $\eta = 78.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 78.8$
N68/N75	$\eta = 1.6$	$\eta = 1.0$	x: 0.225 m $\eta = 12.8$	x: 0.225 m $\eta = 0.4$	x: 0.225 m $\eta = 2.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.225 m $\eta = 14.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.0$
N78/N79	$\eta = 2.4$	$\eta = 1.5$	x: 4.432 m $\eta = 2.9$	x: 4.432 m $\eta = 0.6$	x: 0.068 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.432 m $\eta = 4.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.1$
N79/N80	$\eta = 2.5$	$\eta = 1.5$	x: 4.432 m $\eta = 3.6$	x: 4.432 m $\eta = 5.0$	x: 4.432 m $\eta = 1.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.432 m $\eta = 10.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 10.4$
N80/N89	$\eta = 2.4$	$\eta = 7.2$	x: 3.7 m $\eta = 19.1$	x: 3.7 m $\eta = 39.4$	x: 0.068 m $\eta = 3.4$	$\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.7 m $\eta = 59.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0.068 m $\eta = 3.4$	$\eta = 0.8$	CUMPLE $\eta = 59.1$
N89/N71	$\eta = 2.5$	$\eta = 1.5$	x: 0.575 m $\eta = 39.5$	x: 0 m $\eta = 39.4$	x: 0.575 m $\eta = 24.3$	$\eta = 5.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.575 m $\eta = 65.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0.575 m $\eta = 24.4$	$\eta = 5.9$	CUMPLE $\eta = 65.0$
N67/N78	$\eta = 2.4$	$\eta = 1.8$	x: 0.225 m $\eta = 16.7$	x: 0.225 m $\eta = 0.3$	x: 0.225 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.225 m $\eta = 18.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 18.7$
N31/N67	$\eta = 4.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.6$
N67/N70	$\eta = 7.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 7.4$
N70/N27	$\eta = 6.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.0$
N26/N68	$\eta = 6.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.7$
N68/N69	$\eta = 5.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5.2$
N69/N32	$\eta = 8.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 8.7$
N33/N71	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	NO PROCEDE
N71/N74	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	NO PROCEDE
N74/N29	$\eta = 14.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.6$
N73/N34	$\eta = 2.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 2.9$
N72/N73	$\eta = 17.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 17.0$
N28/N72	$\eta = 31.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 31.1$
N87/N53	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 0.7$	x: 2.983 m $\eta = 2.6$	x: 5.904 m $\eta = 0.3$	x: 5.905 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.983 m $\eta = 2.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 5.905 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 2.8$
N88/N57	$\eta < 0.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 2.617 m $\eta = 2.4$	x: 5.904 m $\eta = 0.2$	x: 5.905 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.983 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 5.905 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 2.5$
N1/N53	$\eta = 8.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 8.7$
N53/N2	$\eta = 1.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 1.8$
N87/N7	$\eta = 5.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 5.1$
N6/N87	$\eta = 7.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 7.6$
N57/N4	$\eta = 4.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.1$
N3/N57	$\eta = 15.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 15.8$
N88/N9	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	NO PROCEDE
N8/N88	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	NO PROCEDE

N89/N92	$\eta = 2.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	x: 3.125 m $\eta = 70.5$	x: 5 m $\eta = 12.3$	x: 0 m $\eta = 18.5$	$\eta = 0.1$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	x: 3.125 m $\eta = 79.7$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 79.7$
N92/N90	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 59.7$	x: 0 m $\eta = 18.1$	x: 1 m $\eta = 28.2$	$\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 79.7$	x: 0 m $\eta &$				

2.11. UNIONES

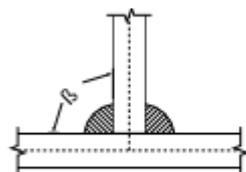
Norma → CTE DB SE-A: Código técnico de la Edificación. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

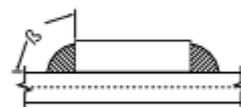
- Perfiles (material base): S275.
 - Material de aportación (soldaduras): las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base.
- (4.4.1. CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

- 1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- 2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm 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 4 veces el espesor de garganta.
- 5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo este comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Unión en 'T'



Unión en solape

Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, 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 de 2 mm (artículo 8.6.3.3b 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 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

$$\text{Tensión de Von Mises } \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

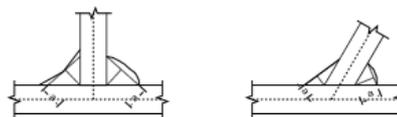
$$\text{Tensión normal } \sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde $K = 1$.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

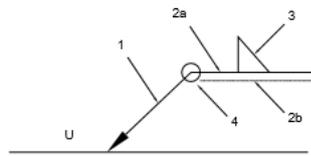
- Referencias y simbología

a (mm): espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a. CTE DB SE-A.



L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

Método de representación de soldaduras



Referencias:

1: línea de la flecha

2a: línea de referencia (línea continua)

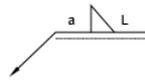
2b: línea de identificación (línea a trazos)

3: símbolo de soldadura

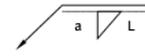
4: Indicaciones complementarias

U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

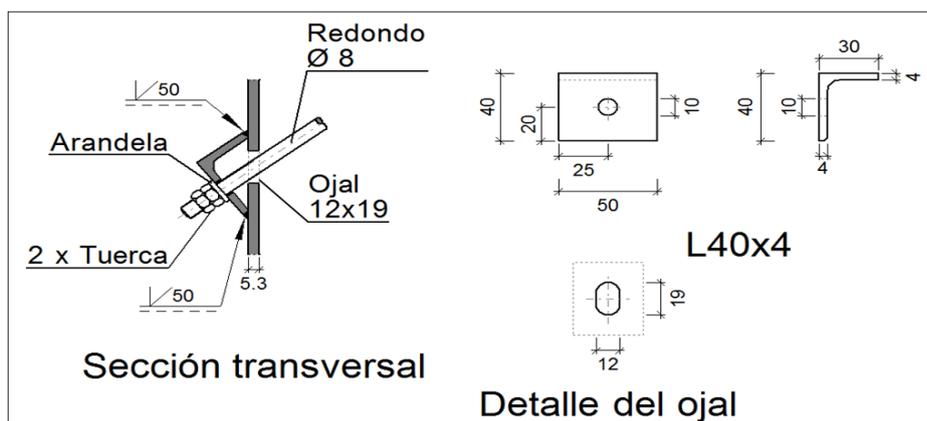
Por un lado, se dan uniones soldadas que se realizarán en taller. La distribución de los esfuerzos en cada cordón de las uniones soldadas se hace según los procedimientos de la Resistencia de Materiales.

Las uniones atornilladas se realizarán en obra con tornillos de alta resistencia en acero 10.9. La unión con tornillos se caracteriza por la utilización de acero de elevada resistencia a tracción, los cuales se aprietan tan fuertemente que el esfuerzo de apretura que se origina en las superficies de contacto con las piezas que se unen está en condiciones de hacer que los esfuerzos perpendiculares al eje del tornillo puedan transmitirse solamente por rozamiento.

A continuación se mostrarán las diferentes uniones realizadas en el proyecto:

➤ **Unión N5 - Redondo Ø 8**

a) Detalle



b) Comprobación

1) L40x4 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.61	24.19	10.77
Flector	--	--	--	64.93
Cordones de soldadura				
Comprobaciones geométricas				
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	4	50	

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
<i>l: Longitud efectiva</i>			

Comprobación de resistencia							
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w			
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)
Soldadura a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.	410.0				0.85	

c) Medición

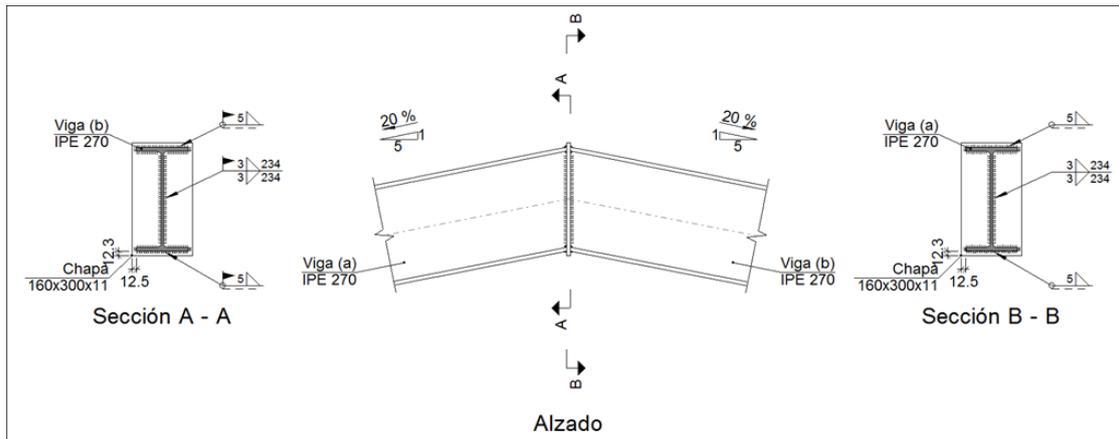
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	100

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L40x4	50	0.12
	Total		0.12	

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T8
Arandelas	1	A8

➤ **Unión N10 - IPE 270 y 270**

a) **Detalle**



b) **Descripción de los componentes de la unión**

Perfiles									
Pieza	Esquema	Geometría	Acero						
Descripción		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)	
Viga		IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	275.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría	Acero					
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		160	300	11	S275	275.0	410.0

c) **Comprobación**

1) **Chapa frontal**

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
Deformación admisible	mRad	--	2	0.00

2) Viga (a) IPE 270

Cordones de soldadura									
Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	135	10.2	78.69				
Soldadura del alma	En ángulo	3	234	6.6	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	135	10.2	78.69				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w					
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)						
Soldadura del ala superior	60.1	73.3	0.5						
Soldadura del alma	56.6	56.6	4.4						
Soldadura del ala inferior	55.8	45.7	0.3	96.9	25.11	55.8	17.01	410.0	0.85

3) Viga (b) IPE 270

Cordones de soldadura									
Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	135	10.2	78.69				
Soldadura del alma	En ángulo	3	234	6.6	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	135	10.2	78.69				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w					
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)						
Soldadura del ala superior	60.1	73.3	0.5						
Soldadura del alma	56.6	56.6	4.4						
Soldadura del ala inferior	55.8	45.7	0.3	96.9	25.11	55.8	17.01	410.0	0.85

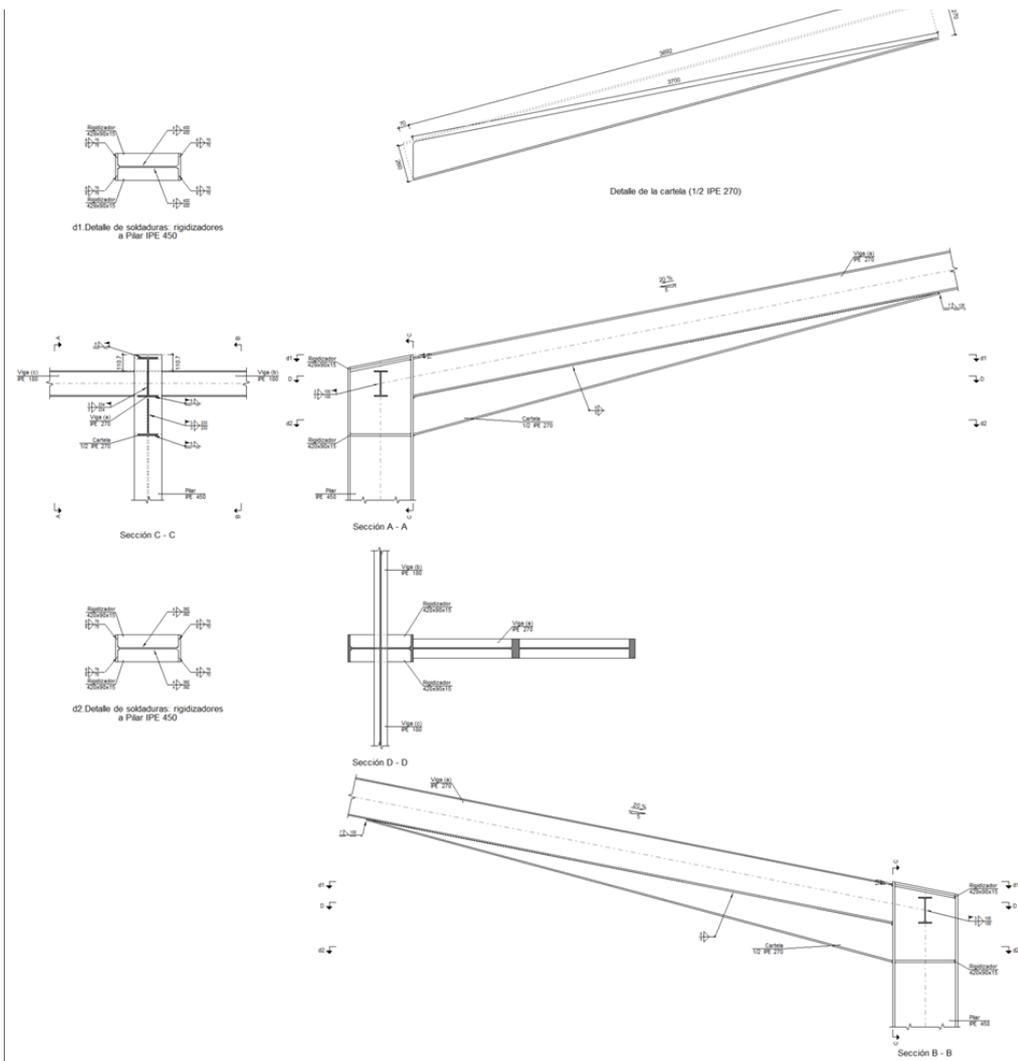
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	3	467
5	528			
En el lugar de montaje	En ángulo		3	467
5			528	

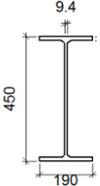
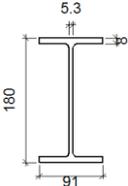
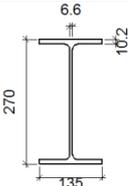
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	160x300x11	4.14
	Total		4.14	

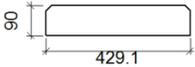
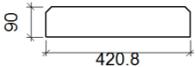
➤ Unión N12 - IPE 180, 270 y 450

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría	Acero						
Esquema		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)	
Pilar		IPE 450		450	190	9.4	14.6	9.4	S275
Viga	IPE 180		180	91	5.3	8	5.3	S275	275.0
Viga	IPE 270		270	135	6.6	10.2	6.6	S275	275.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría	Acero					
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		429.1	90	15	S275	275.0	410.0
Rigidizador		420.8	90	15	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 450

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	69.18
	Cortante	kN	291.14	644.80	45.15
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	107.99	261.90	41.23
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	124.63	261.90	47.58

	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	106.35	261.90	40.61
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	126.29	261.90	48.22
	Ala	Cortante	N/mm ²	103.04	261.90	39.34
viga (C) IPE 18U	Alma	Punzonamiento	kN	11.39	389.59	2.92
Flexión por fuerza perpendicular		kN	4.99	61.32	8.14	
viga (D) IPE 18U		Alma	Punzonamiento	kN	7.22	389.59

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	75	14.6	78.69
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	400	9.4	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	75	14.6	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	392	9.4	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	75	14.6	78.69
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	400	9.4	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	75	14.6	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	392	9.4	90.00

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f _u (N/mm ²)						
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	β_w					
Soldadura del rigidizador superior a las alas	85.6	104.4	0.1	β_w					
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	32.4	β_w					
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	110.2	110.2	0.1	220.3	57.09	110.2	33.58	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	37.5	64.9	16.82	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	84.3	102.8	0.1	197.0	51.05	84.3	25.70	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	31.9	55.3	14.33	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	111.6	111.6	0.1	223.3	57.86	111.6	34.03	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	38.0	65.8	17.05	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 270

Comprobaciones de resistencia									
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)				
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	9.25	206.15	4.49				
Cordones de soldadura									
Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	135	10.2	78.69				
Soldadura del alma	En ángulo	3	234	6.6	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	135	10.2	78.69				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	3	248	6.6	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	5	135	10.2	74.82				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	5	3700	6.6	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	135	10.2	86.13				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w					
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)						
Soldadura del ala superior	100.1	122.1	0.6						
Soldadura del alma	106.4	106.4	19.5						
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.3	0.5	0.14	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	118.0	118.0	19.5	238.3	61.76	118.0	35.96	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	111.9	146.3	0.0	277.0	71.78	138.5	42.22	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	10.8	18.7	4.85	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.	410.0	0.85						

3) Viga (c) IPE 180

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	21.63	261.90	8.26

Cordones de soldadura					
Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	100	5.3	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					
Comprobación de resistencia					
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w	
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)		
Soldadura del alma	13.4	13.4	1.2		

4) Viga (b) IPE 180

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	13.72	261.90	5.24

Cordones de soldadura					
Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	100	5.3	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					
Comprobación de resistencia					
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w	
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)		
Soldadura del alma	8.5	8.5	0.8		

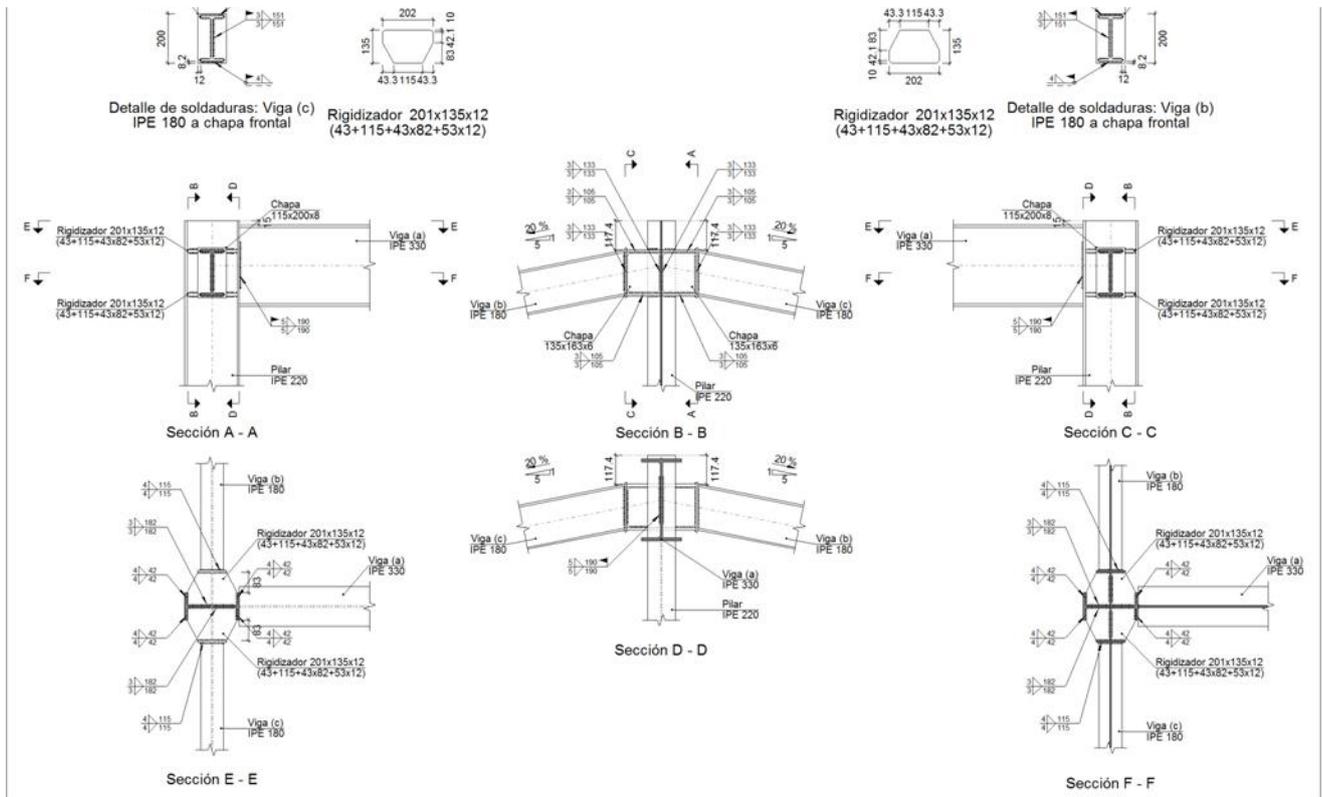
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	3166
5	7400			
6	1206			
7	135			
Lugar de montaje	En ángulo		3	1364
5		771		

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	429x90x15	9.10
2		420x90x15	8.92	
Total			18.01	

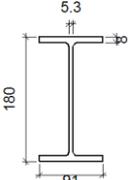
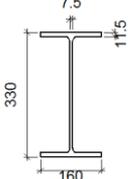
➤ **Unión N5 - IPE 180, 220 y 330**

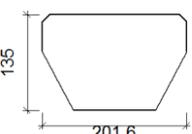
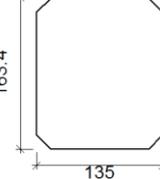
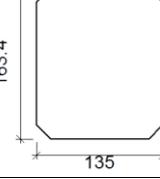
a) **Detalle**



b) **Descripción de los componentes de la unión**

Perfiles									
Pieza	Esquema	Geometría	Acero						
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	Descripción	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	275.0

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría	Acero						
Esquema		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)	
Viga	IPE 180		180	91	8	5.3	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría	Acero					
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		201.6	135	12	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) IPE 180		115	200	8	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga (c) IPE 180		135	163.4	6	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 180		115	200	8	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 180		135	163.4	6	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	52.80
	Cortante	kN	2.18	176.64	1.23
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	60.06	261.90	22.93
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	92.87	261.90	35.46
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	61.38	261.90	23.43
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	92.21	261.90	35.21
Chapa frontal [Viga (c) IPE 180]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (c) IPE 180]	Cortante	kN	6.14	95.26	6.45
Chapa frontal [Viga (b) IPE 180]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) IPE 180]	Cortante	kN	6.03	95.26	6.33
Ala	Desgarro	N/mm ²	60.67	261.90	23.16
	Cortante	N/mm ²	69.52	261.90	26.54

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	42	9.2	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	182	5.9	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	4	115	8.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	42	9.2	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	182	5.9	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	4	115	8.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	42	9.2	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	182	5.9	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	4	115	8.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	42	9.2	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	182	5.9	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	4	115	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	133	5.9	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	133	6.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	105	6.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	105	6.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	133	5.9	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	133	6.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	105	6.0	90.00	

Comprobaciones geométricas									
Ref.				Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior				En ángulo	3	105	6.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w					
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)						
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	52.0						
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	1.9						
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	27.9	27.9	2.1	56.0	14.50	27.9	8.51	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	80.4	139.3	36.10	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	1.7	2.9	0.76	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	47.5	47.5	0.6	95.0	24.62	47.5	14.48	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	53.2	92.1	23.86	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	1.2	2.1	0.55	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	28.2	28.2	0.8	56.4	14.61	28.2	8.59	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	79.9	138.3	35.84	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	1.1	1.8	0.48	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	47.3	47.3	0.3	94.7	24.53	47.3	14.43	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	8.8	15.2	3.93	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	8.8	15.2	3.93	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	9.7	16.9	4.37	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	9.7	16.9	4.37	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	8.6	14.9	3.86	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	8.6	14.9	3.86	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	9.6	16.6	4.30	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w					
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)						
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	9.6	16.6	4.30	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	3.55	261.90	1.36

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	5	190	7.5	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia				
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	
Soldadura del alma	1.4	1.4	1.0	

3) Viga (c) IPE 180

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	4	91	8.0	78.69
Soldadura del alma	En ángulo	3	151	5.3	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	4	91	8.0	78.69

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia				
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	
Soldadura del ala superior	58.1	70.9	4.1	
Soldadura del alma	0.0	0.0	7.7	

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w					
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)						
Soldadura del ala inferior	110.3	90.5	1.1	191.6	49.66	110.3	33.64	410.0	0.85

4) Viga (b) IPE 180

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	4	91	8.0	78.69
Soldadura del alma	En ángulo	3	151	5.3	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	4	91	8.0	78.69

a: Espesor garganta
 l: Longitud efectiva
 t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w					
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)						
Soldadura del ala superior	58.5	71.3	1.6						
Soldadura del alma	0.0	0.0	7.6						
Soldadura del ala inferior	110.0	90.2	0.6	191.1	49.52	110.0	33.54	410.0	0.85

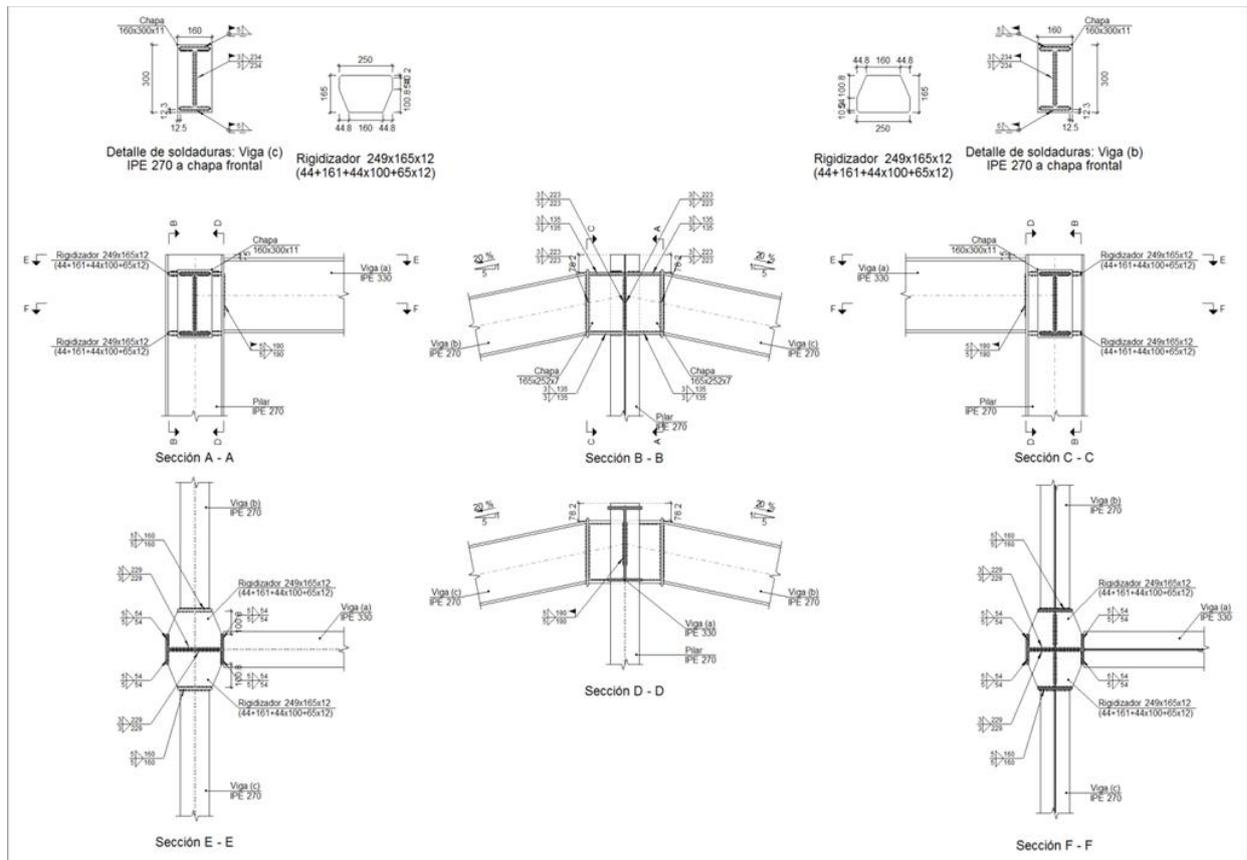
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	3	3360
4	1593			
En el lugar de montaje	En ángulo		3	604
4			708	
5			380	

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	201x135x12 (43+115+43x82+5x12)	8.90
	Chapas	2	135x163x6	2.08
2		115x200x8	2.89	
Total			13.87	

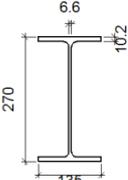
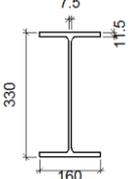
➤ **Unión N30 - IPE 270, 270 y 330**

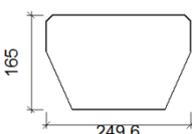
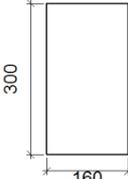
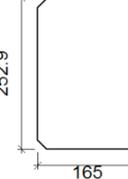
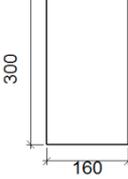
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Esquema	Geometría	Acero						
		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)	
Pilar	IPE 270			270	135	10.2	6.6	S275	275.0

Perfiles									
Pieza	IPE 270	Geometría	Acero						
Esquema		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)	
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría	Acero					
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		249.6	165	12	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) IPE 270		160	300	11	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga (c) IPE 270		165	252.9	7	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 270		160	300	11	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 270		165	252.9	7	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 270

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	58.44
	Cortante	kN	1.16	242.51	0.48
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	65.80	261.90	25.13
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	112.32	261.90	42.89
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	65.62	261.90	25.05
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	111.96	261.90	42.75
Chapa frontal [Viga (c) IPE 270]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (c) IPE 270]	Cortante	kN	10.24	142.89	7.17
Chapa frontal [Viga (b) IPE 270]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) IPE 270]	Cortante	kN	10.10	142.89	7.07
Ala	Desgarro	N/mm ²	66.40	261.90	25.35
	Cortante	N/mm ²	79.50	261.90	30.35

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	54	10.2	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	229	6.6	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	160	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	54	10.2	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	229	6.6	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	160	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	54	10.2	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	229	6.6	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	160	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	54	10.2	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	229	6.6	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	160	11.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	223	6.6	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	223	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	135	7.0	90.00

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	135	7.0	90.00				
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	223	6.6	90.00				
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	223	7.0	90.00				
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	135	7.0	90.00				
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	135	7.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)						
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)						
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	45.6	β_w					
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.9						
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	20.1	20.1	0.7	40.1	10.40	20.1	6.12	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	77.8	134.8	34.93	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.9	1.6	0.41	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	39.4	39.4	0.2	78.7	20.40	39.4	12.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	45.5	78.7	20.41	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.5	0.9	0.23	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	20.3	20.3	0.3	40.6	10.51	20.3	6.18	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	77.6	134.4	34.82	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.6	1.0	0.25	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	39.2	39.2	0.0	78.5	20.33	39.2	11.96	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	11.0	19.1	4.94	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	11.0	19.1	4.94	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w					
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)						
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	12.6	21.9	5.68	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	12.6	21.9	5.68	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	10.9	18.8	4.87	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	10.9	18.8	4.87	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	12.5	21.6	5.60	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	12.5	21.6	5.60	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	4.73	261.90	1.81

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	5	190	7.5	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia				
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	
Soldadura del alma	2.2	2.2	1.0	

3) Viga (c) IPE 270

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	135	10.2	78.69
Soldadura del alma	En ángulo	3	234	6.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	135	10.2	78.69

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo			a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)		
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w					
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)						
Soldadura del ala superior	21.1	25.8	0.7						
Soldadura del alma	0.0	0.0	10.5						
Soldadura del ala inferior	37.2	45.4	0.2	87.0	22.54	49.5	15.09	410.0	0.85

4) Viga (b) IPE 270

Cordones de soldadura

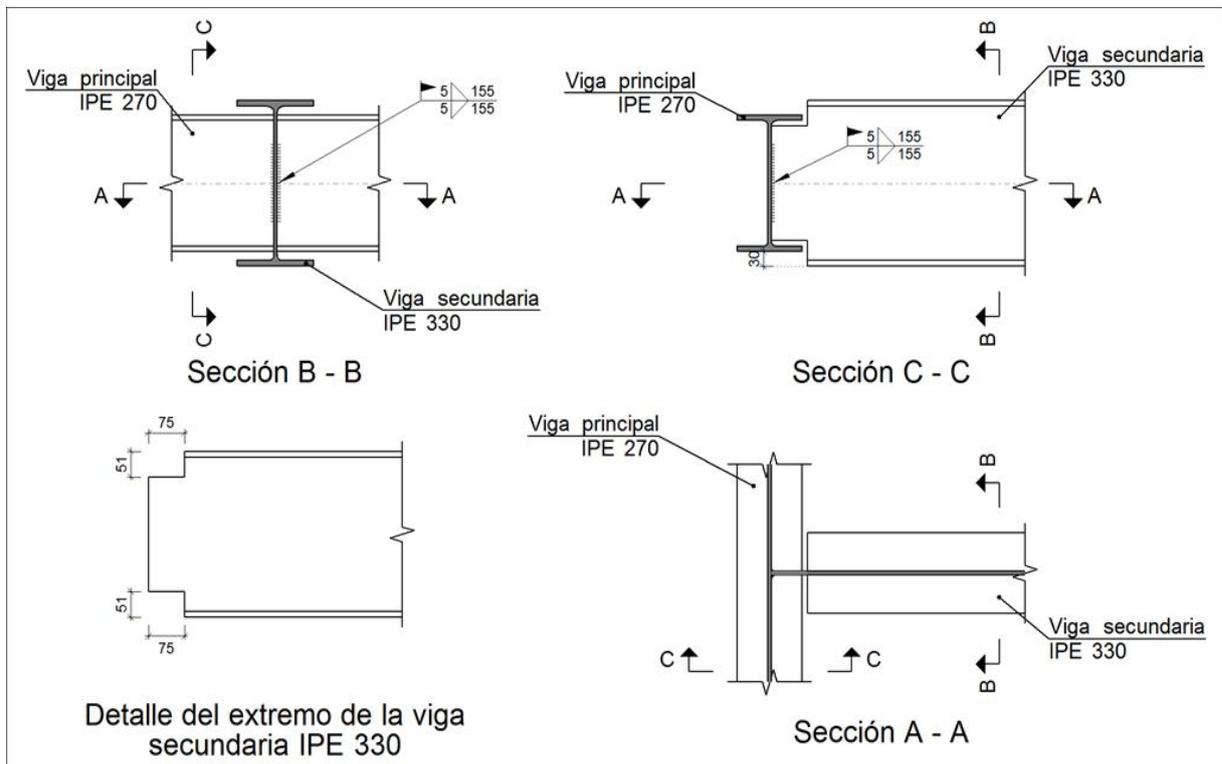
Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo			a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)		
Soldadura del ala superior	En ángulo			5	135	10.2	78.69		
Soldadura del alma	En ángulo			3	234	6.6	90.00		
Soldadura del ala inferior	En ángulo			5	135	10.2	78.69		
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w					
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)						
Soldadura del ala superior	21.4	26.1	0.3						
Soldadura del alma	0.0	0.0	10.3						
Soldadura del ala inferior	37.1	45.2	0.1	86.6	22.45	49.3	15.03	410.0	0.85

d) Medición

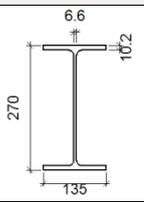
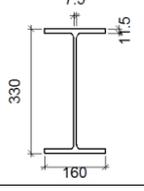
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	3	4697
5	2144			
En el lugar de montaje	En ángulo		3	935
5			1435	
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	249x165x12 (44+161+44x100+ 65x12)	13.82
	Chapas	2	165x252x7	4.59
2		160x300x11	8.29	
Total			26.69	

➤ **Unión N43 - IPE 270 y 330**

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Esquema	Geometría	Acero						
Canto total (mm)		Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)		
Viga		IPE 270			270	135	10.2	6.6	S275
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Viga principal

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	kN	0.09	90.60	0.10
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.09	84.26	0.11

2) Viga secundaria IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Pandeo local	N/mm ²	3.73	173.74	2.15
	Tensión de Von Mises	N/mm ²	4.66	261.90	1.78

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	5	155	6.6	90.00

a: Espesor garganta
 l: Longitud efectiva
 t: Espesor de piezas

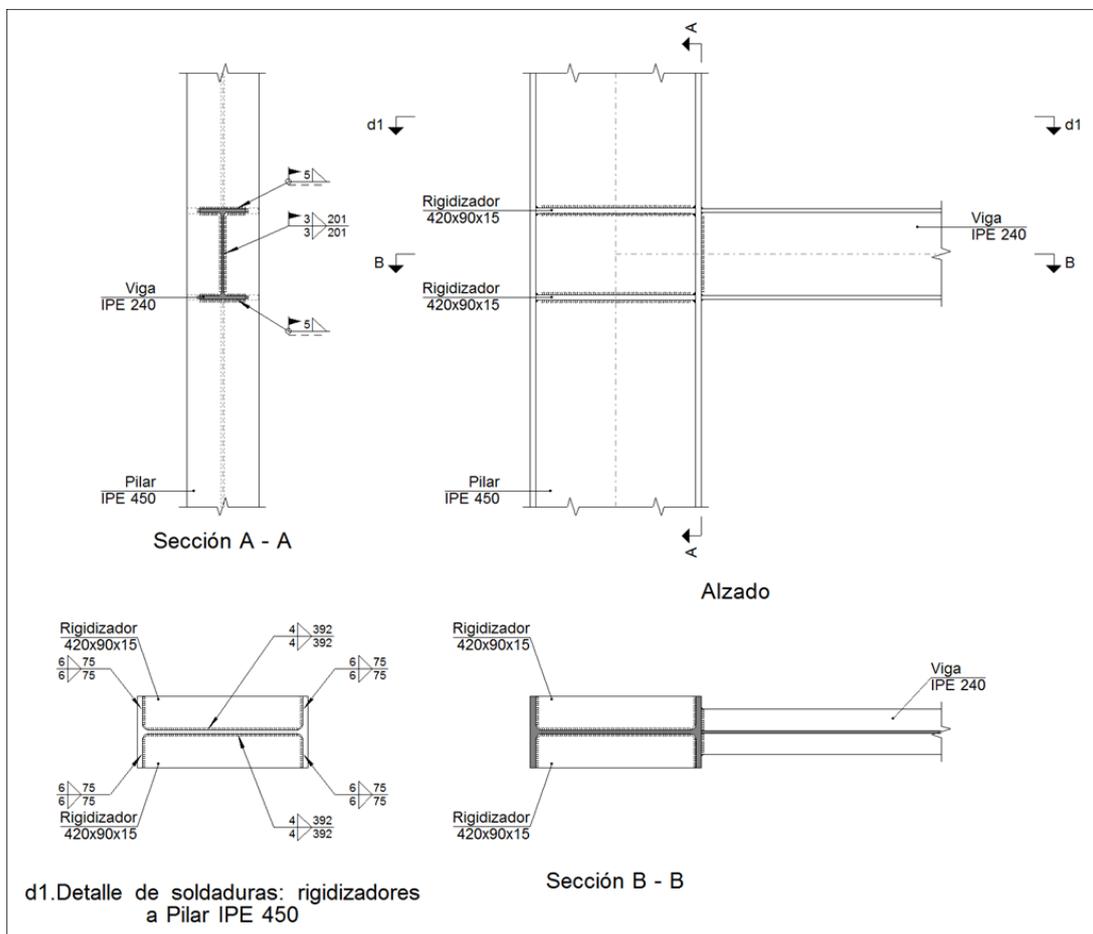
Comprobación de resistencia				
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	
Soldadura del alma	1.1	1.2	1.2	

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	5	310

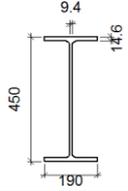
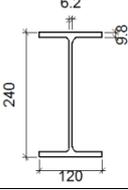
➤ Unión N54 - IPE 450 y 240

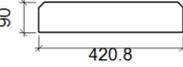
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles								
Pieza	Geometría	Acero						
Esquema	IPE 450	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)

Perfiles									
Pieza	IPE 450	Geometría	Acero						
Esquema		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)	
Pilar				450	190	14.6	9.4	S275	275.0
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría	Acero					
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		420.8	90	15	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 450

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	69.18
	Cortante	kN	136.96	575.66	23.79
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	72.59	261.90	27.71
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	61.39	261.90	23.44
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	53.70	261.90	20.50
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	80.34	261.90	30.67
Ala	Desgarro	N/mm ²	156.81	261.90	59.87
	Cortante	N/mm ²	117.07	261.90	44.70

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	75	14.6	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	392	9.4	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	75	14.6	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	392	9.4	90.00

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	75	14.6	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	392	9.4	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	75	14.6	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	392	9.4	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)						
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	β_w					
Soldadura del rigidizador superior a las alas	64.1	64.1	2.2						
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	19.2						
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	54.2	54.2	1.9	108.5	28.11	54.2	16.53	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	16.2	28.1	7.29	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	47.4	47.4	1.7	94.9	24.59	47.4	14.46	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	14.2	24.6	6.38	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	71.0	71.0	2.2	142.0	36.79	71.0	21.63	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	21.3	36.8	9.54	0.0	0.00	410.0	0

2) Viga IPE 240

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	201	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia				
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	β_w
Soldadura del ala superior	106.4	106.4	3.5	

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w					
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)						
Soldadura del alma	75.7	75.7	101.3						
Soldadura del ala inferior	113.7	113.7	3.5	227.4	58.94	113.7	34.66	410.0	0.85

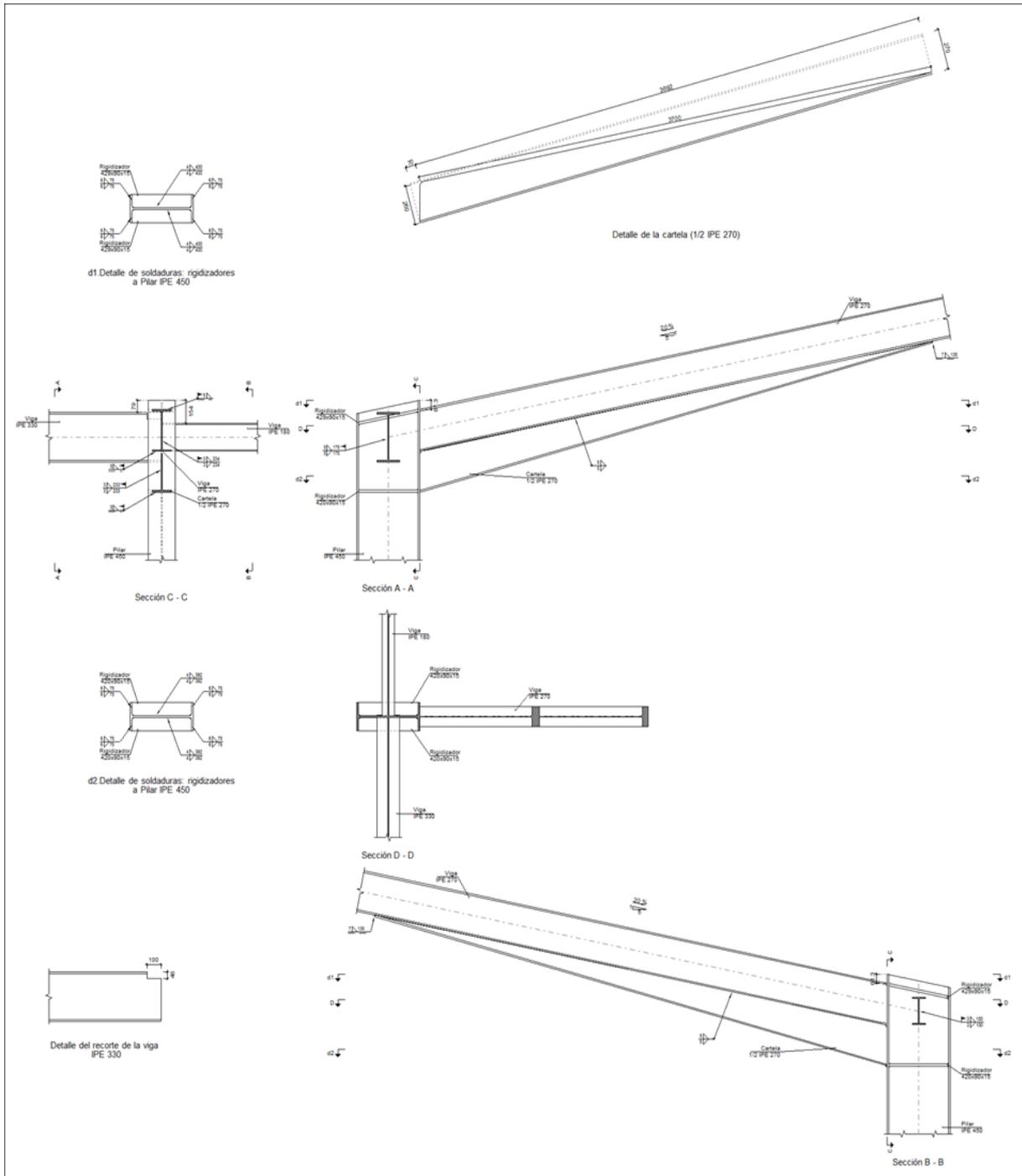
d) Medición

Soldaduras						
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)		
410.0	En taller	En ángulo	4	3133		
6	1206		En el lugar de montaje	3	402	
5	En ángulo					468

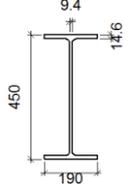
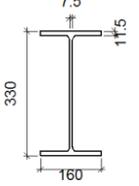
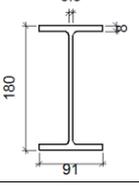
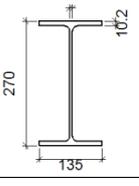
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	420x90x15	17.84
	Total			17.84

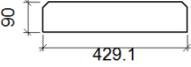
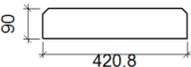
➤ Unión N27 – IPE 450, 330, 180 y 270

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Esquema	Geometría	Acero						
		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)	
Pilar	IPE 450			450	190	14.6	9.4	S275	275.0
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 180		180	91	8	5.3	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Acero Espesor (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		429.1	90	15	S275	275.0	410.0
Rigidizador		420.8	90	15	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 450

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	69.18
	Cortante	kN	74.85	644.80	11.61
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	27.71	261.90	10.58
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	32.85	261.90	12.54
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	27.40	261.90	10.46
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	33.17	261.90	12.66
Ala	Cortante	N/mm ²	28.63	261.90	10.93
Viga IPE 330	Punzonamiento	kN	21.93	675.22	3.25
Flexión por fuerza perpendicular	Alma	kN	2.51	70.87	3.55
Viga IPE 180		Punzonamiento	kN	20.03	389.59
Flexión por fuerza perpendicular	kN	Alma	7.85	61.32	12.81

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	75	14.6	78.69	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	400	9.4	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	75	14.6	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	392	9.4	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	75	14.6	78.69	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	400	9.4	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	75	14.6	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	392	9.4	90.00	

a: Espesor garganta
 l: Longitud efectiva
 t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia				
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f _u (N/mm ²)	β _w
σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	22.0	26.8	0.1	

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w					
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)						
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	8.3						
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	29.0	29.0	0.0	58.1	15.05	29.0	8.85	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	9.9	17.1	4.43	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	21.7	26.5	0.1	50.8	13.15	21.7	6.62	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	8.2	14.3	3.69	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	29.3	29.3	0.0	58.6	15.20	29.3	8.94	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	10.0	17.3	4.48	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 270

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	0.54	206.15	0.26

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	135	10.2	78.69	
Soldadura del alma	En ángulo	3	234	6.6	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	135	10.2	78.69	
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	3	248	6.6	90.00	
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	5	135	10.2	74.82	
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	5	3700	6.6	90.00	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	135	10.2	86.13	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia						
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w		
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)			

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w					
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)						
Soldadura del ala superior	25.8	31.4	0.2						
Soldadura del alma	27.5	27.5	7.9						
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.1	0.2	0.04	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	30.9	30.9	7.9	63.4	16.42	30.9	9.43	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	29.2	38.2	0.0	72.3	18.75	36.2	11.03	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	4.2	7.3	1.88	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.	410.0	0.85						

3) Viga IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	16.91	261.90	6.46

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	5	175	7.5	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia					
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w	
σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)		
Soldadura del alma	8.9	8.9	1.1		

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	3166
5	7400			
6	1206			
7	135			
En el lugar de montaje	En ángulo		3	1164
5			1121	
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	429x90x15	9.10
2		420x90x15	8.92	
Total				

2.12. PLACAS DE ANCLAJE

Debido a que los pilares metálicos no podrían asentarse directamente sobre el homigón de la cimentación, ya que éste no resistiría las tensiones transmitidas, se dispondrán de unas placas metálicas entre el pilar y la cimentación. Su principal función será la de disminuir las tensiones para que puedan ser admisibles para el hormigón. Los soportes distribuirán los esfuerzos de compresión sobre una superficie suficiente de hormigón por medio de elementos de transición, como son las placas de anclaje, para que no se supere la resistencia de cálculo del citado hormigón.

La unión de la placa base con la zapata se llevará a cabo mediante pernos de anclaje embebidos en el hormigón, los cuales inmovilizarán el pilar ante posibles fuerzas de arranque o momentos. El material utilizado será un acero S-275 para las placas y los pernos serán barras corrugadas B-400S. **“Ver planos n.º 8 y 9: Placas de anclaje”**

Según el CTE, para asegurar la resistencia de esfuerzos tangentes, como cortantes o momentos torsores, y en caso de no disponerse de elementos específicos para ello, tales como topes o conectores de cortante se debe justificar la capacidad resistente en la sección de contacto entre el soporte y el hormigón mediante:

- El rozamiento entre la placa base y el hormigón.
- La resistencia a cortante de los pernos de anclaje.

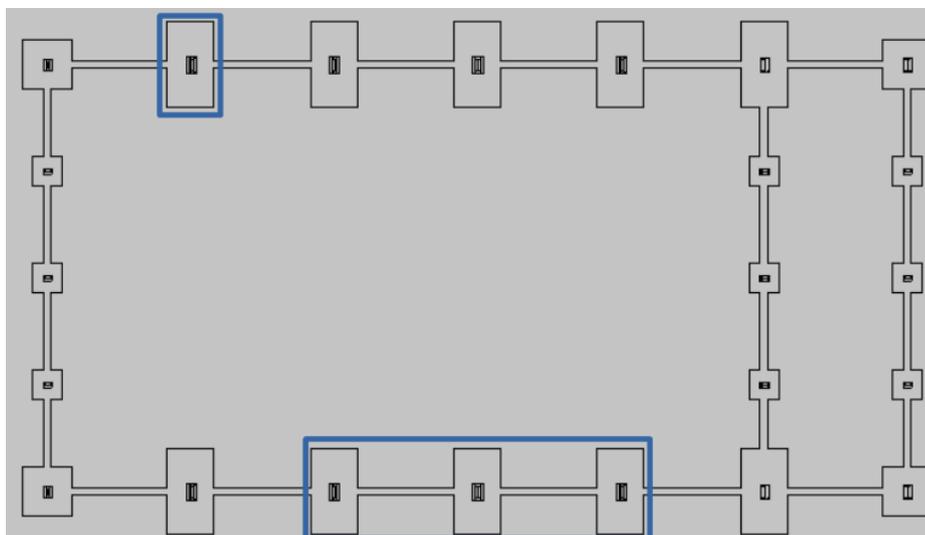
La comprobación de resistencia de la superficie de hormigón frente a las tensiones de contacto y la de las regiones circundantes en la masa de éste para los esfuerzos internos necesarios para equilibrar los de contacto se realizará de acuerdo a la instrucción aplicable a los elementos estructurales del hormigón armado.

2.12.1. Agrupación

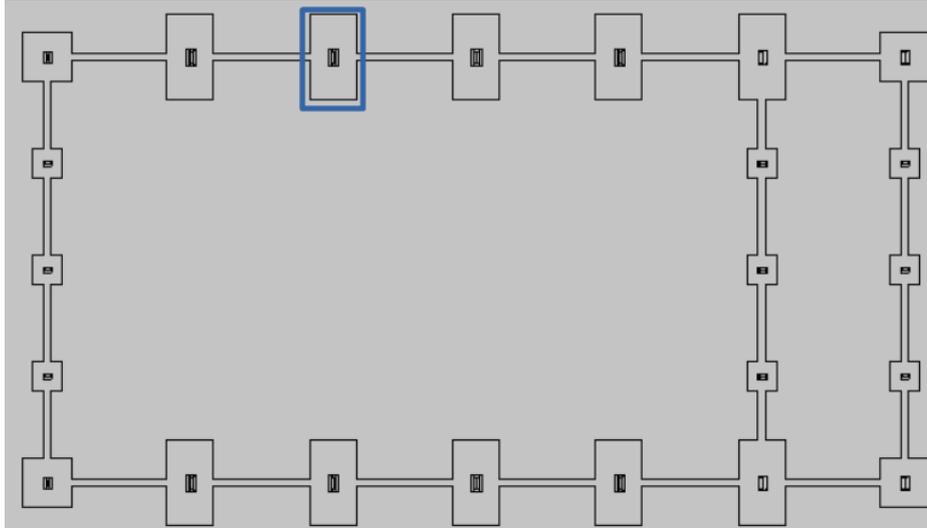
A continuación se muestra la agrupación de las placas de anclaje utilizadas en la obra:

PLACAS DE ANCLAJE		
REFERENCIA	DIMENSIONES (mm)	PERNOS
TIPO 1 N8, N16, N11, N21	400 x 700 x 25	6∅ 25 mm ; L = 55 cm Patilla a 90°
TIPO 2 N13	450 x 700 x 25	6∅ 25 mm ; L = 50 cm Patilla a 90°
TIPO 3 N18, N23	450 x 700 x 25	4∅ 32 mm ; L = 55 cm Patilla a 90°
TIPO 4 N26, N28	350 x 600 x 22	4∅ 20 mm ; L = 45 cm Patilla a 90°
TIPO 5 N31, N33	350 x 600 x 22	4∅ 20 mm ; L = 30 cm Patilla a 90°
TIPO 6 N36, N37, N38	200 x 300 x 11	4∅ 10 mm ; L = 30 cm Patilla a 90°
TIPO 7 N69, N70, N71, N72 N73, N74	250 x 400 x 14	4∅ 14 mm ; L = 30 cm Patilla a 90°
TIPO 8 N1, N3	300 x 450 x 18	6∅ 16 mm ; L = 30 cm Patilla a 90°
TIPO 9 N6	450 x 700 x 25	6∅ 25 mm ; L = 60 cm Patilla a 90°

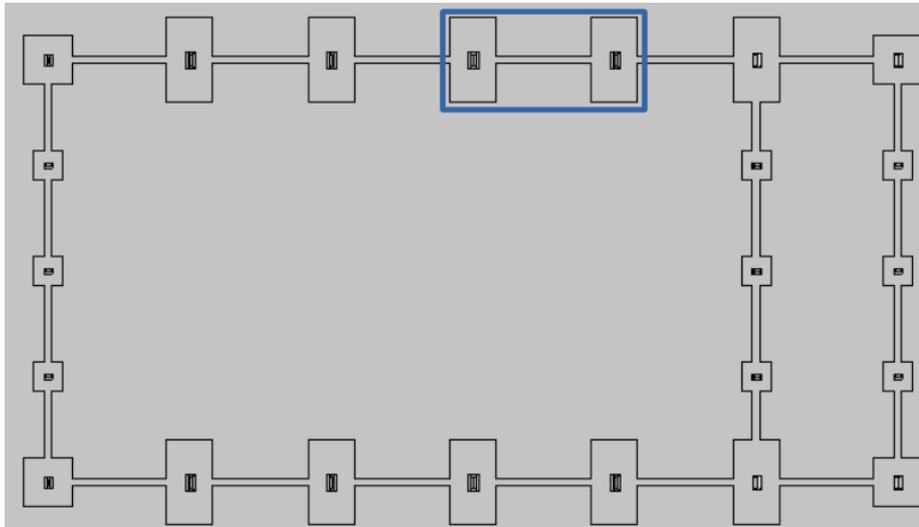
➤ Tipo 1



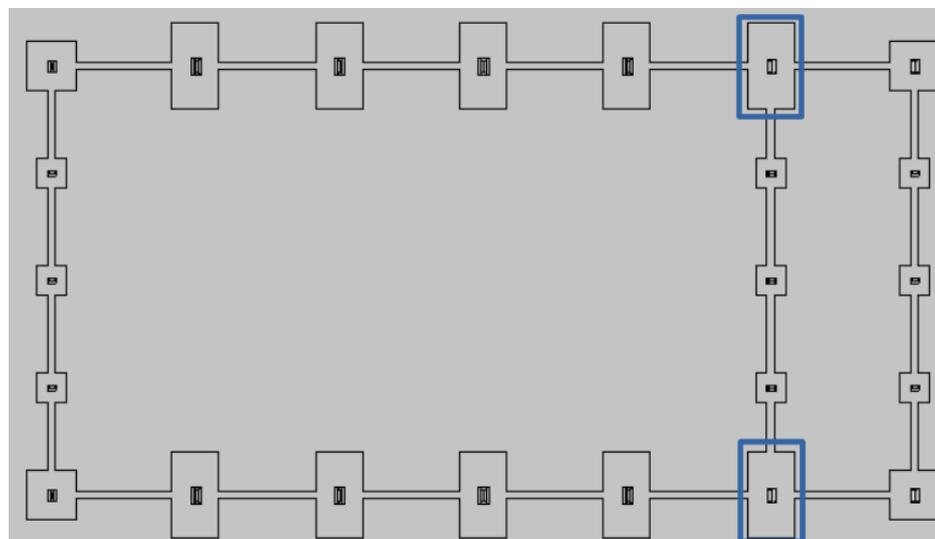
➤ **Tipo 2**



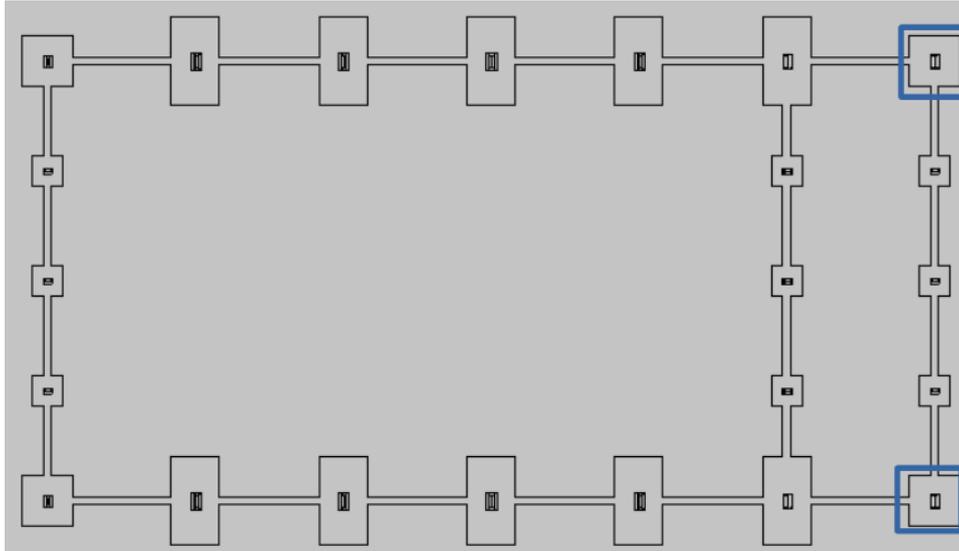
➤ **Tipo 3**



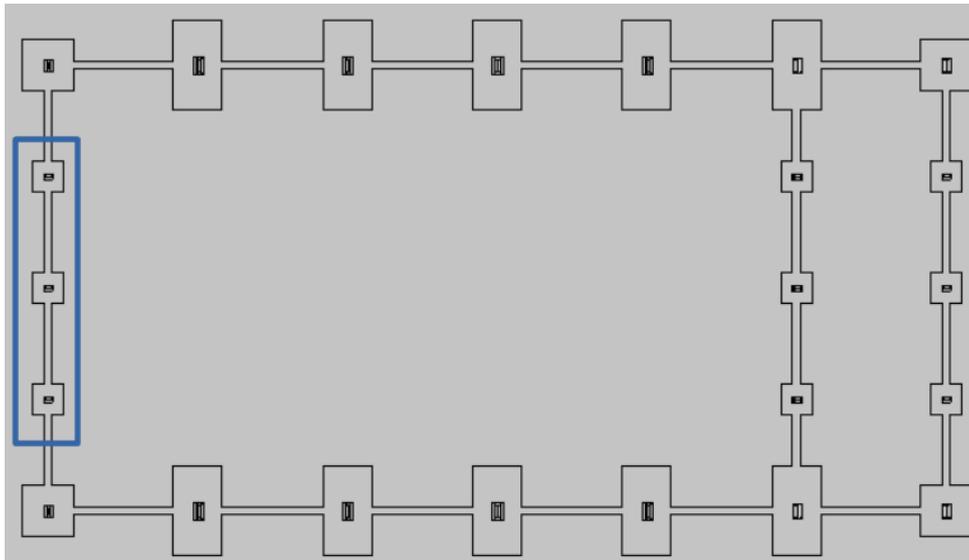
➤ **Tipo 4**



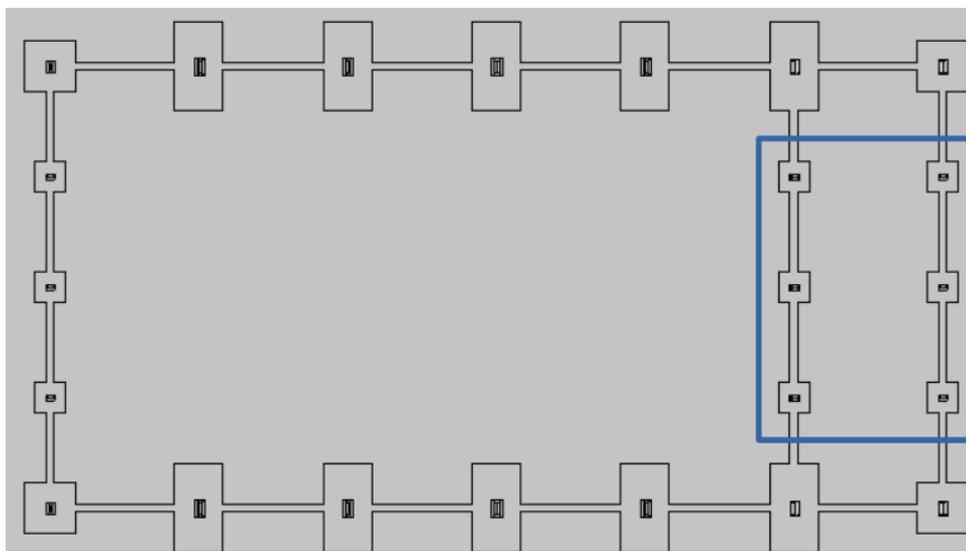
➤ Tipo 5



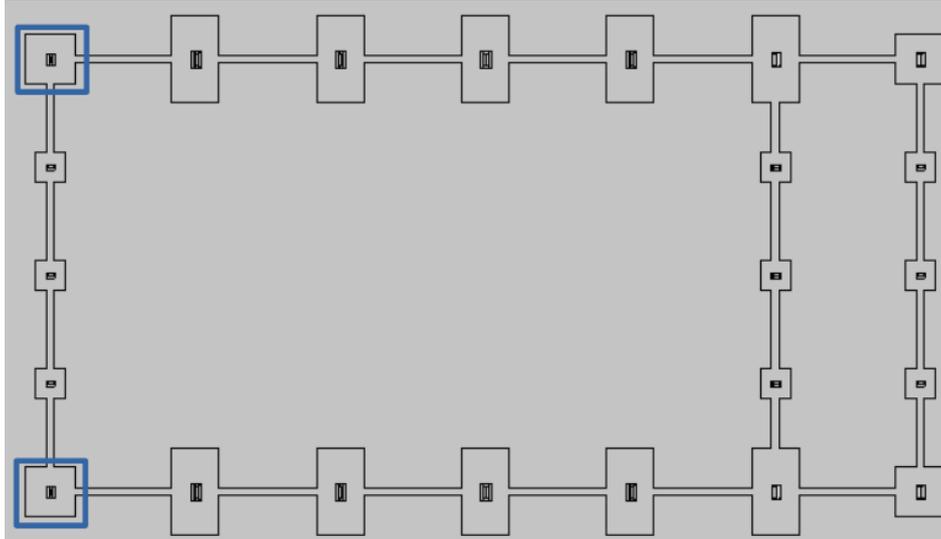
➤ Tipo 6



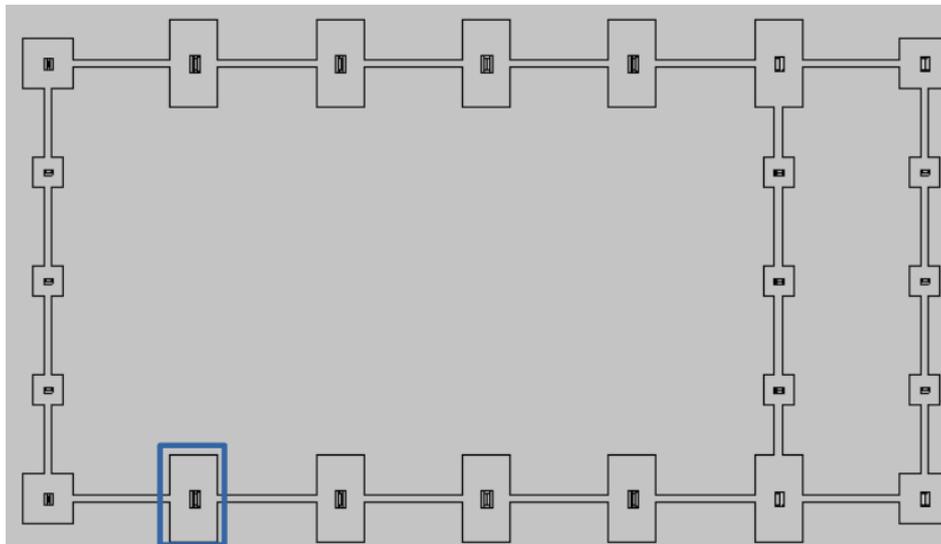
➤ Tipo 7



➤ Tipo 8



➤ Tipo 9



2.12.2. Medición de placas de anclaje y pernos

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	3	200x300x11	15.54
		6	250x400x14	65.94
		2	300x450x18	38.15
		4	350x600x22	145.07
	Rigidizadores pasantes	8	450x700x25	494.55
		4	450/240x100/0x6	6.50
		16	700/450x150/25x7	78.58
		Total		
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	12	Ø 10 - L = 341 + 97	3.24
		24	Ø 14 - L = 348 + 136	14.04
		12	Ø 16 - L = 354 + 155	9.65
		8	Ø 20 - L = 362 + 194	10.97
		8	Ø 20 - L = 462 + 194	12.95
		36	Ø 25 - L = 570 + 243	112.75
		12	Ø 25 - L = 620 + 243	39.90
		Total		

2.12.3. Comprobación

➤ Tipo 1

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.3	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 15.575 t Calculado: 13.306 t Máximo: 10.902 t Calculado: 1.042 t Máximo: 15.575 t Calculado: 14.794 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.016 t Calculado: 12.235 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 2519.4 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 33.372 t Calculado: 0.982 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 679.685 kp/cm ² Calculado: 669.543 kp/cm ² Calculado: 2620.04 kp/cm ² Calculado: 2268.9 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 5774.98 Calculado: 5774.98 Calculado: 3708.64 Calculado: 4267.72	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1833.35 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -99): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	--	700	7.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 99): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	--	700	7.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	9	79	25.0	90.00
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>						

➤ **Tipo 2**

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.3	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: -Tracción: -Cortante: -Tracción + Cortante:	Máximo: 14.159 t Calculado: 11.761 t Máximo: 9.911 t Calculado: 0.999 t Máximo: 14.159 t Calculado: 13.187 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.016 t Calculado: 10.814 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 2226.68 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 33.372 t Calculado: 0.957 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: -Derecha: -Izquierda: -Arriba: -Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 650.742 kp/cm ² Calculado: 639.541 kp/cm ² Calculado: 2131.87 kp/cm ² Calculado: 2321.3 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> -Derecha: -Izquierda: -Arriba: -Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 8318.44 Calculado: 8103.13 Calculado: 4538.61 Calculado: 4185.83	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1624.52 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -99): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	--	700	7.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 99): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	--	700	7.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	9	79	25.0	90.00
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>						

➤ Tipo 3

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.3	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 15.575 t Calculado: 13.187 t Máximo: 10.902 t Calculado: 1.259 t Máximo: 15.575 t Calculado: 14.985 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.016 t Calculado: 11.996 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 2482.42 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 33.372 t Calculado: 1.125 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 722.479 kp/cm ² Calculado: 580.537 kp/cm ² Calculado: 2270.69 kp/cm ² Calculado: 2489 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 1892.11 Calculado: 6473.8 Calculado: 5562.41 Calculado: 3893.28	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1737.2 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -99): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	--	700	7.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 99): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	--	700	7.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	9	79	25.0	90.00
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>						

➤ **Tipo 4**

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 270 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 9.062 t Calculado: 7.498 t	Cumple
-Cortante:	Máximo: 6.343 t Calculado: 1.081 t	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 9.062 t Calculado: 9.041 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 10.243 t Calculado: 7.235 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 2386.88 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 23.494 t Calculado: 1.018 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
-Derecha:	Calculado: 457.944 kp/cm ²	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 575.048 kp/cm ²	Cumple
-Arriba:	Calculado: 1934.75 kp/cm ²	Cumple
-Abajo:	Calculado: 1837.7 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 18528.8	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 3076.74	Cumple
-Arriba:	Calculado: 730.197	Cumple
-Abajo:	Calculado: 779.862	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	8	63	20.0	90.00
<i>l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>					

➤ Tipo 5

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 270 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 6.796 t Calculado: 4.49 t	Cumple
-Cortante:	Máximo: 4.757 t Calculado: 0.609 t	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 6.796 t Calculado: 5.359 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 10.243 t Calculado: 4.283 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 1399.36 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 23.494 t Calculado: 0.575 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
-Derecha:	Calculado: 574.805 kp/cm ²	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 260.681 kp/cm ²	Cumple
-Arriba:	Calculado: 1335.48 kp/cm ²	Cumple
-Abajo:	Calculado: 1158.51 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 2957.6	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 42510.1	Cumple
-Arriba:	Calculado: 1130.05	Cumple
-Abajo:	Calculado: 1216.82	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	6	63	20.0	90.00

l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

➤ Tipo 6

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 15 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 3.398 t Calculado: 0.302 t	Cumple
-Cortante:	Máximo: 2.379 t Calculado: 0.003 t	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 3.398 t Calculado: 0.306 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 2.561 t Calculado: 0.308 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 392.915 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 5.874 t Calculado: 0.003 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
-Derecha:	Calculado: 257.457 kp/cm ²	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 257.457 kp/cm ²	Cumple
-Arriba:	Calculado: 310.657 kp/cm ²	Cumple
-Abajo:	Calculado: 310.657 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 4534.85	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 4534.85	Cumple
-Arriba:	Calculado: 4618.83	Cumple
-Abajo:	Calculado: 4618.83	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	3	31	10.0	90.00
<i>l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>					

➤ Tipo 7

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 42 mm Calculado: 190 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 21 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 4.757 t Calculado: 0 t	Cumple
-Cortante:	Máximo: 3.33 t Calculado: 0.371 t	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 4.757 t Calculado: 0.53 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.023 t Calculado: 0 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 415.692 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 10.466 t Calculado: 0.333 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
-Derecha:	Calculado: 1402.82 kp/cm ²	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 1402.82 kp/cm ²	Cumple
-Arriba:	Calculado: 1750.38 kp/cm ²	Cumple
-Abajo:	Calculado: 1750.38 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 820.541	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 820.541	Cumple
-Arriba:	Calculado: 806.848	Cumple
-Abajo:	Calculado: 806.848	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	3	44	14.0	90.00
<i>l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>					

➤ Tipo 8

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 121 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 41.9	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: -Tracción: -Cortante: -Tracción + Cortante:	Máximo: 5.437 t Calculado: 4.18 t Máximo: 3.806 t Calculado: 0.398 t Máximo: 5.437 t Calculado: 4.749 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 6.557 t Calculado: 3.935 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 1990.23 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 15.378 t Calculado: 0.374 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: -Derecha: -Izquierda: -Arriba: -Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 426.899 kp/cm ² Calculado: 409.118 kp/cm ² Calculado: 1938.71 kp/cm ² Calculado: 1707.08 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> -Derecha: -Izquierda: -Arriba: -Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 18747.2 Calculado: 19193.4 Calculado: 3787.48 Calculado: 4754.09	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1055.03 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -63): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	450	6.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 63): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	450	6.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	6	50	16.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

➤ Tipo 9

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 16.991 t Calculado: 14.586 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 11.894 t Calculado: 1.377 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 16.991 t Calculado: 16.553 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.016 t Calculado: 13.292 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 2749.73 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 33.372 t Calculado: 1.231 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 779.017 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 636.09 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1329.15 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1393.01 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1561.94	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 4913.1	Cumple
- Arriba:	Calculado: 12707.3	Cumple
- Abajo:	Calculado: 8926.76	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1925.94 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -100): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	700	9.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 100): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	700	9.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	10	79	25.0	90.00

2.13. CIMENTACIÓN

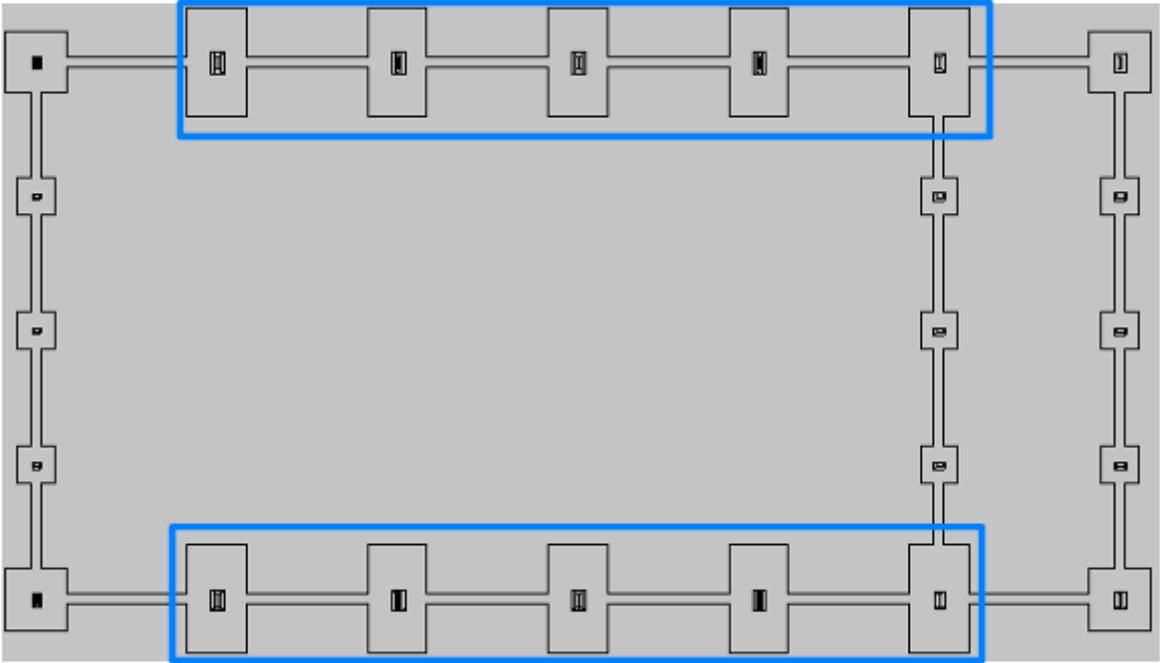
La cimentación es el conjunto de elementos estructurales de la nave cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyados al terreno, distribuyéndolas e forma que superen su presión admisible. **“Ver planos n.º 6 y 7: Cimentación”**

2.13.1. Agrupación

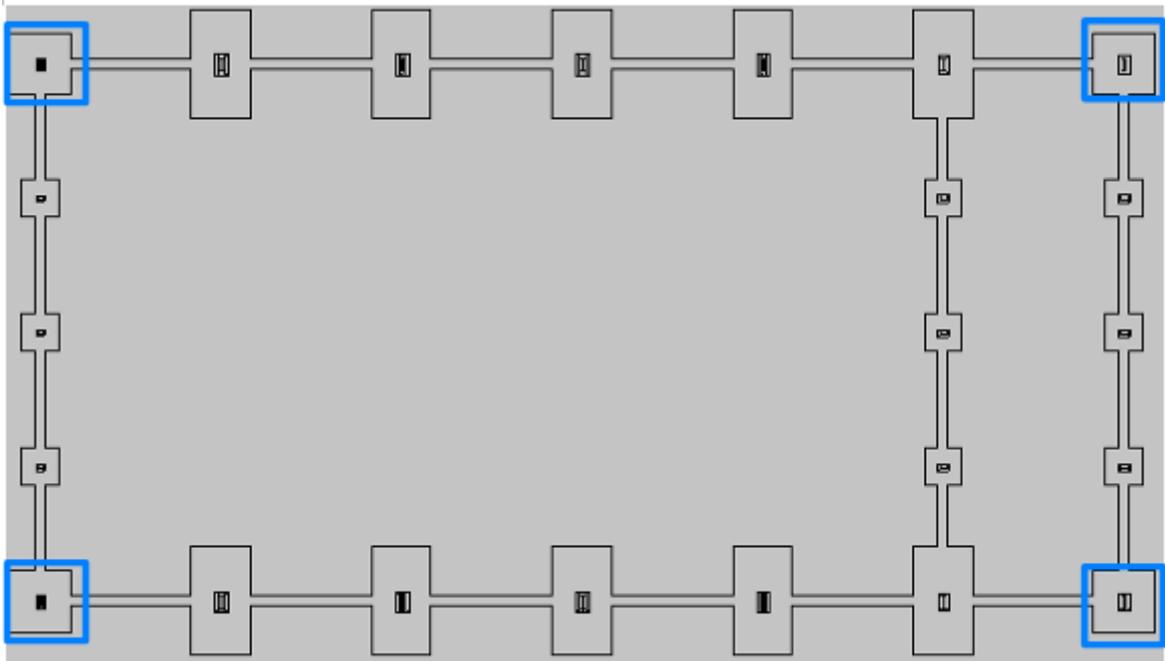
Se han agrupado las zapatas similares en un tipo único para hacer más sencilla tanto tiempo de diseño de la zapata como para facilitar la puesta en obra. La agrupación es la siguiente:

Referencias	Geometría	Armado
N8, N13, N18, N23, N28, N6, N11, N16, N21 y N26	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 100.0 cm Ancho inicial Y: 185.0 cm Ancho final X: 100.0 cm Ancho final Y: 185.0 cm Ancho zapata X: 200.0 cm Ancho zapata Y: 370.0 cm Canto: 100.0 cm	Sup X: 24Ø16c/15 Sup Y: 13Ø16c/15 Inf X: 24Ø16c/15 Inf Y: 13Ø16c/15
N3, N33, N31 y N1	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 107.5 cm Ancho inicial Y: 107.5 cm Ancho final X: 107.5 cm Ancho final Y: 107.5 cm Ancho zapata X: 215.0 cm Ancho zapata Y: 215.0 cm Canto: 100.0 cm	Sup X: 14Ø16c/15 Sup Y: 14Ø16c/15 Inf X: 14Ø16c/15 Inf Y: 14Ø16c/15
N66, N64, N62, N65, N63 y N61	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 65.0 cm Ancho inicial Y: 65.0 cm Ancho final X: 65.0 cm Ancho final Y: 65.0 cm Ancho zapata X: 130.0 cm Ancho zapata Y: 130.0 cm Canto: 100.0 cm	X: 6Ø16c/20 Y: 6Ø16c/20
N38, N37 y N36	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 65.0 cm Ancho inicial Y: 65.0 cm Ancho final X: 65.0 cm Ancho final Y: 65.0 cm Ancho zapata X: 130.0 cm Ancho zapata Y: 130.0 cm Canto: 100.0 cm	Sup X: 8Ø16c/15 Sup Y: 8Ø16c/15 Inf X: 6Ø16c/20 Inf Y: 6Ø16c/20

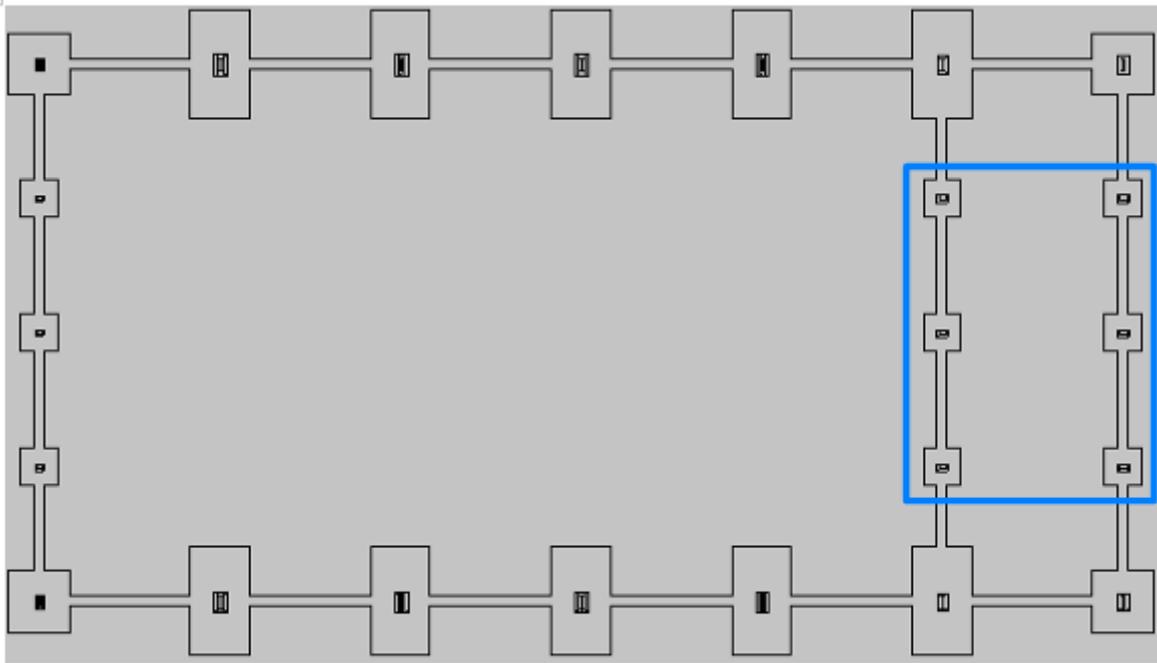
➤ Tipo 1



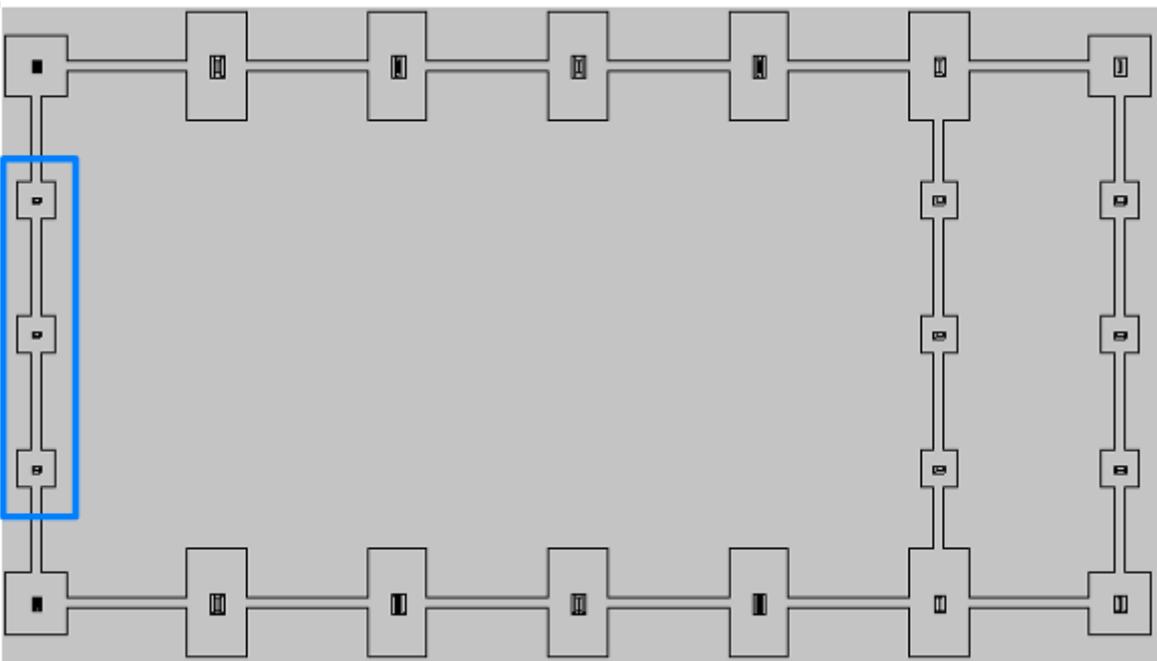
➤ Tipo 2



➤ **Tipo 3**



➤ **Tipo 4**



2.13.2. Medición de cimentación

➤ Tipo 1

Referencias: N8, N13, N18, N23, N28, N6, N11, N16, N21 y N26		B 400 S, Ys=1.1	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	24x2.58	61.92
	Peso (kg)	24x4.07	97.73
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	13x4.28	55.64
	Peso (kg)	13x6.76	87.82
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	24x2.58	61.92
	Peso (kg)	24x4.07	97.73
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	13x4.28	55.64
	Peso (kg)	13x6.76	87.82
Totales	Longitud (m)	235.12	
	Peso (kg)	371.10	371.10
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	258.63	
	Peso (kg)	408.21	408.21

➤ Tipo 2

Referencias: N3, N33, N31 y N1		B 400 S, Ys=1.1	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	14x2.73	38.22
	Peso (kg)	14x4.31	60.32
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	14x2.73	38.22
	Peso (kg)	14x4.31	60.32
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	14x2.73	38.22
	Peso (kg)	14x4.31	60.32
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	14x2.73	38.22
	Peso (kg)	14x4.31	60.32
Totales	Longitud (m)	152.88	
	Peso (kg)	241.28	241.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	168.17	
	Peso (kg)	265.41	265.41

➤ Tipo 3

Referencias: N66, N64, N62, N65, N63 y N61		B 400 S, Ys=1.1	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.88	11.28
	Peso (kg)	6x2.97	17.80
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.88	11.28
	Peso (kg)	6x2.97	17.80
Totales	Longitud (m)	22.56	
	Peso (kg)	35.60	35.60
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	24.82	
	Peso (kg)	39.16	39.16

➤ Tipo 4

Referencias: N38, N37 y N36		B 400 S, Ys=1.1	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.88	11.28
	Peso (kg)	6x2.97	17.80
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.88	11.28
	Peso (kg)	6x2.97	17.80
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	8x1.88	15.04
	Peso (kg)	8x2.97	23.74
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x1.88	15.04
	Peso (kg)	8x2.97	23.74
Totales	Longitud (m)	52.64	
	Peso (kg)	83.08	83.08
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	57.90	
	Peso (kg)	91.39	91.39

• Resumen de las mediciones:

Elemento	B 400 S, Ys=1.1 (kg)		Hormigón (m³)	
	Ø16		HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N8, N13, N18, N23, N28, N6, N11, N16, N21 y N26	10x408.21		10x7.40	10x0.74
Referencias: N3, N33, N31 y N1	4x265.41		4x4.62	4x0.46
Referencias: N66, N64, N62, N65, N63 y N61	6x39.16		6x1.69	6x0.17
Referencias: N38, N37 y N36	3x91.39		3x1.69	3x0.17
Totales	5652.87		107.70	10.77

2.13.3. Comprobación

- Tipo 1

Referencia: N8 Dimensiones: 200 x 370 x 100 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø16c/15 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø16c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> -Tensión media en situaciones persistentes: -Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: -Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.439 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.533 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.885 kp/cm ²	Cum ple Cum ple Cum ple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> -En dirección X: -En dirección Y:	Reserva seguridad: 15668.6 % Reserva seguridad: 19.5 %	Cum ple Cum ple
Flexión en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Momento: 1.57 t·m Momento: 16.11 t·m	Cum ple Cum ple
Cortante en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Cortante: 0.00 t Cortante: 11.56 t	Cum ple Cum ple
Compresión oblicua en la zapata: -Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 4.7 t/m ²	Cum ple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cum ple
Espacio para andar arranques en cimentación: -N8:	Mínimo: 54 cm Calculado: 92 cm	Cum ple
Cuánta geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> -Armado inferior dirección X: -Armado superior dirección X: -Armado inferior dirección Y: -Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013	Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple
Cuánta mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y: -Armado superior dirección X: -Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0014 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0004 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003	Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> -Parrilla inferior: -Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cum ple Cum ple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y: -Armado superior dirección X: -Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y: -Armado superior dirección X: -Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple

Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> -Armado inf. dirección X hacia der: -Armado inf. dirección X hacia izq: -Armado inf. dirección Y hacia arriba: -Armado inf. dirección Y hacia abajo: -Armado sup. dirección X hacia der: -Armado sup. dirección X hacia izq: -Armado sup. dirección Y hacia arriba: -Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 35 cm Calculado: 35 cm Calculado: 105 cm Calculado: 105 cm Calculado: 35 cm Calculado: 35 cm Calculado: 105 cm Calculado: 105 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: -Armado inf. dirección X hacia der: -Armado inf. dirección X hacia izq: -Armado inf. dirección Y hacia arriba: -Armado inf. dirección Y hacia abajo: -Armado sup. dirección X hacia der: -Armado sup. dirección X hacia izq: -Armado sup. dirección Y hacia arriba: -Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 35 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

- Tipo 2

Referencia: N3 Dimensiones: 215 x 215 x 100 Armados: Xi:Ø16c/15 Yj:Ø16c/15 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø16c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> -Tensión media en situaciones persistentes: -Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: -Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.277 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.286 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.552 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> -En dirección X: -En dirección Y:	Reserva seguridad: 524.18 % Reserva seguridad: 82.8 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Momento: 0.42 t-m Momento: 3.36 t-m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Cortante: 0.04 t Cortante: 0.00 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: -Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 1.49 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para andar arranques en cimentación: -N3:	Mínimo: 30 cm Calculado: 92 cm	Cumple

<p>Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Armado inferior dirección X: -Armado superior dirección X: -Armado inferior dirección Y: -Armado superior dirección Y: 	<p>Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013</p>	<p>Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple</p>
<p>Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y: -Armado superior dirección X: -Armado superior dirección Y: 	<p>Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014</p>	<p>Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Parrilla inferior: -Parrilla superior: 	<p>Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm</p>	<p>Cum ple Cum ple</p>
<p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y: -Armado superior dirección X: -Armado superior dirección Y: 	<p>Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm</p>	<p>Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple</p>
<p>Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y: -Armado superior dirección X: -Armado superior dirección Y: 	<p>Mínimo: 10 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm</p>	<p>Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple</p>
<p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Armado inf. dirección X hacia der: -Armado inf. dirección X hacia izq: -Armado inf. dirección Y hacia arriba: -Armado inf. dirección Y hacia abajo: -Armado sup. dirección X hacia der: -Armado sup. dirección X hacia izq: -Armado sup. dirección Y hacia arriba: -Armado sup. dirección Y hacia abajo: 	<p>Mínimo: 16 cm Calculado: 35 cm</p>	<p>Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple</p>
<p>Longitud mínima de las patillas: <ul style="list-style-type: none"> -Armado inf. dirección X hacia der: -Armado inf. dirección X hacia izq: -Armado inf. dirección Y hacia arriba: -Armado inf. dirección Y hacia abajo: -Armado sup. dirección X hacia der: -Armado sup. dirección X hacia izq: -Armado sup. dirección Y hacia arriba: -Armado sup. dirección Y hacia abajo: </p>	<p>Mínimo: 16 cm Calculado: 35 cm</p>	<p>Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple</p>
Se cumplen todas las comprobaciones		

- Tipo 3

Referencia: N66 Dimensiones: 130 x 130 x 100 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> -Tensión media en situaciones persistentes: -Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: -Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 1.472 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.685 kp/cm ² Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.753 kp/cm ²	Cum ple Cum ple Cum ple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> -En dirección X: -En dirección Y:	Reserva seguridad: 25709.1 % Reserva seguridad: 1332.7 %	Cum ple Cum ple
Flexión en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Mom ento: 3.61 t·m Mom ento: 3.23 t·m	Cum ple Cum ple
Cortante en la zapata: -En dirección X: -En dirección Y:	Cortante: 0.00 t Cortante: 0.00 t	Cum ple Cum ple
Compresión oblicua en la zapata: -Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 25.18 t/m ²	Cum ple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cum ple
Espacio para andar arranques en cimentación: -N66:	Mínimo: 30 cm Calculado: 92 cm	Cum ple
Cuánta geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cum ple Cum ple
Cuánta mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.0011 Calculado: 0.0011	Cum ple Cum ple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cum ple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cum ple Cum ple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> -Armado inferior dirección X: -Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cum ple Cum ple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> -Armado inf. dirección X hacia der: -Armado inf. dirección X hacia izq: -Armado inf. dirección Y hacia arriba: -Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 35 cm Calculado: 35 cm Calculado: 35 cm Calculado: 35 cm	Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple
Longitud mínima de las patillas: -Armado inf. dirección X hacia der: -Armado inf. dirección X hacia izq: -Armado inf. dirección Y hacia arriba: -Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 35 cm Calculado: 35 cm Calculado: 35 cm Calculado: 35 cm	Cum ple Cum ple Cum ple Cum ple
Se cumplen todas las comprobaciones		

- Tipo 4

Referencia: N38 Dimensiones: 130 x 130 x 100 Armados: Xi:Ø16c/20 Yí:Ø16c/20 Xs:Ø16c/15 Ys:Ø16c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.365 kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.326 kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.367 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 25442.2 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 101660.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 0.34 t·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 0.28 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: -Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 2.87 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para andar arranques en cimentación: -N38:	Mínimo: 30 cm Calculado: 92 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple

Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991	Mínimo: 16 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cum ple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cum ple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cum ple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cum ple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cum ple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cum ple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cum ple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cum ple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cum ple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cum ple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cum ple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cum ple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cum ple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cum ple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cum ple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cum ple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.13.4. Vigas de atado

Las vigas de atado son elementos estructurales de hormigón armado que resisten tracciones y que unen dos o más cimientos o zapatas. **“Ver plano n.º 10”**

La finalidad de las vigas de atado es absorber las posibles acciones horizontales que pueden recibir los cimientos bien de la estructura, bien del propio terreno, evitando de esta forma el desplazamiento horizontal relativo de uno respecto a otro.

Descripción de las vigas de atado

Referencias	Geometría	Armado
VC.S-3 [N3-N8], VC.S-3 [N8-N13], VC.S-3 [N18-N23], VC.S-3 [N23-N28], VC.S-3 [N31-N26], VC.S-3 [N26-N21], VC.S-3 [N21-N16], VC.S-3 [N16-N11], VC.S-3 [N11-N6] y VC.S-3 [N6-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Piel: 1x2Ø20 Estribos: 1xØ8c/15
VC.S-3 [N13-N18] y VC.S-3 [N28-N33]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Piel: 1x2Ø20 Estribos: 1xØ8c/15
VC.S-3 [N33-N66], VC.S-3 [N66-N64], VC.S-3 [N64-N62], VC.S-3 [N62-N31], VC.S-3 [N1-N36], VC.S-3 [N36-N37], VC.S-3 [N37-N38], VC.S-3 [N38-N3], VC.S-3 [N28-N65], VC.S-3 [N65-N63], VC.S-3 [N63-N61] y VC.S-3 [N61-N26]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Piel: 1x2Ø20 Estribos: 1xØ8c/15

Medición de las vigas de atado**- Tipo 1**

Referencias: VC.S-3 [N3-N8], VC.S-3 [N8-N13], VC.S-3 [N18-N23], VC.S-3 [N23-N28], VC.S-3 [N31-N26], VC.S-3 [N26-N21], VC.S-3 [N21-N16], VC.S-3 [N16-N11], VC.S-3 [N11-N6] y VC.S-3 [N6-N1]		B 400 S, Ys=1.1		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø20	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m)		2x6.44	12.88
	Peso (kg)		2x15.88	31.76
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.40	12.80
	Peso (kg)		2x15.78	31.57
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.44	12.88
	Peso (kg)		2x15.88	31.76
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	39x1.33		51.87
	Peso (kg)	39x0.52		20.47
Totales	Longitud (m)	51.87	38.56	
	Peso (kg)	20.47	95.09	115.56
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	57.06	42.42	
	Peso (kg)	22.52	104.60	127.12

- Tipo 2

Referencias: VC.S-3 [N13-N18] y VC.S-3 [N28-N33]		B 400 S, Ys=1.1		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø20	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m)		2x6.30	12.60
	Peso (kg)		2x15.54	31.07
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.30	12.60
	Peso (kg)		2x15.54	31.07
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.30	12.60
	Peso (kg)		2x15.54	31.07
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	38x1.33		50.54
	Peso (kg)	38x0.52		19.94
Totales	Longitud (m)	50.54	37.80	
	Peso (kg)	19.94	93.21	113.15
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	55.59	41.58	
	Peso (kg)	21.93	102.54	124.47

- Tipo 3

Referencias: VC.S-3 [N33-N66], VC.S-3 [N66-N64], VC.S-3 [N64-N62], VC.S-3 [N62-N31], VC.S-3 [N1-N36], VC.S-3 [N36-N37], VC.S-3 [N37-N38], VC.S-3 [N38-N3], VC.S-3 [N28-N65], VC.S-3 [N65-N63], VC.S-3 [N63-N61] y VC.S-3 [N61-N26]		B 400 S, Ys=1.1		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø20	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m)		2x4.94	9.88
	Peso (kg)		2x12.18	24.37
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x4.90	9.80
	Peso (kg)		2x12.08	24.17
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x4.94	9.88
	Peso (kg)		2x12.18	24.37
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	29x1.33		38.57
	Peso (kg)	29x0.52		15.22
Totales	Longitud (m)	38.57	29.56	
	Peso (kg)	15.22	72.91	88.13
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	42.43	32.52	
	Peso (kg)	16.74	80.20	96.94

- Resumen de las mediciones

Elemento	B 400 S, Ys=1.1 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø20	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: VC.S-3 [N3-N8], VC.S-3 [N8-N13], VC.S-3 [N18-N23], VC.S-3 [N23-N28], VC.S-3 [N31-N26], VC.S-3 [N26-N21], VC.S-3 [N21-N16], VC.S-3 [N16-N11], VC.S-3 [N11-N6] y VC.S-3 [N6-N1]	10x22.52	10x104.60	1271.20	10x0.63	10x0.16
Referencias: VC.S-3 [N13-N18] y VC.S-3 [N28-N33]	2x21.94	2x102.53	248.94	2x0.64	2x0.16
Referencias: VC.S-3 [N33-N66], VC.S-3 [N66-N64], VC.S-3 [N64-N62], VC.S-3 [N62-N31], VC.S-3 [N1-N36], VC.S-3 [N36-N37], VC.S-3 [N37-N38], VC.S-3 [N38-N3], VC.S-3 [N28-N65], VC.S-3 [N65-N63], VC.S-3 [N63-N61] y VC.S-3 [N61-N26]	12x16.74	12x80.20	1163.28	12x0.44	12x0.11
Totales	469.96	2213.46	2683.42	12.89	3.22

Comprobación de las vigas de atado**- Tipo 1**

Referencia: C.4.3 [N3-N8] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø20		
-Armadura de piel: 1x2Ø20		
-Armadura inferior: 2Ø20		
-Estribos: 1xØ8c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 14.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 24.4 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 24.4 cm	Cumple
-Armadura de piel:	Calculado: 11.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: -Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 24.4 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 24.4 cm	Cumple
-Armadura de piel:	Calculado: 11.2 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

- Tipo 2

Referencia: C.4.3 [N3-N8] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø20 -Armadura de piel: 1x2Ø20 -Armadura inferior: 2Ø20 -Estribos: 1xØ8c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 14.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> -Armadura superior: -Armadura inferior: -Armadura de piel:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 11.2 cm	Cumple Cumple Cumple
Separación máxima estribos: -Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> -Armadura superior: -Armadura inferior: -Armadura de piel:	Máximo: 30 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 11.2 cm	Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

- Tipo 3

Referencia: C.4.3 [N33-N66] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø20 -Armadura de piel: 1x2Ø20 -Armadura inferior: 2Ø20 -Estribos: 1xØ8c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 14.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> -Armadura superior: -Armadura inferior: -Armadura de piel:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 11.2 cm	Cumple Cumple Cumple
Separación máxima estribos: -Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> -Armadura superior: -Armadura inferior: -Armadura de piel:	Máximo: 30 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 11.2 cm	Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.14. SOLERA

La solera es el revestimiento del suelo natural en el interior de la nave, constituido por una capa resistente de hormigón en masa. **“Ver plano n.º 24. Solera”**

Para elegir el tipo de solera se recurre a la Norma NTE-RSS referente a soleras, utilizando la siguiente tabla:

Especificación	Símbolo	Aplicación
RSS-3 Solera para instalaciones		Se utilizará para base de apoyo de instalaciones, como canalizaciones, arquetas y pozos.
RSS-4 Solera ligera		Se utilizará en locales con una sobrecarga estática máxima prevista de 1 t/m ² , como en garajes para turismos, talleres de mecánica ligera y zonas con tránsito de personas.
RSS-5 Solera semipesada		Se utilizará en locales con una sobrecarga estática máxima prevista de 5 t/m ² , como en garajes, talleres de embalaje, fábricas de objetos plásticos o similares y locales con circulación de camionetas de hasta 2,5 toneladas por eje o de carretillas automotoras de ruedas metálicas o neumáticos.
RSS-6 Solera pesada		Se utilizará en locales con una sobrecarga estática prevista superior a 5 t/m ² , como en industrias pesadas, almacenes, talleres de forja y locales con máquinas de cualquier naturaleza o con circulación de toda clase de vehículos hasta camiones de 3 toneladas por eje.
RSS-7 Solera para cámaras frigoríficas		Se utilizará en locales destinados a cámaras frigoríficas.

Figura 14. Clasificación de las soleras

Siguiendo las indicaciones de la tabla, la solera que más se corresponde al uso que va a tener la nave es el de una Solera ligera RSS-4, ya que no se utilizará maquinaria pesada ni va a haber circulación de camiones ni carretillas automotoras.

La solera ligera RSS-4 está formada por tres capas. Una primera capa de arena de río, con un tamaño máximo de grano de 0,5 cm formando una capa de 10 cm de espesor, extendida sobre el terreno limpio y compactado a mano. Se terminará enrasándola una vez compactada.

La segunda capa es una lámina aislante de polietileno.

La tercera capa corresponde a una capa de hormigón de resistencia característica 125 kg/cm² formando una capa de 10 cm de espesor, extendido sobre lámina aislante. La superficie se terminará mediante reglado. El curado se realizará mediante riego que no produzca deslavado.

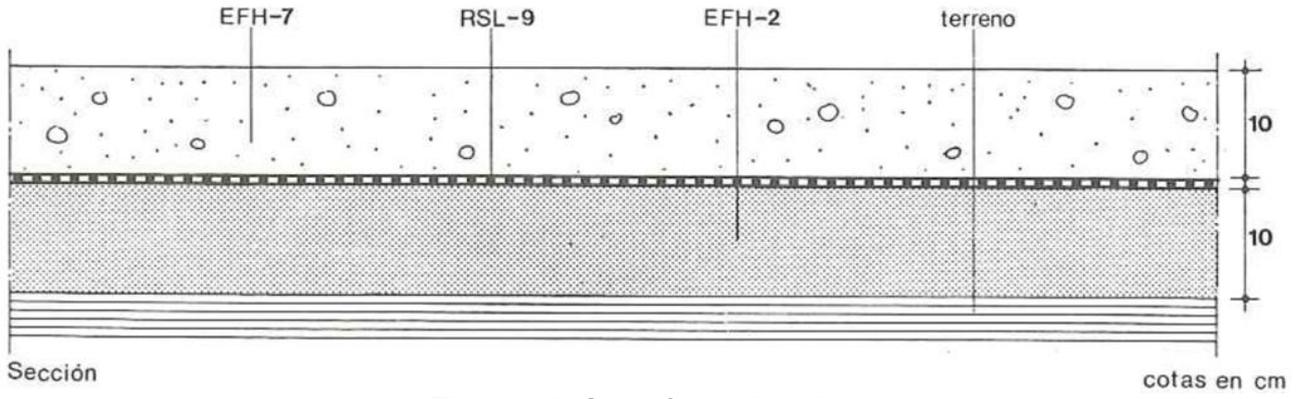


Figura 15. Sección de la solera

ANEJO 3

RED DE SANEAMIENTO

ÍNDICE

3 RED DE SANEAMIENTO.....	187
3.1. INSTALACIÓN DE RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES	187
- Canalones.....	188
- Sumideros.....	189
- Bajantes	189
- Colectores.....	189
- Arquetas.....	190
3.2. INSTALACIÓN DE RECOGIDA DE AGUAS RESIDUALES	191
- Ramales colectores.....	192
- Bajantes	192
- Colectores horizontales.....	193
- Arquetas.....	193
3.2.1. SISTEMA DE VENTILACIÓN	194

3. RED DE SANEAMIENTO

Este anejo sirve como justificación de la instalación de recogida tanto de aguas pluviales como fecales. Se calcula también cuales son los elementos necesarios de los elementos y aparatos que componen dicha red. Las bajantes y colectores son de PVC. Las arquetas son prefabricadas de hormigón.

La red de recogida de aguas pluviales es la instalación que permite recoger el agua de cubierta procedente de la lluvia. Este agua será recogida por los canalones. Éstos conducirán el agua hasta los sumideros para llevar el agua hasta los colectores subterráneos por medio de las bajantes.

La red de recogida de aguas residuales es la instalación que permite recoger cualquier tipo de agua cuya calidad se ha visto afectada negativamente. En el caso de la nave la recogida de aguas residuales serán las llamadas aguas negras. Éstas aguas son las que están contaminadas por heces u orina.

3.1. Instalación de recogida de aguas pluviales

Lo primero que tenemos que conocer para dimensionar la instalación es la intensidad pluviométrica de Laredo. Para ello, se utiliza el Documento Básico de Salubridad (DB-SE-HS). **“Ver plano n.º 28: Saneamiento de aguas pluviales”**



Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Tabla B.1
Intensidad Pluviométrica i (mm/h)

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Figura 1. Tabla de intensidad pluviométrica

La nave está situada en Laredo, Cantabria, entonces corresponde a la zona A. La isoyeta que le corresponde es la de 40 por lo que el valor de la intensidad pluviométrica es de 125 mm/h. Mirar “Plano N.º 27, Saneamiento de aguas pluviales”, donde se indican los sumideros, bajantes, colectores y arquetas necesarias para evacuar el agua.

➤ **Canalones**

El canalón es un conducto que recibe y conduce el agua de los tejados a la red de recogida de aguas pluviales; normalmente se instala en el borde del alero, en la parte inferior de los tejados. Para obtener el diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene de la tabla 4.7. en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

“Ver plano n.º 27: Canalón y cumbrera”

Puesto que la intensidad que tenemos es mayor a 100mm/h esta tabla no es válida por lo que es necesario aplicar un factor de corrección, siendo i la intensidad pluviométrica a considerar:

$$f = i / 100 = 125 / 100 = 1,25$$

La superficie de cubierta es de 648 m² (18x36) entonces S = 1,25 · 648 = 810 m² Nuestra nave es una nave a dos aguas. Se dispondrá de un canalón en la parte inferior de cada agua con una pendiente de canalón del 2%.

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Pendiente del canalón	Diámetro nominal del canalón (mm)
0.5 %	1 %	2 %	4 %		
35	45	65	95		100
60	80	115	165		125
90	125	175	255		150
185	260	370	520		200
335	475	670	930		250

Figura 2. Tabla 4.7. Diámetro de canalón

El diámetro nominal de los canalones será de 250 mm

➤ Sumideros

Es la cavidad diseñada para recoger el agua procedente de la lluvia en la nave, estos elementos facilitan la evacuación de las aguas pluviales en la cubierta de la nave. Tanto la disposición como el número de sumideros está regulado por el documento DB-SE-HS del Código Técnico.

La superficie de cubierta de la nave en proyección horizontal es de 648 m² (18x36), con este dato y utilizando la Tabla 4.6. se obtiene el número de sumideros.

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

Figura 3. Tabla 4.6. Número de sumideros

En esta nave se dispondrán de 4 sumideros.

➤ Bajantes

Las bajantes son las tuberías verticales que recogen las aguas pluviales del edificio. Se utiliza el valor de 648 m² en proyección horizontal pero dividido entre 4 ya que se divide habrá una bajante para cada sumidero y multiplicado por $f = 1,25$. Cada bajante se encargará de recoger el agua de $162 \cdot 1,25 = 202,5$ m². Para el dimensionamiento de las bajantes, para ello nos ayudamos de la Tabla 4.8.

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Figura 4. Tabla 4.8. Diámetro de las bajantes

Se obtiene un diámetro nominal de bajante de 90 mm.

➤ Colector

Los colectores son los conductos subterráneos que evacúan el agua de cubierta. Los colectores a diferencia de los canalones se calculan a sección llena en régimen permanente. El diámetro nominal se obtiene con el valor de la superficie en proyección horizontal y la Tabla 4.9. Los colectores tendrán una pendiente del 2%.

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Figura 5. Tabla 4.9. Diámetro de los colectores

Colector C1: 202,5 m² → 110 mm

Colector C2: 202,5·2 = 405 m² → 125 mm

Colector C3: 405·2 = 810 m² → 160 mm

➤ Arquetas

La arqueta es un pequeño depósito utilizado para recibir, enlazar y distribuir los conductos subterráneos. Las arquetas se sitúan donde exista algún cambio de dirección y también debajo de cada bajante. Se utiliza para el dimensionamiento la Tabla 4.13.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Figura 6. Tabla 4.13. Dimensiones de las arquetas

El tamaño de las arquetas depende del diámetro de los colectores que salen de ellas, entonces las arquetas serán las siguientes:

Arqueta 1: colector C1 (110 mm) → 50 x 50 mm

Arqueta 2: colector C2 (125 mm) → 60 x 60 mm

Arqueta 3: colector C3 (160 mm) → 60 x 60 mm

3.2. Instalación de recogida de aguas residuales

Lo primero para dimensionar la recogida de aguas residuales hay que analizar la cantidad de elementos que se disponen en los espacios. **“Ver plano n.º 29: Saneamiento de aguas residuales”**

En la primera planta se dispondrán de dos baños completos con un lavabo y un inodoro cada uno. El bar cuenta con un lavabo y un fregadero.

En la segunda planta se dispondrá de dos vestuarios con 5 duchas y dos baños completo por vestuario.

Entonces en total hay los siguientes aparatos en la nave:

- 20 duchas
- 7 lavabos
- 6 inodoros
- 1 fregadero

Se utiliza la Tabla 4.1. del Documento Básico HS 5 para adjudicar las unidades de desagüe (UD) a cada tipo de aparato y también los diámetros mínimos. Puesto que es un gimnasio el uso que se le va a dar a los aparatos es público.

Tabla 4.1 UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	5	100
	Con fluxómetro	8	10	100
Urinario	Pedestal	-	4	-
	Suspendido	-	2	-
	En batería	-	3.5	-
Fregadero	De cocina	3	6	40
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100

Figura 7. Tabla 4.1. Uds de los diferentes aparatos sanitarios

Los diámetros mínimos y las unidades de desagüe son los siguientes:

20 duchas: 3 UD por ducha → 60 UD, diámetro mínimo 50

7 lavabos: 2 UD por lavabo → 14 UD, diámetro mínimo 40

6 inodoros (con cisterna): 5 UD por inodoro → 30 UD, diámetro mínimo 100

1 fregadero (de cocina): 6 UD por fregadero → 6 UD, diámetro mínimo 50

Entonces, se requieren un total de 110 UD.

➤ **Ramales colectores**

Con el cálculo de las unidades de desagüe totales se obtendrá el diámetro de los ramales colectores que irán entre los aparatos sanitarios y la bajante. La pendiente del ramal será de 2%. Para hallar el diámetro utilizaremos la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Figura 8. Tabla 4.3. Diámetro de los ramales colectores

Para un total de 80 UD con una pendiente del 2%, el diámetro mínimo es de 110 mm, además este valor es superior a todos los diámetros mínimos de los aparatos sanitarios en individual, por lo que este diámetro es válido.

➤ **Bajantes**

Tal y como indica la norma, el dimensionamiento de las bajantes debe realizarse de forma que no se rebase el límite de ± 250 Pa de variación de presión. El diámetro de las bajantes se obtiene en la tabla 4.4. como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.

Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Figura 9. Tabla 4.4. Diámetro de las bajantes

Se obtiene un valor de diámetro mínimo para las bajantes de 90 mm pero teniendo en cuenta que el valor que llega de los colectores es de 110 mm este valor no nos sirve por lo que el diámetro de las bajantes será de 110 mm.

➤ **Colectores horizontales**

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

El diámetro de los colectores horizontales se obtiene de la Tabla 4.5 en función del máximo número de UD y de la pendiente.

Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

	Máximo número de UD		Diámetro (mm)
	Pendiente		
	1 %	4 %	
	-	20	50
	-	24	63
	-	38	75
	96	130	90
	264	321	110
	390	480	125
	880	1.056	160
	1.600	1.920	200
	2.900	3.500	250
	5.710	6.920	315
	8.300	10.000	350

Figura 10. Tabla 4.5. Diámetro de los colectores horizontales

Con el diámetro de los colectores ocurre lo mismo que con el de las bajantes. El diámetro que correspondería sería de 90 mm pero es menos que el de los colectores y el de las bajantes que es de 110 mm por lo que el diámetro de los colectores horizontales será también de 110 mm.

➤ **Arquetas**

Utilizando la tabla 4.13. se obtienen las dimensiones mínimas necesarias de las arquetas en función del diámetro del colector de la salida de ésta.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Figura 11. Tabla 4.13. Dimensionamiento de las arquetas

El diámetro de las tuberías que llegan a las arquetas es de 110 mm. Entonces, las arquetas tendrán una dimensión de 50x50.

3.2.1. Sistemas de ventilación

Las bajantes de los cuartos de baño necesitan tener siempre un sistema de ventilación. Es necesario que haya al menos un sistema de ventilación primaria ya que al bajar el agua por la bajante es necesario que entre aire por algún sitio. Si dicha ventilación no existe o no es suficiente pueden salir malos olores por los desagües. Para evitar esto existen básicamente dos tipos de ventilación, en función del número de plantas del edificio. Puesto que la nave solo tiene una planta se obtará por una ventilación primaria.

Para la instalación de la ventilación primaria se prolongará hasta la cubierta la tubería de las bajantes, con el mismo diámetro de 110 mm. La cubierta al no ser transitable ni destinada a terraza, la tubería no hará falta prolongarla 2 metros, será suficiente con que sobresalga de la superficie de cubierta para que los olores salgan al exterior de la nave.

ANEJO 4

RED DE ABASTECIMIENTO

ÍNDICE

4. RED DE ABASTECIMIENTO	197
4.1. INTRODUCCIÓN	197
4.1.1. Características de la instalación	198
4.1.2. Componentes de la instalación.....	198
4.2. NECESIDADES DE CAUDAL Y AGUA	199
4.2.1. Caudales mínimos	199
4.2.2. Limpieza del interior de la nave	200
4.2.3. Abastecimiento de los aparatos de la nave.....	200
4.2.4. Necesidad de agua total	201
4.3. INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA.....	202
4.3.1. Diámetro de las conducciones.....	202
4.3.2. Llaves de paso.....	202
4.4. INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE	203
4.4.1. Necesidades de agua caliente.....	203
4.4.2. Diámetro de las conducciones.....	203
4.4.3. Llaves de paso.....	203
4.4.4. Calentador de agua	204

4. RED DE ABASTECIMIENTO

4.1. INTRODUCCIÓN

Este anejo sirve como justificación del diseño y cálculo de las necesidades de suministro de agua para la nave situada en Laredo. La distribución de agua procederá de la red municipal de abastecimiento de Laredo, que asegura la potabilidad del agua y cuya presión de servicio es de 30 m.c.a. **“Ver plano n.º 30: Suministro de agua”**

Los cálculos y el diseño de toda la instalación siguen las reglas del Código Técnico de Edificación, Documento Básico de Salubridad (CTE DB-HS-4), Suministro de aguas.

Los materiales empleados en la red de suministro de aguas también deben cumplir las exigencias del Código Técnico. Las características más destacadas que exige el Código son:

- Para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, del 7 de Febrero.
- Deben ser resistentes a la corrosión interior.
- No deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.
- No deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí.
- Deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.
- Deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.
- Deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40°C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.
- La instalación de suministro de agua debe tener características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favoreces el desarrollo de la biocapa.
- Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.
- Para cumplir con las condiciones anteriores pueden utilizarse revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua.

4.1.1. Características de la instalación.

Para los aseos se diseñará una red de abastecimiento de agua fría y para las duchas y lavabos se diseñará una red de abastecimiento de agua caliente.

La conducción exterior desde la red municipal irá enterrada y será mediante una tubería de polietileno de uso alimentario de 63 mm de diámetro. Las tuberías correspondientes al interior de la nave serán de cobre.

4.1.2. Componentes de la instalación.

La instalación constará de los elementos que se muestran a continuación:

- Acometida: es la tubería que une la instalación interior de la nave con la tubería de la red de distribución. Está formada por una tubería principal y tres válvulas o llaves de servicio, que son las siguientes:

- Llave de toma: es la conexión entre la tubería de la red general de agua con el ramal individual. Está situada sobre la tubería de la red general de distribución y permite hacer tomas de la red y maniobras en la acometida sin que la tubería quede fuera de servicio.

- Llave de registro: es la válvula que abre o cierra el paso del agua sin necesidad de pasar por la nave. Esta colocada sobre la acometida y depende únicamente de la compañía suministradora. El contador será también instalado por la compañía suministradora.

- Llave de paso: es la válvula que permite cortar el suministro de toda la instalación. Está situada en la unión de la acometida con la tubería de alimentación. A diferencia de las anteriores, está instalada dentro de la propiedad y puede ser manejada por el usuario en caso necesario.

- Tubería de alimentación y red de distribución interior: es la tubería que enlaza la llave de paso con interior de la nave, donde se instalarán los distintos elementos: lavabos, duchas, inodoros, grifos...

4.2. NECESIDADES DE CAUDAL Y AGUA

4.2.1. Caudales mínimos

Siguiendo las indicaciones de la tabla 2.1. del CTE-DB-HS4 se han obtenido los caudales mínimos de agua caliente y fría para los diferentes aparatos.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Figura 1. Tabla 2.1. Caudales mínimos para cada tipo de aparato

APARATO	N.º	Caudal mínimo agua fría (dm ³ /s)	Caudal mínimo ACS (dm ³ /s)
Duchas	10	0,20	0,10
Lavabos	7	0,10	0,065
Inodoros con cisterna	6	0,10	-
Fregadero doméstico	1	0,20	0,10

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- 100 kPa (10 m.c.a.) para grifos comunes.
- 150 kPa (15 m.c.a.) para fluxores y calentadores.

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar los 500 kPa (50 m.c.a.)

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

4.2.2. Limpieza del interior de la nave.

Se dispone de una toma de agua, para las labores básicas de limpieza del interior de la nave. El caudal unitario es de 0,15 l/s, consumiéndose 10 l por uso y estimándose una limpieza de 4 veces al día, se obtiene un total de 40 l/día para labores de limpieza. El fregadero del bar tendrá un consumo diario de 50 l/día.

4.2.3. Abastecimiento de los aparatos de la nave.

Para el cálculo del consumo diario de agua en las duchas se ha consultado la Tabla 4.1. del Documento Básico HE Ahorro de Agua.

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Figura 2. Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60°C

Entonces el consumo diario por persona en el vestuario es de 21 L.

Para el cálculo del consumo de agua en los lavabos e inodoro se ha realizado una tabla indicando el uso por persona y día, el consumo por uso y el caudal de cada aparato. Con esos datos se obtiene el consumo total diario por persona:

Aparato	Caudal (l /s)	Usos Persona / día	Consumo / uso	TOTAL Consumo / día
Lavabo	0,10	4	0,5	2
Inodoro con cisterna	0,10	2	3	6

Cada persona consume diariamente entre lavabo e inodoro 8 L.. Entonces se obtiene un resultado del consumo diario por persona de 29 L.

4.2.4. Necesidad de agua total.

Para conocer el consumo de agua total necesitamos la demanda diaria de gente que irá al gimnasio cada día. La zona de gimnasio tiene una superficie de 30x18m (540 m²). Para estimar la gente que acudirá diariamente al gimnasio se ha comparado con un gimnasio de similares características. Se ha escogido el “Gimnasio Crossfit Urquijo 27, Bilbao” que tiene una superficie de 500 m² y una demanda diaria de personas de unas 200.

Con este dato ya se puede calcular el consumo diario de agua total.

La suma total de las necesidades de agua serán las siguientes:

Agua fría:

- Limpieza de la nave: 40 l/día
- Inodoros (200 personas): 1200 l/día

Agua caliente:

- Duchas (200 personas): 4200 l/día
- Lavabos (200 personas): 400 l/día
- Fregadero: 50 l/día

Se obtiene un consumo diario de 1240 l/día de agua fría y de 4650 l/día.

4.3. INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA

El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por el calor desprendido de las tuberías de agua caliente por lo que deben estar a una distancia mínima de 4 cm. Cuando las dos tuberías se encuentren en un mismo plano vertical, la tubería del agua fría debe ir siempre por debajo de la tubería de agua caliente.

Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

4.3.1. Diámetro de las conducciones

El diámetro de las tuberías se obtiene de la Tabla 4.3. del CTE DB-HS4.

Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	$\frac{3}{4}$	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	$\frac{3}{4}$	20
Columna (montante o descendente)	$\frac{3}{4}$	20
Distribuidor principal	1	25
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	$\frac{1}{2}$
	50 - 250 kW	$\frac{3}{4}$
	250 - 500 kW	1
	> 500 kW	$1 \frac{1}{4}$

Figura 3. Tabla 4.3. Diámetros mínimos de alimentación

La instalación de agua fría se hará mediante tubería de cobre de diámetro 20 mm.

4.3.2. Llaves de paso

Se instalarán llaves de paso en todos los puntos de consumo, en la entrada al calentador así como en la entrada principal a cada uno de los aseos. El diámetro de las llaves se determina a partir del diámetro del tramo en que se instalen.

4.4. INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE

4.4.1. Necesidades de agua caliente

Los aparatos que necesitan agua caliente son los lavabos y las duchas, con los siguientes puntos de consumo:

- Duchas, con un caudal instantáneo de $0,10 \text{ l/s} = 0,10 \text{ dm}^3/\text{s}$
- Lavabo, con un caudal instantáneo de $0,065 \text{ l/s} = 0,065 \text{ dm}^3/\text{s}$

4.4.2. Diámetro de las conducciones

El diámetro de las tuberías se obtiene de la Tabla 4.5.

Tabla 4.5 Valores del diámetro nominal en función del caudal máximo simultáneo

Diámetro nominal	Caudal máximo simultáneo	
	dm^3/s	m^3/h
15	0,5	1,8
20	0,8	2,9
25	1,3	4,7
32	2,0	7,2
40	2,3	8,3
50	3,6	13,0
65	6,5	23,0
80	9,0	32,0
100	12,5	45,0
125	17,5	63,0
150	25,0	90,0
200	40,0	144,0
250	75,0	270,0

Figura 4. Tabla 4.5. Diámetro de la tubería de ACS

A la instalación de agua caliente le correspondería un diámetro de 15 mm pero puesto que hay un gran número de duchas y con una demanda alta del gimnasio éste diámetro sería insuficiente, se va a aumentar el diámetro para poder así aumentar el caudal.

Si todas las duchas se usasen a la vez tendríamos un caudal de $1 \text{ dm}^3/\text{s}$ y si además se utiliza también el agua caliente en los lavabos, esta cifra aumentaría todavía más. Por lo que la instalación de agua caliente se hará mediante tubería de cobre de diámetro 25 mm.

4.4.3. Llaves de paso

Se instalarán llaves de paso en todos los puntos de consumo, en la entrada al calentador así como en la entrada principal a cada uno de los aseos. El diámetro de las llaves se determina a partir del diámetro del tramo en que se instalen.

4.4.4. Calentador de agua

La producción de agua caliente se llevará a cabo mediante un calentador de agua eléctrico. Es un depósito donde se calienta el agua de manera eléctrica. Utilizar la electricidad reduce:

- El consumo de agua (puesto que se pone un temporizador)
- El consumo de energía
- Riesgos de explosión o incendio
- Elimina la emisión de CO2 al medio ambiente
- Reduce los gastos de mantenimiento

Se ha escogido un calentador “Elacell Altos Litrajes”. Éste es el termo eléctrico mas utilizado para necesidades de grandes demandas y continuas, gracias a sus altas capacidades de almacenamiento. El termo tiene una capacidad de 200 litros y es muy económico con respecto a otros calentadores de agua.

ANEJO 5

ILUMINACIÓN

ÍNDICE

5. RED ELÉCTRICA E ILUMINACIÓN	207
5.1. INTRODUCCIÓN	207
5.2. INSTALACIÓN DE LA ILUMINACIÓN	207
5.3. REALIZACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN CADA ESTANCIA.....	207
5.3.1. Iluminación interior.....	207
5.3.2. Iluminación exterior.....	211
5.3.3. Alumbrado de emergencia	211

5. RED ELÉCTRICA E ILUMINACIÓN

5.1. INTRODUCCIÓN

La finalidad de este anejo es el diseño y cálculo de la instalación de iluminación en la nave. Los requisitos que debe cumplir la iluminación de la nave:

- Seguridad
- Eficiencia energética
- Confort visual: en el que los usuarios del gimnasio tengan una sensación de bienestar.
- Prestaciones visuales: en el que los usuarios sean capaces de realizar sus ejercicios durante periodos largos de tiempo.

5.2. INSTALACIÓN DE LA ILUMINACIÓN

Para el cálculo de la instalación se ha dividido la nave en diferentes zonas, las cuáles se irán analizando y calculando de manera independiente. Estas zonas serán las siguientes: zona de gimnasio, baños y vestuarios, escaleras y descansillo y recepción, bar y almacén.

La zona de la primera planta correspondiente a los baños y vestuarios, despacho y descansillo tienen un falso techo a 3 m de altura. Esta altura será la que se considere para realizar los cálculos. La zona de la planta baja de la recepción y el bar también tiene una altura de 3 m. Por último, la zona del gimnasio tiene una altura de 7,5 m.

El nivel de iluminación de cada zona será el siguiente:

- Zona de gimnasio: 300 – 750 lux
- Baños y vestuarios: 100 lux
- Escaleras y descansillo: 100 lux
- Recepción, bar y almacén: 500 lux

5.3. REALIZACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN CADA ESTANCIA

5.3.1. Iluminación interior

La iluminación interior trata de eliminar los lugares oscuros y aportar niveles equilibrados de luz en cada zona. De esta manera, los usuarios del gimnasio tendrán las mejores condiciones visuales en todas las zonas del gimnasio.

Lo primero, se escoge el tipo de luminarias para cada zona y así tener claro el material que se instalará. Se utilizará material de la marca PHILIPS, puesto que es una marca de buena calidad, se hacen cargo de las devoluciones si hubiese material defectuoso y tiene un coste económico. **“Ver plano n.º 31: Iluminación”**

A continuación, se van a analizar las diferentes zonas de la nave y el tipo de material instalado.

➤ Zona de gimnasio

Se instalará en la zona del gimnasio el modelo TL5. Se ha escogido este tipo de luminaria porque interesa que en la zona dedicada al gimnasio haya una luz dispersa, de manera que la luz abarque la máxima zona posible. Además este tipo de luminaria es de fácil instalación y tiene un ahorro de hasta un 20% de energía en comparación con los sistemas de iluminación de haluros metálicos.

Se instalarán 20 luminarias, dos por cada vano de la zona de gimnasio.

Ésta lámpara TL5 de diámetro de tubo 16mm, ofrece una elevada potencia lumínica. La lámpara TL5 está optimizada para instalaciones que requieren una elevada potencia lumínica y ofrece un mantenimiento lumínico y una reproducción del color excelentes. Las zonas de aplicación pueden variar desde oficinas e industrias a escuelas y entornos minoristas. Las características de la lámpara escogida “Máster TL5 HO 49W/830 1SL/40” son las siguientes:

Datos del producto

Información general		Índice de reproducción cromática -IRC (mín)	
Base de casquillo	G5 [G5]	Índice de reproducción cromática -IRC (nom.)	80
Fallos vida útil hasta el 50% precalentamiento (nom.)	30000 h	LLMF 2000h nominal, horiz.	96 %
Características	na [Not Applicable]	LLMF 4000h nominal, horiz.	95 %
Descripción del sistema	Sistema de Alto Flujo Luminoso (HO)	LLMF 6000h nominal, horiz.	94 %
LSF precald 2.000h nom, 3h	99 %	LLMF 8000h nominal, horiz.	93 %
LSF precald 4.000h nom, 3h	99 %	LLMF 12000h nominal, horiz.	92 %
LSF precald 6.000h nom, 3h	99 %	LLMF 16000h nominal, horiz.	91 %
LSF precald 8.000h nom, 3h	99 %	LLMF 20000h nominal, horiz.	90 %
LSF precald 16.000h nom, 3h	97 %		
LSF precald 20.000h nom, 3h	84 %		
Datos técnicos de la luz		Operativos y eléctricos	
Código de color	830 [CCT de 3000 K]	Power (Rated) (Nom)	49.2 W
Flujo lumínico (nom.)	4900 lm	Corriente de lámpara (nom.)	0.255 A
Flujo lumínico (nominal) (nom.)	4375 lm		
Designación de color	Blanco cálido (WW)	Temperatura	
Eficacia lumínica (a máx. de lúmenes, nominal) (nom.)	99 lm/W	Temperatura de diseño (nom.)	35 °C
Temperatura del color con correlación (nom.)	3000 K		
Eficacia lumínica (nominal) (nom.)	89 lm/W	Controles y regulación	
Índice de reproducción cromática (máx.)	85	Regulable	Sí



Figura 1. Características luminaria PHILIPS TL5

➤ **Recepción, bar y almacén**

Para la zona de las escaleras y el descansillo, se ha escogido la luminaria “Day Zone”. La luminaria Led empotrable DayZone proporciona una iluminación funcional de gran calidad con un nivel de eficiencia energética equiparable al de los sistemas fluorescentes tradicionales. Se instalarán 2 luminarias en el almacén, 2 en la recepción y 4 en el bar.

Estos paquetes lumínicos están recomendados para entornos de 500 luxes y destinadas para usos de oficinas, tiendas... lo que hace óptimo la utilización de dichas luminarias en esta zona. Las características de la luminaria DayZone son las siguientes:

Tipo	BBS560 (modulación 600 x 600 mm)	Conexión	Conector Push-in con retenedor (PIP) o Wieland GST18 (W)
Tipo de techo	Techos de perfilera vista y oculta simétrica o de escayola	Material	Carcasa: acero galvanizado
Cuadrícula de techo	Tamaño de módulo en longitud: 600 x 600 mm		Marco: post-lacado, blanco RAL9016
Fuente de luz	Philips DayZone LED módulo		Cierre óptico:
Temperatura de Color	Blanco cálido, 3000 K Blanco neutro, 4000 K		- AC-MLO: metacrilato
Vida útil media L70B50	70.000 horas	Instalación	Techo de perfilera vista: por gravedad, no requiere anclajes
Vida útil media L80B50	50.000 horas		Techo de perfilera oculta: anclaje ZBS460 SMB (1 juego = 4 uds.), altura de los perfiles de 25 - 65 mm
Vida útil media L90B50	25.000 horas		Techo de perfilera oculta de 38 mm de altura: anclaje ZBS460 SMB-TPM (1 juego = 4 uds.)
Índice de fallos del controlador	1% en 5000 horas		Techo de escayola / pladur: anclaje ZBS460 SMB-PLC (1 juego = 12 uds.)
Promedio de temperatura ambiente	+25 °C		Temperatura de funcionamiento: 10°C < Ta < 40°C
Consumo	LED3500: 56 W (4000K) y 61W (3000K)	Vida útil	50.000 horas
Tensión de red	230 ó 240 V / 50 Hz	Accesorios	Juegos de anclajes: ZBS460 SMB (4 uds.), ZBS460 SMB-TPM (4 uds.), ZBS460 SMB-PLC (12 uds.)
Equipo	Integrado	Observaciones	Film protector para no dañar la óptica durante la instalación
Cubierta óptica	Óptica de microprismas OLC acrílica (AC-MLO) Óptica de microprismas OLC de policarbonato (PC-MLO)	Aplicaciones principales	Oficinas, tiendas, hostelería, cuidado de la salud
Opciones	Alumbrado de emergencia (integrada): 3 horas (EL3) Controles de iluminación: multicontrolador Actilume (ACL) Regulación según protocolo DALI (controlador regulable PSD)		



Figura 2. Características luminaria PHILIPS DayZone

➤ Escaleras y descansillos

Para la zona de las escaleras y el descansillo para la entrada de los vestuarios utilizaremos las “Lámpara MASTER LEDBulb”. Estas lámparas emiten una luz cálida en todas las direcciones, convirtiéndolas en una alternativa real a las lámparas incandescentes. Son ideales para las aplicaciones de iluminación general en áreas públicas como vestuarios, pasillos o huecos de escaleras, donde la luz siempre está encendida. Se instalarán 4 bombillas en el descansillo de la escalera.

Estas lámpara tienen un bajo consumo y suponen un gran ahorro energético, además, minimizan el coste de mantenimiento sin que afecte a la calidad de la luz. Las características de las Lámparas MASTER LEDBulb son las siguientes:

Aprobación y aplicación	
Etiqueta de eficiencia energética (EEL)	A+
Operativos y eléctricos	
Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz
Voltaje (nom.)	220-240 V
Hora de inicio (nom.)	0.5 s
Información general	
Vida útil nominal (nom.)	25000 h
Vida útil nominal (horas)	25000 h
Datos técnicos de la luz	
Temperatura del color con correlación (nom.)	2200-2700 K
Llmf al fin de vida útil nominal (nom.)	70 %



Figura 3. Características luminaria MASTER LEDBulb

➤ Baños y vestuarios

Para la zona del baño y los vestuarios se instalarán las mismas luminarias que en el descansillo y las escaleras. Se instalarán 8 bombillas por vestuarios y 1 bombilla en cada baño del bar.

5.3.2. Iluminación exterior

La iluminación exterior va a consistir en la colocación de puntos de luz en las 3 puertas, las dos de acceso a la nave y la de emergencia.

El alumbrado exterior cumplirá el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (ITC BT) el artículo 9, Instalaciones de alumbrado exterior.

Se considerarán instalaciones de alumbrado exterior las que tienen por finalidad la iluminación de las vías de circulación o comunicación y las de los espacios comprendidos entre edificaciones que, por sus características o seguridad general, deben permanecer iluminados, en forma permanente o circunstancial, sean o no de dominio público.

Las condiciones que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior serán las correspondientes a su peculiar situación de intemperie y, por el riesgo que supone, el que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles.

El alumbrado se colocará a una altura de 4 m respecto del suelo. Las luminarias cumplirán los requisitos de la UNE-EN 60.598.

5.3.3. Alumbrado de emergencia

Al ser una nave de uso público, es obligatorio el alumbrado de emergencia. Es importante el alumbrado de emergencia puesto que en caso de que haya algún problema, éste alumbrado ayudará a encontrar la salida de la nave.

Hay que tener en cuenta el tema de la seguridad. El alumbrado de emergencia es importante en caso de haber algún problema ayuda a encontrar la salida de la nave.

El alumbrado de emergencia propuesto es el alumbrado de evacuación, para guiar a las personas que están en el gimnasio a salir de la nave. Este alumbrado seguirá las condiciones establecidas en la Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en el artículo 28, instalaciones en locales de pública concurrencia.

Cada punto de luz deberá proporcionar un mínimo de 1 lux. Los puntos de luz situados en los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan la utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado deberán proporcionar un mínimo de 5 lux.

Deberán funcionar como mínimo una hora, cuando se produzca un fallo en la alimentación normal. Los puntos de luz de emergencia estarán ubicados en los siguientes lugares:

- En todo cambio de dirección en la ruta evacuación.
- En toda intersección en la ruta de evacuación.
- En el exterior del edificio, justo al lado de cada salida.
- Al lado de las escaleras.
- Cerca de los equipos manuales destinados a la prevención y extinción de los incendios.
- En los cuadros de distribución del alumbrado.

ANEJO 6

PROGRAMA DE TRABAJOS

ÍNDICE

6. PROGRAMA DE TRABAJOS.....	215
6.1. INTRODUCCIÓN	215
6.2. DIAGRAMA DE LA DURACIÓN DE LOS TRABAJOS	215

6.1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente anejo se expone mediante una tabla la planificación de la obra objeto del Proyecto.

Mediante la complementación de esta tabla se representa por orden cronológico el desarrollo de la obra, teniendo en cuenta la estimación de la duración de cada uno de los diferentes trabajos de la obra, instalaciones o elementos a ejecutar.

6.2. DIAGRAMA DE LA DURACIÓN DE LOS TRABAJOS

Dentro del programa de trabajos, se van a distinguir varias actividades, que se van a organizar en el tiempo con el orden que se muestra a continuación. Como se verá en el gráfico, algunas de estas actividades pueden solaparse. Las actividades son las siguientes:

1. Movimiento de tierras y excavaciones
2. Cimentación
3. Solera
4. Estructura metálica
5. Cerramiento
6. Forjados
7. Albañilería
8. Instalaciones
9. Carpintería y acabados
10. Seguridad y salud
11. Gestión de residuos
12. Plan de control de calidad

En base a lo reflejado en la planificación, la duración de la obra será de **13 semanas**.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13
Movimiento de tierras y excavación													
Cimentación													
Solera													
Estructura metálica													
Cerramiento													
Foijados													
Albañilería													
Instalaciones													
Carpintería y acabados													
Seguridad y salud													
Gestión de residuos													
Plan de control de calidad													

ANEJO 7

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

ÍNDICE

7. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	219
7.1. CONDICIONES DEL PROYECTO	219
7.1.1. Objeto	219
7.1.2. Descripción de las obras	219
7.2. CRITERIOS GENERALES DE APLICACIÓN EN EL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	221
7.2.1. Libro de control de calidad	221
7.2.2. Control de calidad en obra	221
7.2.3. Especificaciones de controlado	222
7.2.4. Normativa aplicable	223
7.3. CONDICIONES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	223
7.3.1. Generalidades	223
7.3.2. Control de recepción de materiales en obra	224
7.3.3. Control de ejecución de la obra	225
7.3.4. Control de la obra terminada	225
7.4. PRUEBAS A REALIZAR EN OBRA	226
7.4.1. Cimentación	226
7.4.2. Estructuras de acero	226
7.4.3. Cerramientos y particiones	227
7.4.4. Instalaciones de fontanería	227
7.4.5. Instalaciones de protección contra incendios	228
7.5. PRESUPUESTO	229

7. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

7.1. CONDICIONES DEL PROYECTO

7.1.1. Objeto

El presente estudio de Control de Calidad tiene como fin garantizar un nivel de calidad adecuado en la edificación de la nave industrial ubicada en Laredo, según Decreto 209/2014, de 28 de Octubre, y sus posteriores revisiones.

El plan de Control de Calidad será revisado por el Director de la ejecución de la obra, el cual podrá modificarlo cuando lo considere oportuno siempre atendiendo a las características del proyecto, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones, a las indicaciones del Director de Obra, a las disposiciones establecidas en el CTE y en las normas y reglamentos vigentes, y a las consideraciones que el Director de la ejecución de la obra estime oportunas en función de las características de la misma.

El plan de control de obra se ajustará al siguiente esquema:

- Control de recepción de materiales
- Control de ejecución de la obra
- Control de obra terminada

El presente Plan de Control de Calidad establece los ensayos a realizar con objeto de garantizar una correcta ejecución de las obras. Independientemente de lo establecido en el presente documento, la Dirección Facultativa se guarda el derecho de realizar cuantas modificaciones cualitativas y cuantitativas crea necesarias en relación a los ensayos que se describen.

Los ensayos originarán la emisión de las correspondientes actas de resultados por un laboratorio autorizado, que serán remitidos tanto al Constructor, como a la Dirección Facultativa.

7.1.2. Descripción de las obras

La edificación proyectada consta de una nave de uso industrial. Una parte de la nave se diseña para el uso administrativo y cuenta con oficinas generales, vestuarios, cocina y aseos anexos a la nave.

Tanto la zona deportiva como la zona de recepción cuentan con accesos independientes y con un acceso entre ellos por el interior.

Los materiales a emplear en la ejecución de la obra, siguiendo el Proyecto, serán los siguientes:

➤ Hormigón armado

- Zapatas y vigas de atado: HA-25/B/20/IIa
- Solera y forjado: HA-25/B/20/IIa
- Muro perimetral: HA-25/B/20/IIa

➤ Hormigón de limpieza

- Zapatas: HM-20
- Vigas de atado: HM-10

➤ Acero en barras corrugadas y mallazos electrosoldados

- Pernos de anclaje: B-400-S
- Armado en zapatas: B-400-S
- Armado en vigas de atado: B-500-S
- Mallazo en forjado y solera: B-500-S
- Mallazo en muro perimetral: B-500-S

➤ Cemento

➤ Perfiles de acero

➤ Forjado unidireccional de chapa colaborante

➤ Placas de yeso laminado en tabiques

➤ Carpintería exterior

➤ Baldosas de gres cerámica en interior

➤ Lana de roca para aislamiento térmico y acústico

➤ Panel sandwich para cerramiento de cubiertas

➤ Muro prefabricado de hormigón para cerramiento lateral

➤ Pintura para acabados

➤ Colectores de PVC para redes de saneamiento

➤ Otros

7.2. CRITERIOS GENERALES DE APLICACIÓN EN EL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

7.2.1. Libro de control de calidad

La Dirección Facultativa confeccionará, durante el período de ejecución de la obra, un Libro de control de calidad que contendrá la siguiente documentación:

- Las fichas firmadas para el asiento de los ensayos, pruebas y análisis realizados y los resultados obtenidos.
- Listado de los laboratorios donde se realizarán los ensayos, detallándose el tipo y cantidad de ensayos realizados en cada uno de ellos.
- La documentación relativa a certificados de origen, garantías, marcas, sellos de calidad, homologaciones, etc.
- Los albaranes de los materiales y productos recibidos en obra.
- Las anotaciones de las medidas correctoras que la Dirección Facultativa adopte, cuando los materiales o resultados de los ensayos, pruebas o análisis no hayan sido aptos y no cumplan las condiciones establecidas en el Proyecto.
- Las modificaciones en cuanto a calidades de materiales o especificaciones del Proyecto de Ejecución, las modificaciones del Plan de Control de Calidad y las justificaciones de las medidas correctoras adoptadas.

La Dirección Facultativa y el Constructor, o su delegado en obra, firmarán el Libro de Control de Calidad, dándose por enterados de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis y demás anotaciones que se realicen en él.

7.2.2. Control de calidad en obra

Antes del inicio de la obra, se contratarán con el conocimiento de la Dirección Facultativa, los servicios de los laboratorios que realizarán los ensayos pertinentes. Se hará entrega del Plan de Control de Calidad a dichos laboratorios encargados de la realización de los ensayos.

Los ensayos, pruebas y análisis relativos a las áreas donde exista acreditación, se realizarán preferentemente por laboratorios que dispongan de dicha acreditación.

7.2.3. Especificaciones de control

Los criterios para el establecimiento del nivel de muestreo son los siguientes:

- Si el material dispone de la normativa específica, se seguirá dicha normativa.
- Se seguirá el nivel de muestreo establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares del Proyecto.
- Se seguirá el nivel de muestreo definido en el presente Plan de Control de Calidad.
- En caso de contradicción entre documentos, se tomará el criterio más estricto.
- La Dirección Facultativa tendrá la última palabra respecto al establecimiento del nivel de muestreo.

Los criterios de aceptación o rechazo de materiales se regirán por las siguientes especificaciones:

- La normativa aplicable para cada tipo de material y/o unidad de obra.
- El Pliego de Condiciones Técnicas Particulares del Proyecto.
- Los criterios definidos en el presente Plan de Control de Calidad.
- Los criterios impuestos por informes técnicos de la Propiedad.
- En caso de contradicción, se seguirá el criterio más estricto.
- La Dirección Facultativa tendrá la última palabra respecto a la aceptación o rechazo de los materiales.

Cualquier modificación de lo especificado en el Proyecto deberá contar con la aprobación de la Dirección Facultativa, previamente a su puesta en obra.

Las modificaciones de las calidades de materiales y productos deberán quedar correctamente anotadas y justificadas en el Libro de Control de Calidad.

Cuando los materiales no cumplan las especificaciones determinadas en el Proyecto, así como los criterios a seguir fijados por la Dirección Facultativa en el Libro de Control de Calidad, el material será rechazado y deberá atenderse a las siguientes actuaciones:

- Si el material que no cumple los criterios ya está colocado en obra o semi-elaborado, la Dirección Facultativa se lo notificará al Contratista a través del Libro, indicando si dichas unidades de obra pueden ser aceptadas aunque sean defectuosas. El Contratista podrá demoler a su consta en todo momento unidades de obra ya ejecutadas que resulten defectuosas.
- Si el material que no cumple los criterios se encuentra acopiado, pero aún no ha sido colocado en obra, la Dirección Facultativa se lo notificará al Constructor

transcribiendo en el Libro, y concediéndole un plazo de 8 días para la retirada de dicho material. Si transcurrido el plazo el material no hubiera sido retirado, la Dirección Facultativa podrá ordenar su retirada a terceros a cuenta del Contratista, descontando dichos gastos con cargo a la fianza.

7.2.4. Normativa aplicable

La programación del Control de Calidad de materiales, de la ejecución y en su caso, las pruebas de servicio pertinentes se realizarán de acuerdo con la normativa explicitada en las disposiciones de carácter obligatorio, que resultan las siguientes:

➤ Disposiciones de control de calidades

- R.D. 238/1996, de 22 de Octubre, por el que se regula el Control de Calidad en la construcción.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del presente Proyecto.

➤ Normas básicas y de obligada observancia

- CTE: Código Técnico de la Edificación
- EHE: Instrucción de hormigón estructural
- EAE: Instrucción de acero estructural
- RC-03: Instrucción para la recepción de cementos
- Normas UNE para el cumplimiento de la metodología de los ensayos a realizar sobre los diversos materiales.
- NTE: Deberán aplicarse los apartados referentes a Control de Calidad de las diferentes Normas Tecnológicas a emplear, cuando el Libro de Control o Pliego de Condiciones Técnicas del presente Proyecto, no determine el Control de Calidad a efectuar, pudiendo la Dirección Facultativa adoptar controles diferentes que garanticen un nivel de Calidad igual o superior al alcanzado según las NTE.

7.3. CONDICIONES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

7.3.1. Generalidades

Las obras de construcción del edificio se llevarán a cabo con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva, y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

Durante la construcción de la obra se elaborará la documentación reglamentariamente exigible. En ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones Públicas competentes, la documentación del control de calidad realizado a lo largo de la obra.

Cuando en el desarrollo de las obras intervengan diversos técnicos para dirigir las obras de proyectos parciales, lo harán bajo la coordinación del director de obra.

7.3.2. Control de recepción de materiales en obra

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:

- El control de la documentación de los suministros
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad
- El control mediante ensayos

7.3.2.1. Control de la documentación de los suministros

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

7.3.2.2. Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.

- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de sus productos, equipos y sistemas innovadores y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

7.3.3. 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. En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

7.3.4. 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.

7.4. PRUEBAS A REALIZAR EN OBRA

7.4.1. Cimentación

7.4.1.1. Cimentaciones directas y profundas

- Estudio Geotécnico
- Análisis de aguas, cuando haya indicios de que éstas sean ácidas, salinas o de agresividad potencial
- Control geométrico de replanteos y de niveles de cimentación
- Control de hormigón armado según EHE Instrucción de Hormigón Estructural y DB SE (Seguridad Estructural Cimientos)
- Control de fabricación y transporte de hormigones

7.4.1.2. Acondicionamiento del terreno. Excavación

- Control de movimientos en la excavación
- Control del material relleno y del grado de compacidad
- Control de nivel freático
- Análisis de inestabilidades de las estructuras enterradas en el terreno por roturas hidráulicas
- Mejora o refuerzo del terreno
- Control de las propiedades del terreno tras la mejorando
- Anclajes del terreno
- Según norma UNE 1537:2001

7.4.2. Estructuras de acero

7.4.2.1. Control de calidad de materiales

- Certificado de calidad del material
- Procedimiento de control mediante ensayos para materiales que presenten características no avaladas por el certificado de calidad.
- Procedimiento de control mediante aplicación de normas o recomendaciones de prestigio reconocido para materiales singulares.

7.4.2.2. Control de calidad de la fabricación

- Control de la documentación de taller según la documentación del proyecto, que incluirá Memoria de fabricación. Planos de taller y plan de puntos de inspección.
- Control de calidad de la fabricación.

- Orden de operaciones y utilización de herramientas adecuadas.
- Cualificación del personal.
- Sistema de trazado adecuado.

7.4.2.3. Control de calidad de montaje

- Control de calidad de la documentación del montaje
- Memoria de montaje.
- Planos de montaje.
- Plan de puntos de inspección.
- Control de calidad del montaje.

7.4.3. Cerramientos y particiones

- Control de calidad de la documentación del proyectos.
- Suministro y recepción de productos.
- Control de ejecución de obra.
- Ejecución de acuerdo a las especificaciones del proyecto.
- Se prestará atención a los encuentros entre los diferentes elementos, y especialmente, a la ejecución de los posibles puentes térmicos integrados en los cerramientos.
- Fijación de cercos de carpintería para garantizar la estanqueidad al paso del aire y el agua.

7.4.4. Instalaciones de fontanería

- Control de calidad de la documentación del proyecto: el proyecto define y justifica la solución de fontanería adoptada.
- Suministro y recepción de productos. Se comprobará la existencia de marcado CE.
- Control de ejecución en obra:
 - Ejecución de acuerdo a las especificaciones de proyecto
 - Punto de conexión de la red general y acometida
 - Instalación general interior: características de tuberías y válvulas
 - Protección y aislamiento de tuberías
- Pruebas de resistencia mecánica y estanqueidad parcial. La presión de prueba no debe variar en, al menos, 4 horas.
- Prueba de estanqueidad y de resistencia mecánica global. La presión de la prueba no debe variar en, al menos, 4 horas.

- Pruebas particulares en las instalaciones de Agua Caliente:

Medición de caudal y temperatura en los puntos de agua.

Obtención del caudal exigido a la temperatura fijada una vez abiertos los grifos estimados en funcionamiento simultáneo.

Tiempo de salida del agua a la temperatura de funcionamiento.

Medición de temperaturas en la red.

Con el acumulador a régimen, comprobación de las temperaturas del mismo en su salida y en los grifos.

- Identificación de los aparatos sanitarios y grifería. Colocación de aparatos sanitarios (se comprobará la nivelación, la sujeción y la conexión).

- Funcionamiento de aparatos sanitarios y grifería (se comprobará la grifería, las cisternas y el funcionamiento en 24 horas).

- Prueba final de toda la instalación durante 24 horas.

7.4.5. Instalaciones de protección contra incendios

- Control de Calidad de la documentación del proyecto

El proyecto define y justifica la solución de protección contra incendios aportada, justificando de manera expresa el cumplimiento del Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales RD 2267/2004, del 3 de Diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

- Suministro y recepción del producto:

Se comprobará la existencia del marcado CE.

Los productos se ajustarán a las especificaciones del proyecto, que aplicará lo recogido en el Real Decreto 312/2005, del 18 de Marzo, por la que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

7.5. PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Ensayo de una muestra de agua con determinación en pH, contenido en sales, agresividad en el hormigón	1	243,40 €	243,40 €
2	Ensayo sobre una muestra de cal, con determinación de: finura de molido, estabilidad de volumen, análisis químico, principio y fin de fraguado y resistencia a compresión	1	695,70 €	695,70 €
3	Ensayo sobre una muestra de yeso, con determinación de: finura de molido y trabajabilidad, análisis químico, índice de pureza	1	579,47 €	579,47 €
4	Ensayo para la determinación del grado de dureza superficial Shore C en elementos prefabricados de yeso o escayola	1	157,49 €	157,49 €
5	Ensayo sobre una muestra de cemento, con determinación de tiempo de fraguado	1	60,69 €	60,69 €
6	Ensayo sobre una muestra de baldosa de terrazo de uso exterior, con determinación de: características geométricas, aspecto y textura, absorción de agua, resistencia al desgaste, resistencia a flexión.	1	849,73 €	849,73 €
7	Ensayo sobre una muestra de perfil de PVC para carpintería, con determinación de: estabilidad dimensional, comportamiento al calor, resistencia al impacto, resistencia a la flexión, resistencia al cloruro de metileno.	1	330,92 €	330,92 €
8	Ensayo sobre una muestra de barras corrugadas de acero de un mismo lote, con determinación de: sección media equivalente, características geométricas del corrugado, doblado/desdoblado.	4	84,39 €	337,56 €
9	Ensayo sobre una muestra de barras corrugadas de acero de cada diámetro, con determinación de características mecánicas.	3	53,93 €	161,79 €
10	Ensayo sobre una muestra de mallas electrosoldadas con determinación de: sección media equivalente, características geométricas del corrugado, doblado/desdoblado, carga de despegue.	1	138,43 €	138,43 €

11	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.	1	73,79 €	73,79 €
12	Ensayo de una muestra de hormigón con determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión.	1	345,45 €	345,45 €
13	Ensayo sobre una muestra de vidrio, con determinación de: planicidad, resistencia al impacto, resistencia a flexión.	1	608,01 €	608,01 €
14	Ensayo sobre una muestra de ladrillo cerámico para revestir, con determinación de: tolerancia dimensional, forma y aspecto, absorción de agua, succión de agua, resistencia a compresión, densidad aparente y densidad absoluta, masa, expansión por humedad	1	947,57 €	947,57 €
15	Ensayo sobre una muestra de revestimiento cerámico, con determinación de: características dimensionales y aspecto superficial	1	292,79 €	292,79 €
16	Ensayo destructivo sobre una muestra de perfil laminado, con determinación de: límite elástico aparente, resistencia a tracción, módulo de elasticidad, alargamiento y estricción	5	188,70 €	943,50 €
17	Ensayo no destructivo sobre una unión soldada, mediante líquidos penetrantes, ultrasonidos	10	61,61 €	616,10 €
18	Prueba de servicio de fachada	1	178,10 €	178,10 €
19	Prueba de servicio de carpintería exterior	1	178,10 €	178,10 €
20	Prueba de servicio para comprobar la estanqueidad de una cubierta inclinada mediante riego	1	390,17 €	390,17 €
21	Prueba de servicio final para comprobar el correcto funcionamiento de la red interior de suministro de agua, en condiciones de simultaneidad	1	289,64 €	289,64 €
22	Prueba de servicio final para comprobar el correcto funcionamiento de la red interior de evacuación de	1	133,75 €	133,75 €

	aguas residuales.			
23	Prueba de servicio final para comprobar el correcto funcionamiento de la red interior de evacuación de aguas pluviales.	1	133,75 €	133,75 €
24	Prueba de servicio para comprobar la estabilidad y la estanqueidad de los cierres hidráulicos de la red interior de evacuación de aguas mediante prueba de humo.	1	133,72 €	133,72 €

PRESUPUESTO FINAL 8.819,62 €

El presupuesto final del Plan de Control de Calidad asciende a **ocho mil ochocientos diecinueve euros con sesenta y dos céntimos.**

ANEJO 8

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE

8. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	234
8.1. OBJETO DEL ESTUDIO.....	234
8.2. TIPOS DE RESIDUOS.....	235
8.3. AGENTES INTERVINIENTES	235
8.4. OPERACIONES	236
8.5. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN OBRA.....	237
8.6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA.....	239
8.7. PREVISIÓN DE OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	240
8.8. MEDIDAS DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA	241
8.9. GESTIÓN DE RESIDUOS EN OBRA	242
8.10. DESTINO DE LOS RESIDUOS GENERADOS.....	243
8.11. NORMATIVA	243
8.12. PRESUPUESTO.....	243

8.1. OBJETO DEL ESTUDIO

El siguiente estudio de Gestión de residuos cumple con el Real Decreto 105/2008, del 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Este decreto establece en su artículo 5, apartado 1, además de las obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la Propiedad un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el artículo 4.1. del Real Decreto. El plan, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por la Propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El Plan de Gestión de Residuos cuenta con los siguientes contenidos:

- Identificación y estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos 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, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Relación de medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación de separación establecida en el artículo 5 del citado Real Decreto 105/2008.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto del capítulo independiente.

8.2. TIPOS DE RESIDUOS

Para la definición de los tipos de residuos y aclarar las diferencias entre los distintos tipos se ha utilizado el artículo 3 de la Ley 10/98, de residuos. A continuación se definen los tipos de residuos que se encuentran dentro del ámbito de la gestión de residuos de construcción y demolición.

- **Residuo:** es cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor tenga la intención u obligación de desprenderse. Los residuos están listados en el Catálogo Europeo de Residuos (CER).
- **Residuo peligroso (RP):** es cualquier residuo o sustancia que suponen un riesgo para el medio ambiente, para la salud humana o para los recursos naturales, sea cual sea su estado físico o químico. Los residuos que se catalogan como peligrosos aparecen en el RD 952/1997. También son catalogados como residuos peligrosos los recipientes y envases que hayan contenido dicho residuo.
- **Residuo no peligroso:** es cualquier residuo no catalogado como peligroso según la definición anterior.
- **Residuo inerte (RI):** es cualquier tipo de residuo catalogado como no peligroso, que no experimenta transformaciones físicas, ni químicas, ni biológicas significativas. No es soluble, ni combustible, ni reacciona ni física ni químicamente, ni de ninguna otra manera. No es biodegradable, ni tampoco afecta negativamente a otros materiales o sustancias que se encuentren en contacto con él.
- **Residuos de construcción y demolición (RCD):** es cualquier residuo generado en obra debido a actividades de construcción y demolición.

8.3. AGENTES INTERVINIENTES

- **Productor de residuos:** es cualquier persona física o jurídica que produce residuos o efectúa operaciones de tratamiento previo de mezcla u otro tipo de

acciones que produzcan cambios en la naturaleza de los mismos, a causa del desarrollo de una actividad, excluida la derivada del consumo doméstico.

- **Poseedor de residuos:** es la persona física, productora de los residuos y que tiene el poder de los mismos, pero no tiene la condición de gestor de residuos.
- **Gestor de residuos:** es la persona o entidad pública o privada que realiza la gestión de residuos, en su totalidad, o en alguna fase de la misma, sea o no el productor de los mismos.

8.4. OPERACIONES

- **Gestión de residuos:** esta gestión incluye la recogida, almacenamiento, transporte, valorización y eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de dichas actividades y de los lugares donde se desarrollan.
- **Reutilización:** se trata del empleo de un producto o material usado anteriormente, para el mismo fin al que fue concebido.
- **Reciclado:** se trata del proceso de la transformación de los residuos, para su fin inicial o para otros fines, como el compostaje, biometización... Dentro del término reciclaje no se incluye la incineración como recuperación de energía.
- **Valorización:** se trata de todo tipo de procedimiento que permite el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, sin poner en peligro el medioambiente y la salud humana.
- **Eliminación:** se trata de todo tipo de procedimiento que permite la eliminación, parcial o total, de los residuos, sin poner en peligro el medioambiente y la salud humana.
- **Volumen aparente:** es el volumen total que ocupan los residuos en la obra, sin haber sido compactados.
- **Volumen real:** es el volumen que ocupan los residuos una vez compactados y eliminados los espacios que haya entre los mismos en su acopio en obra.

- **Código LER:** es un código de 6 dígitos y sirve para realizar la identificación de los residuos según la Orden MAM/304/2002.

8.5. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN OBRA

A continuación se presenta una estimación de las cantidades de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra. Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos, código LER, publicada por la Orden MAM/304/2002, de 8 de Febrero.

Teniendo en cuenta lo que pone en el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, no se considerarán residuos y por tanto no se incluyen en la tabla las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas.

Obra nueva: en ausencia de datos más contrastados, pueden manejarse parámetros estimado con fines estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por m² construido con una densidad tipo del orden de 1,5 t/m³ a 0,5t/m³.

- Área recinto total: 44m x 26m = 1144m²

Aquí tenemos una estimación de las cantidades:

S m ² de superficie construida	V m ³ volumen residuos (S x 0,2m)	D Densidad tipo entre 1,5 y 0,5 T/m ³	T Toneladas de residuos (V x D)
1144 m ²	228.8 m ³	0,5	114.4 tn

Una vez se obtiene el dato global de T de residuos por m² construido, se puede estimar el peso por la tipología de los residuos.

RC: Naturaleza no pétreo

Código LER	Descripción del residuo	% en peso	Peso (tn)
17 02 03	Plásticos	5,5	6,292
17 02 02	Vidrio	2,5	2,86
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las especificadas en el código 170301	4,0	4,576
17 04 07	Metales mezclados	2,0	2,288
17 06 04	Materiales de aislamiento	1,0	1,144
Estimación total de tn		15,00	17,16 tn

RC: naturaleza pétreo

Código LER	Descripción del residuo	% en peso	Peso (tn)
01 04 08	Arena, grava y otros áridos	26,5	30,316
17 01 01	Hormigón	18	20,592
17 01 02	Ladrillos y azulejos	21	24,024
17 02 02	Vidrios	4	4,576
17 05 04	Tierra y piedras distintas a las especificadas en el código 170301	9	10,296
17 09	Piedra	5	5,72
Estimación total de tn		83,50	95,524 tn

RC: Potencialmente peligrosos y otros

Código LER	Descripción del residuo	% en peso	Peso (tn)
150110	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminadas por ellas	0,1	0,1144
150111	Aerosoles vacíos	0,1	0,1144
150202	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminadas	0,6	0,6864
160303	Pilas que contienen mercurio	0,1	0,1155
200201	Residuos biodegradables	0,3	0,3432
2003	Otros residuos municipales	0,3	0,3432
Estimación total de tn		1,5	1,716 tn

Estimación del volumen de los RC:

	T Toneladas de residuos	D Densidad tipo 0,5 T/m ³	V m ³ volumen residuos
RC Naturaleza no pétreo	17,16 tn	0,5	m ³
RC Naturaleza pétreo	95,524 tn	0,5	m ³
RC potencialmente peligrosos	1,716 tn	0,5	m ³
Total estimación	114.4 tn	0,5	228.8 m³

8.6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no peligrosa. Para este tipo de residuos no se prevé ninguna medida específica de prevención más allá de las que implica un manejo cuidadoso.

Con el fin de reducir la cantidad de residuos generados se tendrá en cuenta los siguientes consejos:

- Todos los agentes intervinientes en la obra deberán tener conocimiento de sus responsabilidades y obligaciones respecto a los residuos, así como obedecer en todo momento a las órdenes de la Dirección Facultativa.
- Las cantidades de materiales y productos a emplear en la obra serán optimizados, a fin de reducir materiales sobrantes de los mismos.
- Para evitar residuos procedentes de roturas de materiales y productos, se acopiarán, sin quitar el embalaje, fuera de la zona de tránsito de la obra, libres de peligro y de impactos.
- Los contenedores que permitan la separación adecuada de residuos estarán correctamente etiquetados.
- Se intentará impedir que los residuos orgánicos y líquidos se mezclen con otros, al fin de no contaminarlos.

8.7. PREVISIÓN DE OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS

En Cantabria la norma que regula la gestión de residuos es el Real Decreto 72/2010, de 28 de Octubre, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Esta ley tiene como fin el de fomentar, por este orden, la prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, todo ello asegurando un alto nivel de respeto al medio ambiente y a la salud de las personas y contribuyendo a crear un modelo sostenible de la actividad de construcción.

Se incluye a continuación una tabla con los residuos generados en obra que se reutilizarán en la obra entendiéndose por ello el empleo de los mismos para el mismo fin para el que fueron diseñados originariamente. Estos residuos se separarán convenientemente y su destino final será la reutilización.

	T Toneladas de residuos	D Densidad tipo 0,5 T/m ³	V m ³ volumen residuos
Arena, grava y otros áridos	30,316 tn	0,5	60,632 m ³
Total estimación	30,316 tn	0,5	60,632 m³

Los poseedores de residuos no peligrosos, que se ocupen de la valorización de los residuos en la misma obra en que se han producido, pueden ser eximidos de la autorización administrativa regulada en los apartados 1-3 del artículo 8 del R.D. 105/2008.

Estas actividades serán ejecutadas sin poner en peligro la salud humana ni el medio ambiente, ni producir ruidos ni olores que puedan resultar irritantes. Las actividades a las que se les puede aplicar una valorización "in situ" quedan recogidas de la forma que lo establezca la comunidad autónoma de Cantabria.

Si la valorización de los residuos se lleva a cabo mediante un centro fijo de valorización y/o eliminación, dicho centro deberá cumplir con los requisitos establecidos en la autorización.

Antes de acumular los residuos en un vertedero deben haber sido tratados adecuadamente, exceptuando los residuos inertes, cuyo tratamiento resulta inviable.

Los gestores que realicen alguna de las operaciones de recogida, transporte o almacenamiento de residuos, deberán comunicar sus actividades a la Entidad de Residuos de Cantabria, como órgano competente en la materia medioambiental de la comunidad autónoma de Cantabria.

De acuerdo con la normativa de la Unión Europea se distinguen tres tipos de vertederos, en función de su explotación y del tipo de residuos que admiten:

- Vertedero para residuos peligrosos
- Vertedero para residuos no peligrosos
- Vertedero para residuos inertes

8.8. MEDIDAS DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

En base al artículo 5.5. del RD 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, los residuos deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 tn
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 tn
- Metal: 2 tn
- Madera: 1 tn
- Vidrio: 1 tn
- Plásticos: 0,5 tn
- Papel y cartón: 0,5 tn

La separación en fracciones se llevará a cabo por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Las medidas que deberá tomar para la separación "in situ" serán las mencionadas a continuación:

- Eliminación previa de los elementos desmontables o peligrosos
- Separación de los residuos: pétreos, madera, metal, plástico, cartón y papel, orgánicos, peligrosos...
- Recogida de escombros en obra y posterior tratamiento en planta

8.9. GESTIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

Durante la fase de ejecución de los trabajos se dispondrá de un sistema que garantice la adecuada gestión de los residuos generados en la obra, con el fin de evitar la contaminación de los suelos y de las aguas superficiales y subterráneas.

El productor de estos residuos, el contratista de las obras, ha de disponer de una zona de almacenamiento de los mismos. El contratista estará obligado a recoger los vertidos procedentes de las labores de mantenimiento de la maquinaria y a enviarlos a centro de tratamiento autorizados, acondicionándose una plataforma completamente impermeabilizada para los cambios de aceite y repostaje.

Los residuos asimilables a urbanos, que en ningún caso han de mezclarse con los Residuos Peligrosos, han de ser puestos a disposición del servicio de recogida del ayuntamiento de Laredo.

Por último, el adjudicatario de las obras deberá cumplir lo establecido en el Real Decreto 105/2008, del 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

➤ Contenedores

En el caso de residuos sólidos, el sistema de puntos limpios consistirá en un conjunto de contenedores, distinguibles según el tipo de desecho. Independientemente del tipo de residuos, el fondo y los laterales de los contenedores serán impermeables.

Los postes y restos de acero serán cargados directamente sobre el camión y enviados al gestor autorizado, no precisando contenedores fijos, debido principalmente por la naturaleza de las obras.

Para las maderas y plásticos se dispondrá de un contenedor único de 5 m³.

Para el papel y cartón se dispondrá de un contenedor de 1 m³.

Los residuos peligrosos sólidos se ubicarán en un contenedor de 1 m³, y los residuos peligrosos líquidos en un bidón también de 1 m³, impermeables y con tapa que garantice su estanqueidad.

Los residuos asimilables a R.S.U. se dispondrán en un contenedor de 1 m³ con tapa, los cuales tendrán establecida su recogida semanal. Ver plano nº33 “Distribución de obra”

8.10. DESTINO DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Cada tipo de residuo generado será enviado al gestor autorizado para su correcto tratamiento o limitación. Dichas empresas adquirirán la titularidad de los residuos y se encargarán tanto de la recogida de los contenedores en obra, como del tratamiento o eliminación final de los residuos.

8.11. NORMATIVA

- Ley 22/2011, de 28 de Julio, de Residuos.
- Real Decreto 72/2010, de 28 de Octubre, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición de la Comunidad Autónoma de Cantabria.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real decreto 952/1997, que modifica el Reglamento para la ejecución de la ley 20/1986 básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1998, de 20 de Julio.

8.12. PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	RC: Naturaleza no pétreo	17,16 tn	14,38 tn/€	246,76 €
2	RC: Naturaleza pétreo	95,524 tn	10,82 tn/€	1.033,57 €
3	RC: potencialmente peligrosos	1,716 tn	900 tn/€	1.544,40 €

PRESUPUESTO FINAL 2.824,73 €

El presupuesto final de la Gestión de Residuos asciende a **dos mil ochocientos veinticuatro y setenta y tres céntimos.**