

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

2. Anexo cálculos de estructura.

2.1. Generalidades.

En el presente documento se exponen las directrices seguidas en el cálculo y dimensionado de la estructura del edificio proyectado, que se encuentra enmarcado dentro del ámbito de aplicación del DB-SE-A perteneciente al CTE, que recoge los aspectos referentes a la verificación de la seguridad estructural de los elementos metálicos realizados con acero en edificación.

2.2. Criterios de diseño.

2.2.2. Verificaciones.

2.2.2.1. Tipos de verificación.

Se requieren dos tipos de verificaciones de acuerdo a DB SE 3.2:

- a) La estabilidad y la resistencia (estados límite últimos).
- b) La aptitud para el servicio (estados límite de servicio).

2.2.2.2. Modelado y análisis.

El análisis estructural se basará en modelos adecuados del edificio de acuerdo a DB SE 3.4.

Se deben considerar los incrementos producidos en los esfuerzos por causa de las deformaciones (efectos de 2º orden) allí donde no resulten despreciables.

No es necesario comprobar la seguridad frente a fatiga en estructuras normales de edificación que no estén sometidas a cargas variables repetidas de carácter dinámico.

Debe comprobarse la seguridad frente a fatiga de los elementos que soportan maquinarias de elevación o cargas móviles o que están sometidos a vibraciones producidas por sobrecargas de carácter dinámico (máquinas, viento, personas en movimiento).

En el análisis estructural se deben tener en cuenta las diferentes fases de la construcción, incluyendo el efecto del apeo provisional de los forjados si está previsto.

Deberán comprobarse las situaciones transitorias correspondientes al proceso constructivo si el modo de comportamiento de la estructura varía en dicho proceso, dando lugar a estados límite de tipos diferentes a los considerados en las situaciones persistentes (por ejemplo, por torsión en elementos concebidos para trabajar en flexión) o de magnitud claramente diferente a las consideradas, por cambios en las longitudes o secciones de las piezas.

No será necesaria dicha comprobación en estructuras porticadas con nudos rígidos o arriostramientos si el modo de comportamiento a que responden los modelos empleados se mantiene durante todo el proceso constructivo y las dimensiones a lo largo de dicha fase son las de la situación final de la estructura.

2.2.3. Estados límite últimos.

La comprobación frente a los estados límites últimos supone el análisis y la verificación ordenada de la resistencia de las secciones, de las barras y de las uniones.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

El valor del límite elástico utilizado será el correspondiente al material base según se indica en el apartado 3 del DB-SE-A. No se considerará el efecto de endurecimiento derivado del conformado en frío o de cualquier otra operación.

2.2.3.1. Condiciones que deben verificarse.

Para la verificación de la capacidad portante se consideran los estados límite últimos de estabilidad y resistencia, de acuerdo a DB SE 4.2.

2.2.3.2. Efecto de las acciones.

Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo del efecto de las acciones se obtendrán mediante las reglas de combinación indicadas en DB SE 4.2.

2.2.3.3. Coeficientes parciales de seguridad para determinar la resistencia.

Para los coeficientes parciales para la resistencia se adoptarán, normalmente, los siguientes valores:

- a) $\gamma_{M0} = 1,05$ coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.
- b) $\gamma_{M1} = 1,05$ coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad.
- c) $\gamma_{M2} = 1,25$ coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión.
- d.1) $\gamma_{M3} = 1,1$ coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Servicio.
- d.2) $\gamma_{M3} = 1,25$ coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Último.
- d.3) $\gamma_{M3} = 1,4$ coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados y agujeros rasgados o con sobremedida.

Los coeficientes parciales para la resistencia frente a la fatiga están definidos en el Anejo C, del DB-SE-A.

2.2.4. Estados límite de servicio.

Los estados límite de servicio tienen como objeto verificar el cumplimiento de la exigencia básica SE-2: aptitud al servicio,

- a) limitando los daños en elementos constructivos no estructurales habituales, al limitar la deformación acumulada desde el momento de su puesta en obra (flecha activa);
- b) manteniendo la apariencia geométrica de la estructura, limitando las desviaciones por deformación total respecto de la geometría con que el usuario reconoce a la estructura. Dicha desviación puede acotarse limitando los desplazamientos, o estableciendo medidas iniciales que contrarresten sus efectos, como las contraflechas.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

Los estados límite a considerar y los valores límite de cada uno, flechas, desplomes y vibraciones, son los establecidos en SE 4.3, de acuerdo con el tipo de edificio, y el de los elementos implicados en la deformación.

2.2.4.1. Condiciones que deben verificarse.

Se considera que hay un comportamiento adecuado, en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro, si se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para el mismo de acuerdo a DB SE 4.3.

2.2.4.2. Efecto de las acciones.

Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo del efecto de las acciones se obtendrán mediante las reglas de combinación indicadas DB SE.

2.2.4.3. Propiedades elásticas.

Se emplearán valores medios para las propiedades elásticas de los materiales.

2.3. Materiales.

Aunque muchos de los métodos de comprobación indicados en el DB-SE-A pueden aplicarse a materiales de cualesquier características, se considera que los elementos estructurales a que se refiere este DB están constituidos por aceros de los que se indican en los apartados siguientes.

2.3.1. Aceros en chapas y perfiles.

Los aceros considerados en el DB-SE-A son los establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general) en cada una de las partes que la componen, cuyas características se resumen en la Tabla 4.1 del mencionado documento.

En el DB-SE-A se contemplan igualmente los aceros establecidos por las normas UNE-EN 10210-1:1994 relativa a Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grado fino y en la UNE-EN 10219-1:1998, relativa a secciones huecas de acero estructural conformados en frío.

Las siguientes son características comunes a todos los aceros:

- módulo de Elasticidad: $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- módulo de Rigidez: $G = 81.000 \text{ N/mm}^2$
- coeficiente de Poisson: $\nu = 0,3$
- coeficiente de dilatación térmica: $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} (\text{°C})^{-1}$
- densidad: $\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$

Todos los aceros relacionados en el DB-SE-A son soldables y únicamente se requiere la adopción de precauciones en el caso de uniones especiales (entre chapas de gran espesor, de espesores muy desiguales, en condiciones difíciles de ejecución, etc.), según se indica en el Capítulo 10 del mencionado documento.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

2.3.2. Tornillos, tuercas y arandelas

En la tabla 4.3 del DB-SE-A se resumen las características mecánicas mínimas de los aceros de los tornillos de calidades normalizadas en la normativa ISO.

En el contexto de este DB se entenderá por tornillo el conjunto tornillo, tuerca y arandela (simple o doble).

En los tornillos de alta resistencia utilizados como pretensados, se controlará el apriete.

2.3.3. Materiales de aportación.

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

Las calidades de los materiales de aportación ajustadas a la norma UNE-EN ISO 14555:1999 se consideran aceptables.

2.3.4. Resistencia de cálculo.

Se define resistencia de cálculo, f_{yd} , al cociente de la tensión de límite elástico y el coeficiente de seguridad del material:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_M}$$

siendo:

f_y tensión del límite elástico del material base (tabla 4.1 del DB-SE-A). No se considerará el efecto de endurecimiento derivado del conformado en frío o de cualquier otra operación.

γ_M coeficiente parcial de seguridad del material, de acuerdo al apartado 2.3.3,

En las comprobaciones de resistencia última del material o la sección, se adopta como resistencia de cálculo el valor

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

siendo:

γ_{M2} coeficiente de seguridad para resistencia última.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

2.4. Cálculo y dimensionado de la estructura.

El cálculo y dimensionado de la estructura que sustentará la edificación proyectada, se ha realizado haciendo uso de la herramienta informática Nuevo Metal 3D, dentro del programa informático CYPE, Arquitectura, Ingeniería y Construcción. El proceso de cálculo, hipótesis, modelos, etc., utilizados por el programa se detallan a continuación.

2.4.1. Análisis realizado por el programa.

Nuevo Metal 3D calcula estructuras tridimensionales (3D) definidas con elementos tipo barras en el espacio y nudos en la intersección de las mismas.

El programa considera un comportamiento elástico y lineal de los materiales. Las barras definidas son elementos lineales. Las cargas aplicadas en las barras se pueden establecer en cualquier dirección. El programa admite cualquier tipología de distribución de cargas: uniformes, triangulares, trapezoidales, puntuales, momentos e incremento de temperatura diferente en caras opuestas. En los nudos se pueden colocar cargas puntuales, también en cualquier dirección. El tipo de nudo que se emplea es totalmente genérico, y se admiten uniones empotradas, articuladas, empotradas elásticamente, definidas mediante coeficientes de empotramiento en extremos de barra.

Se puede utilizar cualquier tipo de apoyo, empotrado o articulado, o vinculando alguno de sus grados de libertad.

En los apoyos en los que incide una única barra vertical (según el eje Z) permite definir una zapata aislada o un encepado de hormigón armado. Si dicha barra es metálica, permite definir una placa de anclaje metálica.

Las hipótesis de carga que se pueden establecer no tienen límite en cuanto a su número. Según su origen, se podrán asignar a Peso Propio, Sobrecarga, Viento, Sismo y Nieve.

A partir de las hipótesis básicas se puede definir y calcular cualquier tipo de combinación con diferentes coeficientes de combinación.

Es posible establecer varios estados límite y combinaciones diferentes:

- Hipótesis simples
- E.L.U. rotura. Hormigón
- E.L.U. rotura. Hormigón en cimentaciones
- Tensiones sobre el Terreno (Tensiones admisibles)
- Desplazamientos
- E.L.U. rotura. Acero (Laminado y armado)
- E.L.U. rotura. Acero (Conformado)

Para cada estado se generan todas las combinaciones, indicando su nombre y coeficientes, según el material, uso y norma de aplicación.

A partir de la geometría y cargas que se introduzcan, se obtiene la matriz de rigidez de la estructura, así como las matrices de cargas por hipótesis simples. Se obtendrá la matriz de desplazamientos de los nudos de la estructura, invirtiendo la matriz de rigidez por métodos frontales.

Después de hallar los desplazamientos por hipótesis, se calculan todas las combinaciones para todos los estados, y los esfuerzos en cualquier sección a partir de los esfuerzos en los extremos de las barras y las cargas aplicadas en las mismas.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

2.4.2. Cálculo de tensiones y comprobaciones realizadas

Se indica a continuación el método de cálculo utilizado y las comprobaciones que realiza el programa. Se puede consultar en el apartado referido a las Normativas las implementaciones realizadas para la norma en vigor.

2.4.2.1. Acciones consideradas.

Nuevo Metal 3D considera las acciones características para cada una de las hipótesis simples definibles:

- Peso Propio
- Sobrecarga
- Viento
- Sismo
- Nieve

2.4.2.2. Estados límite.

Para cada material, uso y norma, seleccionando en el diálogo correspondiente, se genera de forma automática todas las combinaciones para todos los estados.

2.4.3.3. Obtención de esfuerzos.

Para cada combinación empleada se obtienen los esfuerzos mayorados o ponderados, que, en general, serán:

- Axiles (en la dirección del eje x local)
- Cortantes (en la dirección de los ejes y y z locales)
- Momentos (en la dirección de los ejes y y z locales)
- Torsor (en la dirección del eje x local)

Estos esfuerzos se obtienen por hipótesis simples o por combinaciones de todos los estados considerados. Todo ello servirá para el estudio y comprobación de deformaciones y tensiones de las piezas.

2.4.3.4. Comprobaciones realizadas por el programa.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, el programa comprueba y dimensiona las barras de la estructura según criterios límite:

- Tensión o coeficiente de aprovechamiento
- Esbeltez
- Flecha
- Otras comprobaciones

Además realiza otras comprobaciones (abolladura, pandeo lateral) que hacen que el perfil sea incorrecto.

Si se superan estos límites, *Nuevo Metal 3D* permitirá que se realice un dimensionamiento, buscando en la tabla de perfiles aquella sección que cumpla todas las condiciones, en caso de que exista.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

Se debe tener en cuenta que siempre que se modifique un perfil o barra, habrá cambiado la matriz de rigidez y teóricamente debe volver a calcular y comprobar las barras.

2.4.4. Cálculo de la longitud de pandeo.

Para determinar la longitud de pandeo, es preciso determinar el coeficiente β , para obtener:

$$L_k = \beta \cdot L$$

siendo,

L_k : Longitud de pandeo

L : Longitud de la barra entre nudos

La longitud de pandeo expresa la distancia entre dos puntos de inflexión consecutivos de la barra, cuando se deforma al pandear. Recuerde que una barra se define entre dos nudos, por lo que el β es el de la barra. Por tanto, puede ser mayor o menor que la longitud o distancia entre nudos, dependiendo de las condiciones de vinculación en los extremos.

En tramos alineados de barras consecutivas debe corregir el β . El programa asigna por defecto un coeficiente β igual a la unidad, pero es posible modificarlo. De hecho, al calcular, si no ha asignado ningún coeficiente, el programa avisa de dicha circunstancia para que analice si es preciso modificar estos coeficientes en función del tipo de estructura introducida y geometría.

Estos coeficientes se deben definir respecto a los ejes locales de cada barra en los posibles planos de pandeo en dos direcciones ortogonales: xz, xy.

Hay dos maneras de hacerlo:

- Asignación manual
- Cálculo aproximado

La asignación manual permite introducir el valor del coeficiente β que estime conveniente. El cálculo aproximado está basado en fórmulas comúnmente aceptadas cuya validez está limitada a estructuras sensiblemente ortogonales, diferenciándose en su comportamiento por su desplazabilidad.

Además se aceptan las siguientes hipótesis:

- Los soportes pandean simultáneamente.
- Se desprecia el acortamiento elástico de los soportes.
- Las vigas se comportan elásticamente y se unen de forma rígida a los soportes.
- No se modifica la rigidez de las vigas por esfuerzos normales.

2.4.4.1. Limitaciones del cálculo aproximado.

Es importante hacer algunas advertencias que deben tenerse en cuenta:

- La existencia de nudos intermedios en barras en continuidad, a las que no acometen otras barras, invalida el método, por lo que en estos casos deben hacerse las correcciones manuales que se consideren oportunas.
- El método aproximado exige la clasificación de la estructura en traslacional o intraslacional, por lo que debe tenerse cuidado en dicha definición.
- Todo lo dicho sólo es aplicable a barras metálicas.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

• Si la estructura introducida es un pórtico plano, los valores obtenidos son válidos en su plano, pudiendo no serlo en el plano perpendicular, ya que no existen elementos transversales definidos, sobre todo cuando existen simetrías, como puede ser el caso de un pórtico a dos aguas calculado de forma aislada.

2.4.5. Proceso de cálculo.

El edificio proyecto para albergar las nuevas instalaciones de REPUESTALIA S.L. estará constituido por una nave industrial con las siguientes características: 32.5 m de longitud, 21 m de anchura y 9.20 m de altura. Se resolverá mediante 7 pórticos espaciados 5.25 m entre sí, con unas alturas en cumbrera de 9 m y de 8 m en los laterales. En el interior de la nave se dispondrá de un forjado para oficinas a 4 m de altura. La nave constará de dos tipos de huecos, representados por puertas y ventanas, que se consideraran a efectos de cálculo, combinación abierto-cerrado los primeros y normalmente cerrados los segundos. La ubicación de las puertas se localiza en el cerramiento frontal y lateral izquierdo del edificio (ver apartado de planos).

2.4.5.1. Hipótesis de cargas.

El primer paso a seguir es determinar las hipótesis de cargas actuantes sobre la estructura. En dicho proceso los criterios seguidos son los especificados por el CTE.DB-SE AE.

2.4.5.1.1. Cargas permanentes:

- Peso propio de las correas (perfil conformado Z).
- Material de cubrición (panel nervado de 60 mm y 0.24 kN/m²).
- Peso propio del forjado prefabricado de placas alveolares (e=15 cm): 275 Kg/m.
- Solado: 1.1 kN/m².

2.4.5.1.2. Sobrecargas de uso:

Según la tabla 3.1 del CTE.DB-SE AE la sobrecarga correspondiente a una categoría de uso B (zonas administrativas) es de 2 kN/m².

2.4.5.1.3. Acción del viento:

Según el Anejo D del CTE.DB-SE AE, de acuerdo con la ubicación de nuestra planta, se tienen las siguientes condiciones: Zona A (velocidad básica del viento 26 m/s, presión dinámica 0.42 KN/m²), zona urbana en general, industrial o forestal (grado de aspereza del entorno IV).

2.4.5.1.4. Acciones térmicas.

Según el CTE.DB-SE AE, en edificios habituales con elementos 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 m de longitud. El edificio proyectado en el presente proyecto cumple con esta directriz, luego no serán consideradas acciones térmicas en los cálculos.

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

2.4.5.1.5. Sobrecarga de nieve:

Según el Anejo E del CTE.DB-SE AE, de acuerdo con la ubicación de nuestra planta, se tienen las siguientes condiciones: Zona climática invernal 6, altitud topográfica 10 m (sobrecarga de nieve 0.2 KN/m²), exposición al viento normal.

2.4.5.1.6. Sismo.

La Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE), tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que le sea aplicable de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2 del REAL DECRETO 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).

Dicha norma establece dentro de su apartado “1.2.2. Clasificación de las construcciones” como **construcción de importancia normal** a aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos. Siendo este el marco que engloba la construcción proyectada en el presente documento.

Dentro de su apartado “1.2.3. Criterios de aplicación de la Norma” se establece que la Norma es obligatoria en las construcciones recogidas en el apartado “1.2.1. Ámbito de aplicación” del mismo documento, excepto:

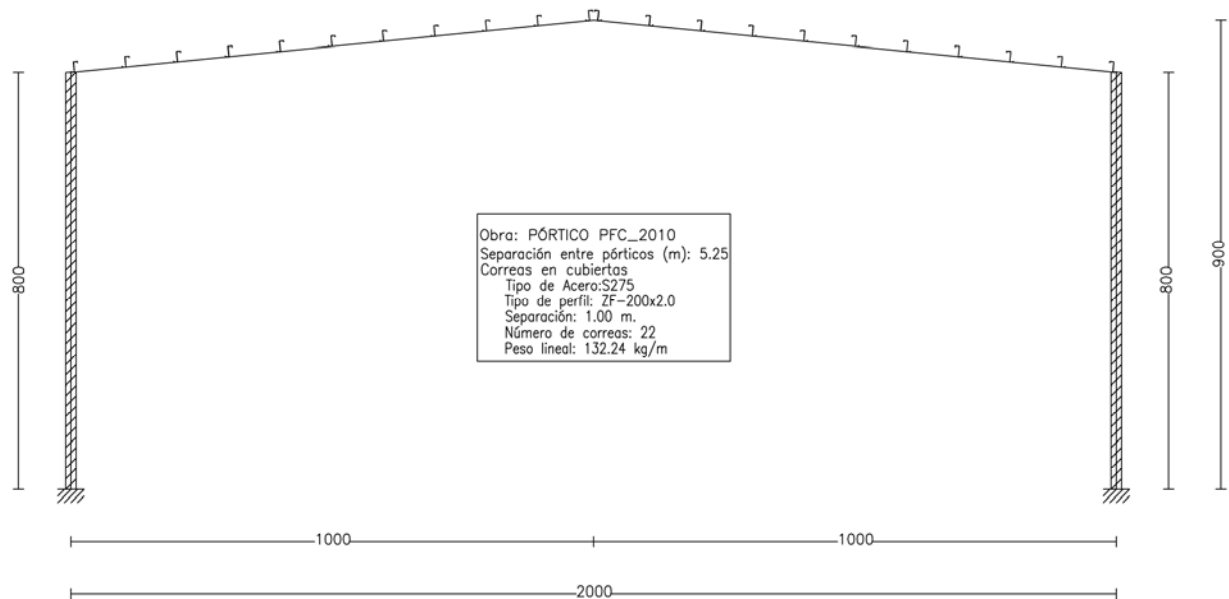
- En las construcciones de importancia moderada.
- En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b (apartado 2.1) sea inferior a 0,08 g. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo, a_c , (apartado 2.2) es igual o mayor de 0,08 g.

En nuestro caso particular, de acuerdo con la ubicación de nuestra planta situada en el término municipal de Carmona (Sevilla) y atendiendo al “Anejo 1. Valores de la aceleración sísmica básica, a_b , y del coeficiente de contribución, k , de los términos municipales con $a_b \geq 0,04$ g, organizado por comunidades autónomas” dentro del NCSE, se obtiene un valor de la aceleración sísmica básica de $a_b/g = 0.06$.

Con todo, al ser nuestra construcción proyectada catalogada como de importancia normal, tener una aceleración sísmica básica de $a_b=0.06g$ y ser la estructura diseñada constituida a base de pórticos arriostrados, concluimos que no es de aplicación la NCSE en el presente proyecto.

2.4.5.2. Generador de pórticos.

Nuestra estructura es generada a partir de la asociación de pórticos biempotrados mediante soldadura en los nudos pilar-jácena y mediante placas de anclaje a la cimentación. Dichos pórticos serán diseñados, concretamente luz, longitud de barras, inclinación de la jácena, perfil y dimensionamiento de las correas, e introducción de las hipótesis de cargas permanentes, las de viento y las de nieve, con la herramienta Generador de Pórticos de CYPE.



Los resultados ofrecidos por el programa son los siguientes:

a) Datos de la obra.

Separación entre pórticos: 5.25 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 0.32 kN/m²

- Sobrecarga del cerramiento: 0.25 kN/m²

Con cerramiento en laterales

- Peso del cerramiento: 3.10 kN/m²

b) Normas y combinaciones.

Perfiles conformados	CTE Categoría de uso: G. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Perfiles laminados	CTE Categoría de uso: G. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

c) Datos de viento.

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona eólica: A

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal

Periodo de servicio (años): 50

Profundidad nave industrial: 31.50

	<i>Proyecto Básico y de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L.</i>	<i>Autor: Antonio García López</i>	
	<i>E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Sevilla.</i>	<i>Dpto. Ingeniería del Diseño</i> <i>Tutor: Emilio Romero Rueda</i>	

Con huecos:

- Área izquierda: 30.00
- Altura izquierda: 3.00
- Área derecha: 0.00
- Altura derecha: 0.00
- Área frontal: 30.00
- Altura frontal: 3.00
- Área trasera: 0.00
- Altura trasera: 0.00
- 1 - V(0°) H1, Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con presión interior
- 2 - V(0°) H2, Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior
- 3 - V(0°) H3, Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con presión interior
- 4 - V(0°) H4, Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior
- 5 - V(90°) H1, Viento a 90° con presión interior
- 6 - V(90°) H2, Viento a 90° con succión interior
- 7 - V(180°) H1, Viento a 180°, presión exterior tipo 1 con presión interior
- 8 - V(180°) H2, Viento a 180°, presión exterior tipo 1 con succión interior
- 9 - V(180°) H3, Viento a 180°, presión exterior tipo 2 con presión interior
- 10 - V(180°) H4, Viento a 180°, presión exterior tipo 2 con succión interior
- 11 - V(270°) H1, Viento a 270° con presión interior
- 12 - V(270°) H2, Viento a 270° con succión interior

d) Datos de nieve.

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona de clima invernal: 6

Altitud topográfica: 235.00 m

Cubierta sin resaltos

Exposición al viento: Normal

Hipótesis aplicadas:

- 1 - Nieve: estado inicial, (H1-Libre H1-Libre) (H1-Libre H1-Libre)
- 2 - Nieve: redistribución 1, (H2-Libre H2-Libre) (H1-Libre H1-Libre)
- 3 - Nieve: redistribución 2, (H1-Libre H1-Libre) (H2-Libre H2-Libre)

e) Aceros en perfiles.

Tipo acero	Acero	Lim. elástico MPa	Módulo de elasticidad GPa
Aceros Conformados	S275	275	206

Datos de pórticos			
Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Dos aguas	Luz izquierda: 10.00 m. Luz derecha: 10.00 m. Alero izquierdo: 8.00 m. Alero derecho: 8.00 m. Altura cumbrera: 9.00 m.	Pórtico rígido

Datos de correas de cubierta	
Parámetros de cálculo	Descripción de correas
Límite flecha: L / 250	Tipo de perfil: ZF-200x2.0
Número de vanos: Un vano	Separación: 1.00 m.
Tipo de fijación: Fijación	Tipo de Acero: S275
Comprobación	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.	
Porcentajes de aprovechamiento:	
- Tensión: 55.40 %	
- Flecha: 56.85 %	

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m²
Correas de cubierta	22	13.22	0.06

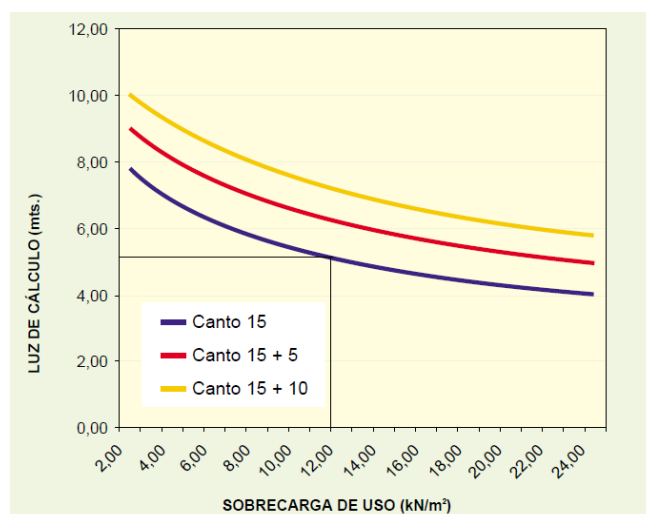
2.4.5.3. Hipótesis de carga añadidas y simplificaciones en el cálculo.

Como ya hemos comentado, el programa genera las hipótesis de cargas permanentes, las de viento y las de nieve a través de la herramienta Generador de Pórticos. Esto implica que sobre las barras que introducimos posteriormente al pasar al Nuevo Metal 3D, debemos introducir algunas cargas manualmente para completar las hipótesis de carga generadas con anterioridad.

En nuestro caso particular, las cargas introducidas en el Nuevo Metal 3D son las siguientes:

2.4.5.3.1. Cargas sobre el forjado.

El forjado elegido ha sido seleccionado de acuerdo a las especificaciones facilitadas por el fabricante, en forma de gráfica, donde se compara la luz salvada por la placa alveolar prefabricada frente a la sobrecarga de uso soportada por la misma, usando el espesor de la placa como parámetro.



Como puede observarse, para una luz de 5.25 m (distancia entre cada 2 vigas consecutivas del forjado), utilizando placas de 15 cm de espesor, se obtiene una resistencia ante sobrecarga de uso de hasta 12 KN/m². Como en nuestro caso la sobrecarga de uso viene dada por la suma del peso de la solería (introducida en el programa como carga permanente pero debe ser considerada como sobrecarga de uso respecto a la placa) más la sobrecarga de uso especificada por la tabla 3.1 del CTE.DB-SE AE correspondiente a una categoría de uso B (zonas administrativas):

$$Q_1(\text{sobrecarga de uso}) = 1.1 \text{ KN/m}^2(\text{solería}) + 2 \text{ KN/m}^2(\text{categoría de uso B}) = 3.1 \text{ KN/m}^2$$

$$Q_1 = 3.1 \text{ KN/m}^2 < 12 \text{ KN/m}^2 \Rightarrow \text{La placa de 15 cm cumple con la carga valorada.}$$

Las placas alveolares tienen un peso propio de 2.3 KN/m², a lo que habrá que sumar la carga de la solería de 1.1 KN/m², con lo que la carga permanente a introducir es de 3.4 KN/m². Como la luz salvada entre vigas es de 5.25 m, la carga lineal soportada por cada viga será 3.4x5.25/2=8.5 KN/m.

Del mismo modo, la sobrecarga de uso a introducir será 2x5.25/2=5.25 KN/m.

2.4.5.3.1. Comprobación del pandeo lateral.

Dada la tipología de estructura elegida para sustentar el edificio proyectado el fenómeno de pandeo lateral tendrá una importancia relevante en el caso de las jácenas de los pórticos. No obstante, en nuestro caso particular hemos obviado la comprobación frente a esta patología por los siguientes motivos:

- i. De acuerdo con la expresión que proporciona el CTE en su DB_SE _A, particularizada para una estructura porticada con cubierta ligera sustentada mediante correas, como es la proyectada, si se cumple dicha expresión la comprobación frente al pandeo lateral no es obligada:

$$dc < 40 \times \min (i_x, i_y)$$

siendo:

dc: distancia entre correas (1m en nuestro caso).

min (i_x, i_y): mínimo radio de giro del perfil utilizado (en nuestro caso perfiles IPE).

En nuestro caso tenemos tres tipos de perfiles laminados IPE 240, 270 y 300, obteniéndose los resultados siguientes:

Perfil	i _x (cm)	i _y (cm)	min (i _x ,i _y)	40 x min (i _x ,i _y)	dc (cm)	CUMPLE
IPE 240	9,97	2,69	i _y	107,60	100,00	SI
IPE 270	11,20	3,02	i _y	120,80	100,00	SI
IPE 300	12,50	3,55	i _y	142,00	100,00	SI

- ii. Aunque la comprobación anterior nos exime de la comprobación frente a pandeo lateral, trabajando del lado de la seguridad, se ha optado por colocar tornapuntas cada 4 correas (3 m) para ayudar a estabilizar el ala inferior de las jácenas frente a la patología mencionada.
- iii. Por otro lado, se debe argumentar que el hecho de que las correas vayan soldadas correctamente al ala superior de las jácenas y separadas distancias cortas (1m como pueda ser nuestro caso), estabiliza dicho elemento en su ala superior.

- iv. Por último, se debe contemplar la ventaja que ofrecen los perfiles convencionales de sección continua respecto a este fenómeno, ya que debido a su geometría y proporciones, si se tuviera que dar dicha patología, ocurriría preferentemente en los puntos medios entre dos uniones consecutivas correa-jácena, y en ese punto, para perfiles de sección continua, el perfil está infrautilizado, con lo que es asumible el hecho de que sea capaz de evitar el efecto del pandeo lateral. Diferente sería el caso en perfiles de inercia variable donde forzosamente habría de considerarse dicho fenómeno, ya que el fundamento de este tipo de perfiles es que sea utilizado en todo su recorrido al 100%, de manera que el pandeo lateral podría ser la gota que colme el vaso.

Para el resto de elementos que componen la estructura, ya sea por la función que desempeñan, forma de trabajar, o sobre todo por el confinamiento que se ha propuesto, arriostrando los pilares a los cerramientos verticales exteriores y las vigas del forjado a las placas alveolares que constituyen dicho paramento, nos permite obviar la comprobación frente a pandeo lateral en dichos elementos.

2.4.5.4. Nuevo Metal 3D.

Los resultados ofrecidos por el programa referentes al dimensionamiento de perfiles, uniones, configuración, etc., se exponen con detalle en el apartado de planos. A continuación ofrecemos una serie de resultados que complementan la información mencionada:

2.5.4.1. Descripción de las barras utilizadas.

a) Materiales utilizados.

Materiales utilizados							
Material		E (GPa)	ν	G (GPa)	f_y (GPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	206.01	0.300	79.23	0.28	1.2e-005	77.01
Notación: <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>ν: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>f_y: Límite elástico</i> <i>α_t: Coeficiente de dilatación</i> <i>γ: Peso específico</i>							

Características mecánicas								
Material		Descripción	A(cm²)	A _{vy} (cm²)	A _{vz} (cm²)	I _{yy} (cm⁴)	I _{zz} (cm⁴)	I _t (cm⁴)
Tipo	Designación							
Acero laminado	S275	HE 200 B , (HEB)	78.10	45.00	13.77	5696.00	2003.00	59.28
		IPE 240, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 1.00 m. Cartela final inferior: 1.00 m.	39.10	17.64	12.30	3892.00	283.60	12.88
		HE 220 B , (HEB)	91.00	52.80	16.07	8091.00	2843.00	76.57
		IPE 300, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 1.00 m. Cartela final inferior: 1.00 m.	53.80	24.07	17.80	8356.00	603.80	20.12
		IPE 270, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 1.00 m. Cartela final inferior: 1.00 m.	45.90	20.66	14.83	5790.00	419.90	15.94

		IPE 200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1943.00	142.40	6.98
Acero laminado	S275	HE 180 B , (HEB)	65.30	37.80	11.63	3831.00	1363.00	42.16
		HE 240 B , (HEB)	106.00	61.20	18.54	11260.00	3923.00	102.70
		IPE 100, (IPE)	10.30	4.70	3.27	171.00	15.92	1.20
		IPE 80, (IPE)	7.64	3.59	2.38	80.14	8.49	0.70
		IPE 140, (IPE)	16.40	7.56	5.34	541.20	44.92	2.45
		Ø16, (Redondos)	2.01	1.81	1.81	0.32	0.32	0.64

Notación:

Ref.: Referencia

A: Área de la sección transversal

Ay: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'

Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'

Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'

It: Inercia a torsión

Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.4.5.4.2. Mediciones.

Tabla de medición						
Material		Pieza(Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud(m)	Volumen(m³)	Peso(kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N2	HE 200 B (HEB)	8.00	0.062	490.47
		N3/N4	HE 200 B (HEB)	8.00	0.062	490.47
		N2/N5	IPE 240 (IPE)	10.05	0.065	337.64
		N4/N5	IPE 240 (IPE)	10.05	0.065	337.64
		N6/N7	HE 220 B (HEB)	8.00	0.073	571.48
		N8/N9	HE 220 B (HEB)	8.00	0.073	571.48
		N7/N10	IPE 300 (IPE)	10.05	0.090	465.14
		N9/N10	IPE 300 (IPE)	10.05	0.090	465.14
		N11/N12	HE 220 B (HEB)	8.00	0.073	571.48
		N13/N14	HE 220 B (HEB)	8.00	0.073	571.48
		N12/N15	IPE 300 (IPE)	10.05	0.090	465.14
		N14/N15	IPE 300 (IPE)	10.05	0.090	465.14
		N16/N17	HE 220 B (HEB)	8.00	0.073	571.48
		N18/N19	HE 220 B (HEB)	8.00	0.073	571.48
		N17/N20	IPE 300 (IPE)	10.05	0.090	465.14
		N19/N20	IPE 300 (IPE)	10.05	0.090	465.14
		N21/N22	HE 200 B (HEB)	8.00	0.062	490.47
		N23/N24	HE 200 B (HEB)	8.00	0.062	490.47
		N22/N25	IPE 240 (IPE)	10.05	0.065	337.64
		N24/N25	IPE 240 (IPE)	10.05	0.065	337.64
		N26/N27	HE 200 B (HEB)	8.00	0.062	490.47
		N28/N29	HE 200 B (HEB)	8.00	0.062	490.47
		N27/N30	IPE 270 (IPE)	10.05	0.077	396.65
		N29/N30	IPE 270 (IPE)	10.05	0.077	396.65
		N31/N32	HE 200 B (HEB)	8.00	0.062	490.47
		N33/N34	HE 200 B (HEB)	8.00	0.062	490.47
		N32/N35	IPE 240 (IPE)	10.05	0.065	337.64
		N34/N35	IPE 240 (IPE)	10.05	0.065	337.64

		N37/N38	HE 200 B (HEB)	8.50	0.066	521.12
		N39/N35	HE 200 B (HEB)	9.00	0.070	551.78
		N40/N41	HE 200 B (HEB)	8.50	0.066	521.12
		N36/N42	IPE 200 (IPE)	5.00	0.014	111.86
		N42/N43	IPE 200 (IPE)	5.00	0.014	111.86
		N43/N44	IPE 200 (IPE)	5.00	0.014	111.86
		N49/N50	HE 180 B (HEB)	4.00	0.026	205.04
		N51/N52	HE 180 B (HEB)	8.50	0.056	435.71
		N50/N55	IPE 200 (IPE)	3.25	0.009	72.71
		N55/N56	IPE 200 (IPE)	5.00	0.014	111.86
		N56/N57	IPE 200 (IPE)	5.00	0.014	111.86
		N58/N59	HE 180 B (HEB)	8.50	0.056	435.71
		N60/N25	HE 180 B (HEB)	9.00	0.059	461.34
		N61/N62	HE 180 B (HEB)	8.50	0.056	435.71
		N63/N64	HE 240 B (HEB)	8.50	0.090	707.28
Acero laminado	S275	N65/N5	HE 240 B (HEB)	9.00	0.095	748.89
		N66/N67	HE 240 B (HEB)	8.50	0.090	707.28
		N2/N7	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N7/N12	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N12/N17	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N17/N22	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N22/N27	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N27/N32	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N4/N9	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N9/N14	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N14/N19	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N19/N24	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N24/N29	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N29/N34	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N72/N73	IPE 200 (IPE)	5.00	0.014	111.86
		N73/N74	IPE 200 (IPE)	5.00	0.014	111.86
		N74/N75	IPE 200 (IPE)	5.00	0.014	111.86
		N72/N76	IPE 80 (IPE)	5.25	0.004	31.49
		N76/N36	IPE 80 (IPE)	5.25	0.004	31.49
		N73/N55	IPE 80 (IPE)	5.25	0.004	31.49
		N55/N42	IPE 80 (IPE)	5.25	0.004	31.49
		N74/N56	IPE 80 (IPE)	5.25	0.004	31.49
		N56/N43	IPE 80 (IPE)	5.25	0.004	31.49
		N75/N57	IPE 80 (IPE)	5.25	0.004	31.49
		N57/N44	IPE 80 (IPE)	5.25	0.004	31.49
		N77/N47	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N78/N46	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N79/N48	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N80/N45	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N81/N80	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N82/N78	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N83/N77	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N84/N79	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N68/N85	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45

		N69/N86	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N70/N87	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N71/N88	IPE 100 (IPE)	5.25	0.005	42.45
		N90/N89	IPE 140 (IPE)	5.00	0.008	64.37
		N92/N91	IPE 140 (IPE)	5.25	0.009	67.59
		N53/N56	HE 180 B (HEB)	4.00	0.026	205.04
		N54/N55	HE 180 B (HEB)	4.00	0.026	205.04
		N2/N85	Ø16 (Redondos)	7.13	0.001	11.25
		N85/N69	Ø16 (Redondos)	7.30	0.001	11.52
		N7/N68	Ø16 (Redondos)	7.13	0.001	11.25
		N68/N86	Ø16 (Redondos)	7.30	0.001	11.52
		N71/N87	Ø16 (Redondos)	7.30	0.001	11.52
		N9/N71	Ø16 (Redondos)	7.13	0.001	11.25
		N88/N70	Ø16 (Redondos)	7.30	0.001	11.52
		N4/N88	Ø16 (Redondos)	7.13	0.001	11.25
		Acero laminado	S275	N22/N80	Ø16 (Redondos)	7.13
N80/N82	Ø16 (Redondos)			7.30	0.001	11.52
N81/N78	Ø16 (Redondos)			7.30	0.001	11.52
N27/N81	Ø16 (Redondos)			7.13	0.001	11.25
N84/N77	Ø16 (Redondos)			7.30	0.001	11.52
N29/N84	Ø16 (Redondos)			7.13	0.001	11.25
N79/N83	Ø16 (Redondos)			7.30	0.001	11.52
N24/N79	Ø16 (Redondos)			7.13	0.001	11.25
N32/N80	Ø16 (Redondos)			7.13	0.001	11.25
N80/N46	Ø16 (Redondos)			7.30	0.001	11.52
N45/N78	Ø16 (Redondos)			7.30	0.001	11.52
N27/N45	Ø16 (Redondos)			7.13	0.001	11.25
N79/N47	Ø16 (Redondos)			7.30	0.001	11.52
N34/N79	Ø16 (Redondos)			7.13	0.001	11.25
N48/N77	Ø16 (Redondos)			7.30	0.001	11.52
N29/N48	Ø16 (Redondos)			7.13	0.001	11.25
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final						

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud (m)			Volumen (m³)			Peso (kg)		
Tipo	Desig.			Perfil	Serie	Material	Perfil	Serie	Material	Perfil	Serie	Material
Acero laminado	S275	HEB	HE 200 B	90.00			0.703			5517.76		
			HE 220 B	48.00			0.437			3428.88		
			HE 180 B	46.50			0.304			2383.61		
			HE 240 B	26.00			0.276			2163.46		
		IPE			210.50			1.719			13493.72	
			IPE 240, Simple con cartelas	60.30			0.389			2025.85		

		IPE 300, Simple con cartelas	60.30			0.540			2790.86		
		IPE 270, Simple con cartelas	20.10			0.153			793.29		
		IPE 200	43.25			0.123			967.61		
		IPE 100	126.00			0.130			1018.77		
		IPE 80	42.00			0.032			251.89		
		IPE 140	10.25			0.017			131.96		
				362.20			1.385			7980.24	
	Redondos	Ø16	173.19			0.035			273.35		
				173.19			0.035			273.35	
					745.89			3.138			21747.30

2.4.5.4.3. Resistencia en caso de incendio.

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 30

Revestimiento de protección: Mortero de vermiculita-perlita con yeso

Densidad: 650.0 kg/m³

Conductividad: 0.12 W/(m ·K)

Calor específico: 1100.00 J/(kg ·K)

Referencias:

N: Esfuerzo axial (kN)

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

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

Mt: Momento torsor (kN ·m)

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

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

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

Origen de los esfuerzos pésimos:

G: Sólo gravitatorias

GV: Gravitatorias + viento

GS: Gravitatorias + sismo

GVS: Gravitatorias + viento + sismo

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

Comprobación de resistencia en situación de incendio (R 30)												
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p _s imos						Origen	M. verm. y yeso ⁽¹⁾ (mm)	Temperatura ⁽²⁾ (°C)	Estado
			N(kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)				
N1/N92	17.10	0.000	-5.809	4.219	-3.982	-0.005	-5.952	11.320	GV	10	354	Cumple
N92/N2	4.53	2.000	-4.643	0.264	-1.933	-0.007	7.590	0.012	GV	10	354	Cumple
N3/N4	19.81	0.000	-5.475	5.126	3.978	0.005	5.931	13.618	GV	10	354	Cumple
N2/N68	6.70	4.825	1.546	-0.279	3.750	0.007	-1.811	0.756	GV	10	471	Cumple
N68/N64	8.82	0.200	11.253	7.643	4.159	0.007	-2.622	-0.772	GV	10	471	Cumple
N64/N69	8.88	0.000	11.869	-0.045	-1.718	0.007	-2.622	-0.772	GV	10	471	Cumple
N69/N5	13.92	0.000	15.616	3.266	3.490	-0.345	-5.843	0.327	GV	10	471	Cumple
N4/N71	5.84	1.956	-1.965	0.055	-0.013	-0.005	4.678	0.009	GV	10	471	Cumple
N71/N67	7.66	0.200	13.259	-6.948	1.189	-0.007	-1.658	0.730	GV	10	471	Cumple
N67/N70	7.67	4.026	2.822	0.226	4.049	0.012	-4.744	-0.307	GV	10	471	Cumple
N70/N5	18.85	0.000	17.597	-4.328	1.873	0.468	2.342	-0.542	GV	10	471	Cumple
N6/N91	30.56	0.000	-26.612	2.111	-17.088	-0.009	-42.007	11.945	GV	10	339	Cumple
N91/N7	37.69	2.000	-31.772	-0.070	-16.298	-0.013	82.759	0.028	G	10	339	Cumple
N8/N9	38.51	8.000	-31.778	-0.075	16.313	0.013	-82.806	0.028	G	10	339	Cumple
N7/N85	37.20	1.001	-19.440	0.013	-26.344	0.027	-54.754	-0.028	G	10	444	Cumple
N85/N86	40.64	4.226	-17.167	-0.068	-3.397	0.008	58.794	0.211	G	10	444	Cumple
N86/N10	22.33	0.000	-17.154	0.001	-0.704	-0.004	60.651	0.268	G	10	444	Cumple
N9/N88	37.22	1.001	-19.447	-0.012	-26.349	-0.027	-54.796	0.028	G	10	444	Cumple
N88/N87	40.64	4.226	-17.167	0.067	-3.401	-0.008	58.790	-0.211	G	10	444	Cumple
N87/N10	22.33	0.000	-17.154	0.001	-0.709	0.003	60.651	-0.268	G	10	444	Cumple
N11/N12	38.09	8.000	-27.025	-0.094	-17.891	-0.001	82.603	0.000	GV	10	339	Cumple
N13/N14	38.09	8.000	-27.025	-0.103	17.891	0.001	-82.603	0.000	GV	10	339	Cumple
N12/N15	40.74	0.999	-22.222	0.000	-20.193	0.000	-58.415	-0.001	GV	15	315	Cumple
N14/N15	45.57	0.999	-22.222	0.000	-20.193	0.000	-58.415	0.001	GV	10	444	Cumple
N16/N17	38.09	8.000	-27.025	-0.089	-17.891	-0.001	82.603	0.000	GV	10	339	Cumple
N18/N19	38.09	8.000	-27.025	-0.097	17.891	0.001	-82.603	0.000	GV	10	339	Cumple
N17/N20	40.74	0.999	-22.222	0.000	-20.193	0.000	-58.415	-0.001	GV	15	315	Cumple
N19/N20	45.57	0.999	-22.222	0.000	-20.193	0.000	-58.415	0.001	GV	10	444	Cumple
N21/N72	13.18	0.000	-4.467	-1.067	-6.904	-0.003	-7.232	-7.470	GV	10	354	Cumple
N72/N22	5.60	0.000	-4.739	-0.730	2.670	0.012	3.361	-2.925	GV	10	354	Cumple
N23/N24	18.23	0.000	-4.113	-0.880	11.196	0.003	17.093	-7.035	GV	10	354	Cumple
N22/N81	11.32	4.825	-2.281	0.012	9.647	-0.002	-8.879	-0.056	GV	10	471	Cumple
N81/N59	13.41	0.200	2.325	-0.572	10.497	-0.002	-10.914	0.059	GV	10	471	Cumple
N59/N82	6.95	0.000	0.451	0.013	-5.660	-0.001	-5.566	0.062	GV	10	471	Cumple
N82/N25	6.77	0.150	10.185	0.028	10.481	-0.010	-11.362	0.088	GV	10	471	Cumple
N24/N84	9.06	4.825	-6.060	-0.009	7.760	0.002	-6.190	0.047	GV	10	471	Cumple
N84/N62	9.67	0.200	-1.733	0.465	8.610	0.002	-7.848	-0.046	GV	10	471	Cumple
N62/N83	9.09	0.000	5.936	0.006	-7.507	0.000	-7.170	0.003	G	10	471	Cumple
N83/N25	5.65	0.150	4.688	-0.195	9.726	0.028	-9.910	-0.084	GV	10	471	Cumple
N26/N76	23.66	0.000	-18.439	-1.791	-10.404	-0.002	-21.056	-9.154	GV	10	354	Cumple
N76/N27	25.27	4.000	-24.373	-0.396	-13.122	-0.001	42.318	0.002	GV	10	354	Cumple
N28/N29	18.15	0.000	-1.060	-0.879	11.484	0.004	17.227	-7.024	GV	10	354	Cumple
N27/N80	28.56	4.825	-26.741	-0.002	-6.603	0.002	27.660	0.010	GV	10	458	Cumple
N80/N78	50.89	1.988	-40.144	-0.011	0.305	0.002	33.508	0.033	GV	10	458	Cumple
N78/N30	12.61	0.000	-36.893	-0.010	5.913	0.000	22.855	0.002	G	10	458	Cumple
N29/N79	31.75	4.825	-16.193	0.000	14.136	0.000	-33.566	0.003	G	10	458	Cumple
N79/N52	34.64	0.200	-34.690	0.026	15.144	0.000	-36.536	-0.002	G	10	458	Cumple
N52/N77	38.31	0.000	-38.898	0.000	-18.214	0.000	-36.536	-0.002	G	10	458	Cumple
N77/N30	11.81	0.000	-36.892	-0.010	-6.887	0.000	21.087	-0.005	G	10	458	Cumple
N31/N36	12.79	0.000	-5.862	-3.427	-1.760	0.006	-0.684	-10.205	GV	10	354	Cumple
N36/N32	4.94	0.000	-1.210	-1.246	-2.944	-0.003	-1.364	-3.461	GV	10	354	Cumple
N33/N89	19.82	0.000	-7.050	-5.183	3.268	0.002	4.889	-14.068	GV	10	354	Cumple
N89/N34	6.15	2.000	-5.754	-0.955	5.450	0.001	-10.391	-0.005	GV	10	354	Cumple
N32/N45	7.17	4.825	2.379	0.278	3.862	-0.006	-2.232	-0.736	GV	10	471	Cumple
N45/N38	8.06	0.000	10.485	-6.182	4.069	-0.006	-2.232	-0.736	GV	10	471	Cumple
N38/N46	7.68	0.000	10.597	-0.072	-2.173	-0.006	-3.066	0.500	GV	10	471	Cumple
N46/N35	10.90	0.000	11.573	-2.712	2.333	0.271	-3.751	-0.087	GV	10	471	Cumple

N34/N48	8.67	0.999	-6.088	-0.012	-3.598	0.003	-6.089	-0.001	GV	10	471	Cumple
N48/N41	7.04	0.200	8.372	3.718	4.977	0.001	-3.768	-0.290	GV	10	471	Cumple
N41/N47	6.86	0.000	6.798	0.054	-3.491	0.001	-3.768	-0.290	GV	10	471	Cumple
N47/N35	13.67	0.000	18.387	3.328	2.659	-0.339	0.022	0.175	GV	10	471	Cumple
N37/N42	23.29	0.000	-13.036	9.372	3.576	-0.010	9.464	13.860	GV	10	354	Cumple
N42/N38	11.68	1.800	-8.028	0.433	0.723	0.000	1.953	-8.089	GV	10	354	Cumple
N39/N43	23.43	0.000	-14.110	8.950	3.229	0.004	9.043	14.073	GV	10	354	Cumple
N43/N35	12.22	2.750	-9.211	-1.179	2.289	-0.001	-1.524	-8.484	GV	10	354	Cumple
N40/N44	18.26	0.000	-10.082	-6.375	-0.256	-0.002	0.463	-14.182	GV	10	354	Cumple
N44/N90	10.25	2.000	-3.175	0.254	4.710	0.000	-3.933	-6.589	GV	10	354	Cumple
N90/N41	10.25	0.000	-2.859	0.254	-1.573	0.000	-3.933	-6.589	GV	10	354	Cumple
N36/N42	13.51	5.000	-3.477	-0.012	2.615	0.001	-5.285	0.046	GV	10	502	Cumple
N42/N43	10.87	5.000	-0.083	0.005	2.326	0.000	-4.984	0.018	GV	10	502	Cumple
N43/N44	13.23	5.000	1.170	0.005	2.707	-0.001	-6.089	-0.004	GV	10	502	Cumple
N49/N50	2.15	0.000	-1.642	0.088	0.718	-0.026	1.823	0.359	GV	10	369	Cumple
N51/N57	17.50	0.000	-28.411	-2.276	-0.350	0.001	-0.094	-8.399	GV	10	369	Cumple
N57/N52	14.38	0.000	-15.672	-0.922	1.576	0.000	7.092	-4.149	GV	10	369	Cumple
N50/N55	6.80	3.250	0.252	0.168	0.670	-0.009	-0.680	-0.503	GV	10	502	Cumple
N55/N56	5.64	0.000	0.445	-0.117	-0.468	0.000	-0.234	-0.480	GV	10	502	Cumple
N56/N57	8.75	5.000	3.241	0.000	1.593	-0.001	-3.838	-0.003	GV	10	502	Cumple
N58/N73	19.32	0.000	-16.054	3.263	2.629	-0.007	6.911	7.479	GV	10	369	Cumple
N73/N59	14.34	0.000	-12.468	-1.239	2.551	-0.001	4.665	-5.572	GV	10	369	Cumple
N60/N74	19.94	0.000	-13.525	3.422	2.712	0.003	7.010	8.047	GV	10	369	Cumple
N74/N25	13.99	0.000	-10.448	-1.135	2.137	-0.001	4.116	-5.638	GV	10	369	Cumple
N61/N75	15.78	0.000	-16.736	-2.249	-0.266	-0.001	-0.240	-8.335	GV	10	369	Cumple
N75/N62	9.59	0.000	-6.315	-0.905	1.758	0.000	2.874	-4.071	GV	10	369	Cumple
N63/N64	24.14	0.000	-11.468	10.802	-0.000	0.000	-0.001	30.022	GV	10	326	Cumple
N65/N5	25.91	0.000	-10.806	11.272	-0.003	0.000	-0.017	32.276	GV	10	326	Cumple
N66/N67	24.13	0.000	-11.468	10.799	-0.002	0.000	-0.024	29.998	GV	10	326	Cumple
N2/N7	9.52	2.625	-5.996	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N7/N12	15.77	2.625	15.486	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N12/N17	15.73	2.625	15.432	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N17/N22	15.70	2.625	15.391	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N22/N27	13.85	2.625	12.731	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N27/N32	7.22	2.625	3.222	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N4/N9	10.71	2.625	-7.574	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N9/N14	15.82	2.625	15.561	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N14/N19	15.76	2.625	15.477	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N19/N24	15.71	2.625	15.406	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N24/N29	15.38	2.625	14.930	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N29/N34	7.25	2.625	3.258	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N72/N73	14.12	5.000	-4.416	-0.011	2.617	0.000	-5.358	0.044	GV	10	502	Cumple
N73/N74	11.90	5.000	-3.077	0.005	2.284	0.000	-4.764	0.018	GV	10	502	Cumple
N74/N75	12.64	5.000	-1.266	0.004	2.519	0.000	-5.611	-0.003	GV	10	502	Cumple
N72/N76	10.57	2.625	-1.264	0.000	0.000	0.000	0.203	0.000	GV	10	607	Cumple
N76/N36	14.22	2.625	-2.556	0.000	0.000	0.000	0.203	0.000	GV	10	607	Cumple
N73/N55	13.94	2.625	-2.456	0.000	0.000	0.000	0.203	0.000	GV	10	607	Cumple
N55/N42	20.46	2.625	-4.763	0.000	0.000	0.000	0.203	0.000	GV	10	607	Cumple
N74/N56	15.18	2.625	-2.895	0.000	0.000	0.000	0.203	0.000	GV	10	607	Cumple
N56/N43	20.70	2.625	-4.848	0.000	0.000	0.000	0.203	0.000	GV	10	607	Cumple
N75/N57	13.76	2.625	-2.392	0.000	0.000	0.000	0.203	0.000	GV	10	607	Cumple
N57/N44	20.69	2.625	-4.845	0.000	0.000	0.000	0.203	0.000	GV	10	607	Cumple
N77/N47	11.79	2.625	-9.774	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N78/N46	10.57	2.625	-8.028	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	G	10	588	Cumple
N79/N48	12.23	2.625	-10.412	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N80/N45	10.37	2.625	-7.746	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	G	10	588	Cumple
N81/N80	10.54	2.625	-7.985	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N82/N78	10.56	2.625	-8.018	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	G	10	588	Cumple
N83/N77	11.64	2.625	-9.565	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	G	10	588	Cumple
N84/N79	11.48	2.625	-9.338	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	G	10	588	Cumple

N68/N85	9.03	2.625	-5.821	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N69/N86	6.38	2.625	-2.019	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N70/N87	6.37	2.625	-2.006	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N71/N88	9.04	2.625	-5.827	0.000	0.000	0.000	0.273	0.000	GV	10	588	Cumple
N90/N89	4.81	2.500	6.283	0.000	0.000	0.000	0.395	0.000	GV	10	549	Cumple
N92/N91	4.42	2.625	4.414	0.000	0.000	0.000	0.435	0.000	GV	10	549	Cumple
N53/N56	14.29	0.000	-3.219	-2.091	0.396	-0.006	0.861	-8.365	GV	10	369	Cumple
N54/N55	13.80	0.000	-3.445	-2.025	0.305	0.021	0.739	-8.092	GV	10	369	Cumple
N2/N85	81.80	0.000	7.884	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	No es necesario	833	Cumple
N85/N69	60.18	0.000	5.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	No es necesario	833	Cumple
N7/N68	31.41	0.000	14.844	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	10	466	Cumple
N68/N86	29.00	0.000	2.795	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	No es necesario	833	Cumple
N71/N87	29.06	0.000	2.801	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	No es necesario	833	Cumple
N9/N71	36.24	0.000	17.126	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	10	466	Cumple
N88/N70	80.37	0.000	7.746	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	No es necesario	833	Cumple
N4/N88	81.88	0.000	7.892	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	No es necesario	833	Cumple
N22/N80	60.15	0.000	5.797	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	No es necesario	833	Cumple
N80/N82	23.39	0.000	11.054	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	10	466	Cumple
N81/N78	2.05	0.000	0.198	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	No es necesario	833	Cumple
N27/N81	23.25	0.000	10.990	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	10	466	Cumple
N84/N77	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	No es necesario	833	Cumple
N29/N84	26.74	0.000	12.637	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	10	466	Cumple
N79/N83	28.32	0.000	13.382	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	10	466	Cumple
N24/N79	49.77	0.000	4.797	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	No es necesario	833	Cumple
N32/N80	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	No es necesario	833	Cumple
N80/N46	24.60	0.000	11.624	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	10	466	Cumple
N45/N78	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	No es necesario	833	Cumple
N27/N45	27.22	0.000	12.862	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	10	466	Cumple
N79/N47	33.84	0.000	15.993	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	10	466	Cumple
N34/N79	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	No es necesario	833	Cumple
N48/N77	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	No es necesario	833	Cumple
N29/N48	36.23	0.000	17.121	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	10	466	Cumple

Notación:

(1) Mortero de vermiculita-perlita con yeso

(2) Temperatura alcanzada por el perfil con el revestimiento indicado, en el tiempo especificado de resistencia al fuego.

2.4.5.4.4. Placas de anclaje.

a) Descripción

Descripción				
Pilares	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N1,N3,N21,N23, N26,N28,N31, N33,N37,N39, N40	Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 25 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x6.0)	8Ø20 mm L=40 cm Prolongación recta
N6,N8,N11,N13, N16,N18	Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 30 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: 2(150x0x8.0) Paralelos Y: 2(150x0x8.0)	8Ø25 mm L=55 cm Prolongación recta
N49,N51,N53, N54,N58,N60, N61	Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 18 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: 2(100x0x5.0) Paralelos Y: 2(100x0x5.0)	8Ø16 mm L=40 cm Prolongación recta
N63,N65,N66	Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 30 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: 2(150x0x8.0) Paralelos Y: 2(150x0x8.0)	8Ø25 mm L=45 cm Prolongación recta

b) Medición placas de anclaje.

Pilares	Acero	Peso kg	Totales kg
N1, N3, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N37, N39, N40	S275	11 x 43.04	
N6, N8, N11, N13, N16, N18	S275	6 x 81.86	
N49, N51, N53, N54, N58, N60, N61	S275	7 x 20.02	
N63, N65, N66	S275	3 x 81.45	
Totales			1349.07

c) Medición pernos placas de anclaje.

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kg	Totales m	Totales kg
N1, N3, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N37, N39, N40	88Ø20 mm L=47 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	88 x 0.47	88 x 1.15		
N6, N8, N11, N13, N16, N18	48Ø25 mm L=63 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	48 x 0.63	48 x 2.41		
N49, N51, N53, N54, N58, N60, N61	56Ø16 mm L=45 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	56 x 0.45	56 x 0.72		
N63, N65, N66	24Ø25 mm L=53 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	24 x 0.53	24 x 2.02		
Totales					108.94	305.20