

# **DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA PARA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA LA CARGA DE BICICLETAS ELÉCTRICAS**

**MEMORIA PRESENTADA POR:**

**Xavier Fuertes López**

**GRACIA DE INGENIERIA MECANICA**

**JULIO 2020**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



# DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA PARA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA LA CARGA DE BICICLETAS ELÉCTRICAS

**Documento N° 1**

**MEMORIA**



## RESUMEN

### 'DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA PARA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA LA CARGA DE BICICLETAS ELÉCTRICAS'

El presente proyecto surge durante la realización de prácticas de empresa en INDUSTRIAS SEGUÍ ALCOY, S.L.

INDUSTRIAS SEGUÍ ALCOY, es una empresa local de Alcoy la cual se dedica al diseño de maquinaria textil y diseño y fabricación de estructuras para la instalación de placas fotovoltaicas. Esta empresa puede ser solo suministro de estructura como también suministro de montaje de autoconsumo urbano, fotovoltaica industrial y huertos y bombeos solares. El proyecto es una instalación real encargada por el ayuntamiento de Alcoy, en el que se realiza el diseño y cálculo, construcción e instalación de una estructura con placas fotovoltaicas que servirá de base de bicicletas eléctricas, para su carga y promover así las energías renovables y sostenibles.

Las herramientas utilizadas para realizar el cálculo y los planos de fabricación necesarios para llevar a cabo el proyecto han sido el Tricalc, Autocad y SolidWorks para diseñar la estructura, realizar los planos de fabricación y bocetos.

Durante el diseño de la estructura se tuvo que replantear la geometría estructural al existir en el terreno donde se iba a instalar unos desniveles considerables. La dificultad de la instalación estuvo condicionada por la ubicación de la instalación, ya que la accesibilidad al recinto era limitada y únicamente se podía instalar la estructura mediante una grúa con una pluma de aproximadamente 100m, y, por lo tanto, la estructura se diseño y se soldó en taller, a falta de fijar al suelo y instalar los módulos solares en obra.



## SUMMARY

### 'STRUCTURE DESIGN FOR INSTALLATION PHOTOVOLTAIC FOR CHARGING ELECTRIC BICYCLES'

The current project comes up through my internship program in the company INDUSTRIAS SEGUÍ ALCOY SL.

INDUSTRIAS SEGUÍ ALCOY is a company settled down in Alcoy, which is dedicated to the design of textile machinery and the manufacture' design of structures in order to install photovoltaic panels. This enterprise can be structure supplier as well as supplier of the assembly, the urban self-consumption, the industrial photovoltaic and the orchards and solar pumps. The project is a real installation commissioned by the Alcoy city council, the aimed of the plan is the study about the design, the calculation, the construction and the installation of the structure with photovoltaic panels. The photovoltaic panels will provide a renewable source of energy where Alcoy citizens will be able to charged their electric bicycle.

The software programmes used to achieve the calculation and the manufacturing drawings to the project have been Tricalc and Autocad. The program Solidworks applied to design the structure, achieve the manufacturing drawings and.

The difficulty of the installation was determined by the location of the installation, since accessibility to the enclosure was limited and the structure could only be installed using a crane with a approximately 100m of feather crane. Futhermore, the structure was designed and welded in the company workshop, in the absence of fixing to the ground and installing the photovoltaic planols at the location project.



## RESUM

### 'DISSENY D'UNA ESTRUCTURA PER INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA PER A LA CÀRREGA DE BICICLETES ELÈCTRIQUES'

El present projecte naix de la realització de practiques externes a l'empresa **INDUSTRIAS SEGUÍ ALCOY S.L.**

**INDUSTRIAS SEGUÍ ALCOY** és una empresa de la localitat d'Alcoi, la qual és dedica al disseny de maquinària tèxtil i al disseny i fabricació d'estructures per a la instal·lació de plaques fotovoltaïques. Esta empresa pot ser tant de subministrament d'estructura com de subministrament de muntatge d'autoconsum urbà, fotovoltaica industrial i horts i bombejos solars. El projecte és la instal·lació real encarregada per l'Ajuntament d'Alcoi, al qual es realitza el disseny i el càlcul, la construcció i la instal·lació d'una estructura amb plaques fotovoltaïques que servirà de base de bicicletes elèctriques per a la seua càrrega, i promoure aixina les energies renovables i sostenibles.

Les ferramentes utilitzades per a realitzar els càlculs i els plànols de fabricació necessaris per a dur a terme el projecte han sigut el Tricalc, Autocad i SolidWorks per a dissenyar l'estructura i realitzar els plànols de fabricació y esbossos.

Durant el procés de disseny de l'estructura va ser necessari replantejar la geometria estructural del terreny on es devia instal·lar l'estructura, uns desnivells considerables. La dificultat de la instal·lació segué condicionada per la ubicació de la instal·lació, perquè l'accessibilitat del recinte era limitada i únicament es podria realitzar la instal·lació d'aquesta a través d'una grua amb una ploma d'aproximadament de 100m, i per tant, l'estructura es dissenyà i soldà al taller, mancant fixar al sòl i instal·lar els mòduls solars en obra.



# Índice

<b>1. Introducción y objeto.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Diseño.....</b>	<b>10</b>
2.1 Necesidades .....	10
2.2 Materiales .....	12
2.3 Estructura.....	12
<b>3. Calculo.....</b>	<b>16</b>
3.1 Geometría origina.....	16
3.2 Geometría replanteada en obra.....	16
3.3 Acciones .....	17
3.3.1 Permanentes .....	17
3.3.2 Variables.....	18
3.3.2.1 Nieve.....	18
3.3.2.2 Sobrecarga de uso.....	20
3.3.2.3 Viento.....	21
3.4 Combinaciones.....	24
3.5 Diseño Acero.....	27
3.5.1 Pandeo .....	27
3.5.2 Límites.....	29



<b>4. Resultados</b> .....	<b>31</b>
<b>5. Montaje</b> .....	<b>37</b>
<b>6. Presupuesto</b> .....	<b>44</b>
6.1 Módulos fotovoltaicos.....	<b>44</b>
6.2 Material.....	<b>44</b>
6.3 Maquinaria.....	<b>46</b>
6.4 Operarios.....	<b>46</b>
6.5 Presupuesto total del proyecto.....	<b>46</b>
<b>7. Conclusiones</b> .....	<b>46</b>
<b>8. Bibliografía</b> .....	<b>47</b>



## 1. Introducción y objeto

El presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) surge durante la realización de las prácticas de empresa en INDUSTRIAS SEGUI ALCOY, S. L. El TFG trata de construir una estructura metálica para la instalación de placas fotovoltaicas para la carga de las baterías de bicicletas eléctricas. La ubicación donde se requiere dicha estructura dentro de Centro Cervantes Joven (CCJ), Alcoy, Alicante.

El objeto de este documento es exponer las características geométricas y técnicas de los pórticos de estructura fija para el montaje de módulos solares, diseñados y suministrados por INDUSTRIAS SEGUI, estableciendo además las bases del cálculo estructural que hace posible la validación de estos pórticos de estructura fija para su uso, en función de los criterios expuestos en el Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básico de Seguridad Estructural para Aceros (DB SE-A), normativa adaptada del Eurocodigo 3 para Proyecto de Estructuras de Acero, y Normas UNE y DIN.

INDUSTRIAS SEGUI ALCOY, S. L. es una empresa domiciliada en el Polígono Industrial 'La Beniata', C/Fila Verds nº25, de Alcoy (CP 03801), con CIF B-54.178.223. Esta empresa posee una larga tradición en el diseño, fabricación, tratamiento y montaje de piezas estructuras metálicas en variados campos. También se dedica al diseño de maquinaria textil y diseño y fabricación de estructuras de placas fotovoltaicas. Esta empresa puede ser solo de suministro de estructura como también de suministro y montaje de la estructura y de las placas fotovoltaicas en autoconsumo urbano, fotovoltaica industrial y huertos y bombeos solares. Incorpora una en su departamento Técnico los medios y profesionales necesarios para la validación estructural de sus diseños, lo que permite adaptar estos en función de las necesidades del cliente.

La ubicación del alumno dentro de la empresa era, el departamento de oficina técnica, con conexión directa con los encargados de taller y el máximo responsable de la empresa, el cual encargo al alumno este proyecto.



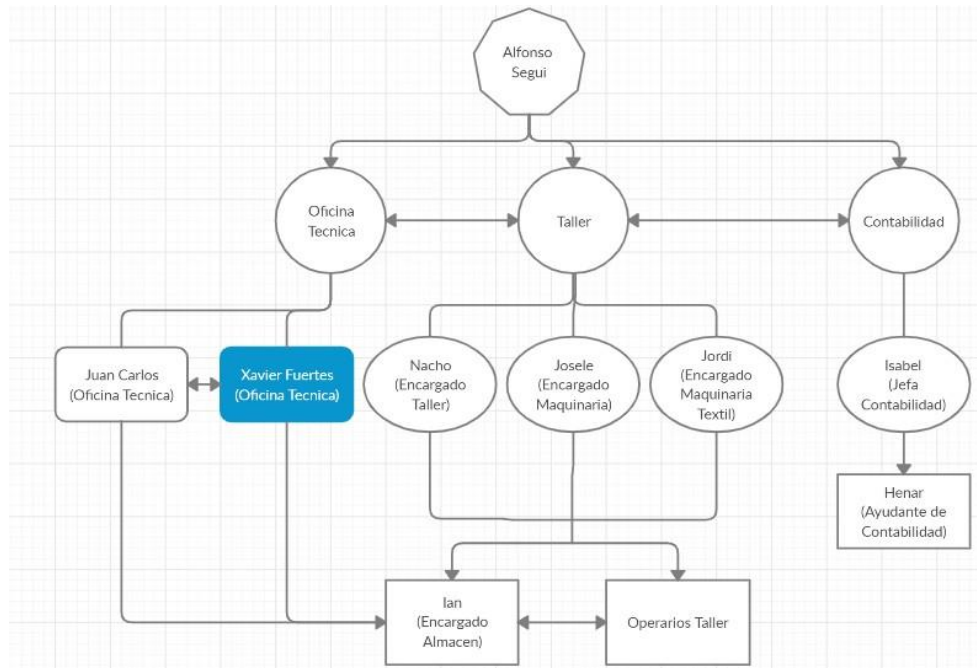


Figura 1. Organigrama simple de la empresa

Las funciones del alumno durante el transcurso de las practicas fueron diversas; como el diseño y comprobación de la fabricación de las piezas, hacer pedidos de los materiales necesarios, organización de los distintos proyectos, vinculación directa con los encargados de taller para llevar a cabo las demandas de los clientes, vinculación directa también con algunos proveedores y clientes directos.

Este proyecto es real y surgió mientras el alumno se encontraba haciendo las prácticas en esta empresa. El tutor y dueño de la empresa, planteó un proyecto al alumno que había promovido el ayuntamiento para fomentar las energías renovables en el municipio. Después de acordar el diseño de la estructura y hacer unos bocetos a mano alzada y con la herramienta de SolidWorks se presentó la propuesta la cual fue aprobada. A raíz de que fuera aprobado el diseño, el ayuntamiento dio unas directrices que deberían de cumplirse para la realización de este proyecto, así como el número de placas a instalar, como el material e inclinación de la estructura.

La estructura fue diseñada a partir de los programas informáticos de AutoCad, SolidWorks y Triclalc.

Después de su fabricación se realizó el montaje, en el que estuve presente. La ubicación de dicha estructura está en Alcoy, dentro del Centro Cervantes Joven (CCJ). El montaje fue un poco complicado por la complejidad de la ubicación, pero se llevó a cabo sin demasiados contratiempos.



## 2. Diseño

### 2.1 Necesidades

La estructura metálica diseñada trata de resolver de forma sencilla el soporte y montaje de módulos solares en continuidad. Las premisas del diseño de dicha estructura han sido:

- **Estabilidad.** La forma de los pórticos, en este caso será un pórtico biapoyado de solo un agua con una inclinación de  $5^\circ$ , su arriostramiento y el cálculo estructural adaptada a las hipótesis de carga contempladas en la normativa vigente, permite asegurar la estabilidad del conjunto
- **Economía.** Los materiales, tipo de perfil y tornillería necesarios en función del cálculo estructural se escogerán entre los existentes habituales del mercado, respecto a calidades, sección y dimensión, siempre teniendo en cuenta la facilidad del montaje posterior.
- **Sencillez.** El sistema modular permite reducir el número de piezas y en consecuencia se minimiza el tiempo de montaje y la dificultad de este. Las piezas de tornillería para la sujeción de los módulos fotovoltaicos son piezas manejables y diseñadas para evitar realizar cortes taladros o soldaduras en la obra, utilizando las uniones atornilladas.
- **Durabilidad.** El empleo de materiales y de recubrimientos protectores con calidad garantizada, permite asegurar la durabilidad de la estructura instalada a la intemperie durante un largo plazo de tiempo en condiciones de uso y exposición normal.

Este proyecto fue encargado por el ayuntamiento de Alcoy y las pautas eran que debía tener una inclinación de  $5^\circ$  y debería albergar un total de 20 módulos solares.

El emplazamiento como ya hemos comentado anteriormente es dentro del Centro Cervantes Joven de Alcoy. Dentro de esa localización, se colocará encarado al Sur, un poco desplazado, paralelo al límite de la finca de la instalación.



Figura 2. Situación real de la estructura en Centro Cervantes Joven, Alcoi.

La inclinación, se sabe que la de cinco grados no es la óptima, pero tampoco variara mucho en su rendimiento ya que, es importante, pero en este caso, nos alejamos más de la eficiencia para acercarnos más a lo estrictamente estético, impuesto por el ayuntamiento. En la siguiente figura podemos observar una imagen que refleja la eficiencia general de los módulos fotovoltaicos según la disposición y el ángulo de su instalación.

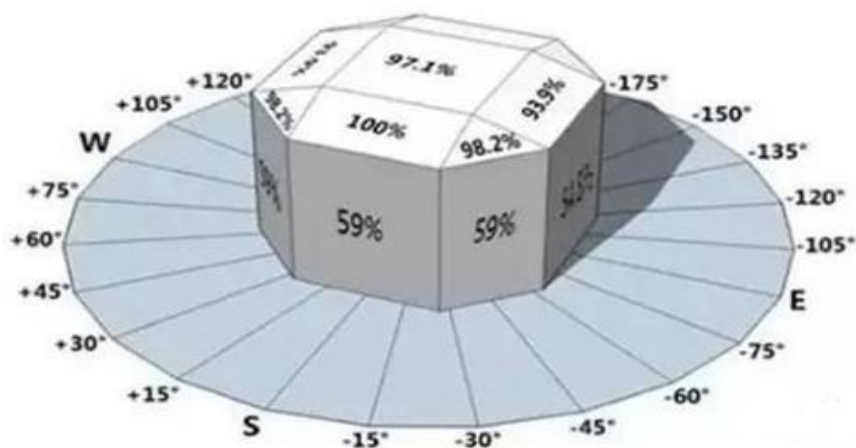


Figura 3. Eficiencia según la orientación e inclinación del módulo solar



## 2.2 Material

El material de la estructura podría ser de dos tipos de acero normalizado, 275-JR o 235-JR. La opción escogida fue el acero normalizado 275-JR laminado en frío ya que es el material más utilizado por la empresa.

Por otra parte, para la fijación de los módulos solares se utilizará un tipo de pinza en el que su diseño trata de evitar soldaduras durante la puesta en obra de la estructura. Los tornillos que anclarán, junto a las pinzas, los módulos solares tendrán las características mecánicas mínimas de los aceros de los tornillos normalizadas por la UNE en la normativa ISO, que se contempla en el capítulo 3.3 del Eurocodigo 3. En el proyecto vigente se emplearán tornillos de métrica 8 con la calidad del tornillo de 8.8.

## 2.3 Estructura

La estructura debía tener una capacidad de albergar veinte placas solares. El espacio delimitado para instalar la estructura era de aproximadamente once metros de profundidad y cuatro metros de ancho. Con estos datos se diseñó a mano alzada varias opciones para colocar los módulos solares. La opción óptima para distribuir los veinte módulos era dividirlos en dos filas de diez módulos cada una, ya que, las dimensiones del módulo en vertical y distribuidos así, en dos filas de diez entraba dentro de las limitaciones del terreno.

Las dimensiones del módulo son 1650x992x16mm. El módulo por instalar es un módulo traslucido con un peso de 22.5kg, donde el material es vidrio templado de alta transmisividad con células monocristalinas. En la siguiente tabla se puede observar las características mecánicas del módulo fotovoltaico a instalar.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS			
<b>Dimensiones</b>	Altura	1.650mm	64,96 pulgadas
	Anchura	992 mm	39,06 pulgadas
	Grosor	25 mm	0,98 pulgadas
<b>Peso</b>	Neto	22,5 kg	49,60 libras
<b>Parte delantera</b>	Material	Vidrio templado de alta transmisividad	
	Espesor	2,5 ± 0,2 mm	0,09 pulgadas
<b>Células</b>	Tipo	Monocristalinas	
	Cantidad	6 x 10 unidades	
	Tamaño	156 x 156 mm	6 pulgadas
<b>Conexión en serie</b>	Cantidad	60 unidades	
<b>Conexión en paralelo</b>	Cantidad	1 unidad	

Tabla 1. Características mecánicas del módulo fotovoltaicos a instalar



Figura 4. Vistas del módulo fotovoltaico

Algunas de las opciones de la estructura hechas a mano alzada era diseñar la estructura con seis patas, tres delanteras y tres traseras, con longitudes calculadas por el desnivel del terreno y para que hubiera una inclinación de las placas del  $5^\circ$ . Además, constaría de tres vigas longitudinales que albergaran todo lo largo de la estructura para apoyar los módulos sobre ellas y además tres vigas que unieran de pata delantera a pata trasera para el apoyo de las vigas longitudinales. El problema de esta opción es la optimización del material, ya que, los módulos se tendrían que fijar en los extremos del módulo y al medir (x) y poner dos en vertical el ancho de la estructura incrementaría a ser mayor que tres metros y, por lo tanto, como el proveedor de los materiales sirve vigas de seis metros tendríamos muchas sobras. En la figura 5 se muestra un boceto a mano alzada de un diseño posible para la estructura.

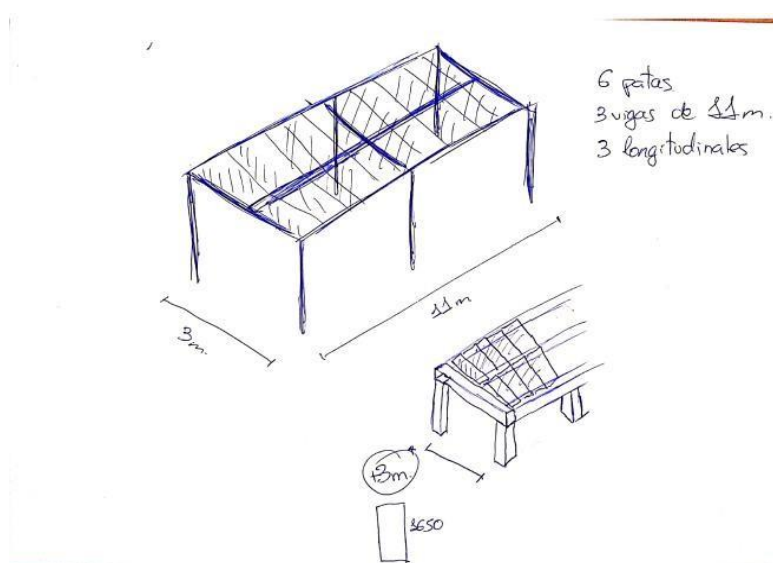


Figura 5. Dibujo a mano alzada



La estructura definitiva que se montó no fue muy diferente a la sugerida anteriormente ya que posee el mismo número de patas, tres delanteras y tres traseras para asegurar la estructura, pero la gran diferencia de un diseño a otro es que en vez de haber tres vigas longitudinales en este diseño solo tiene dos y tiene, además, once barras que comunican las patas delanteras con las traseras, de esta forma los módulos se fijaran por fila. Las vigas transversales tendrán una longitud de tres metros, para no tener perdidas de material y así optimizar los recursos. En la Figura 6 se muestra un boceto a mano alzada de la idea de estructura final acordada.

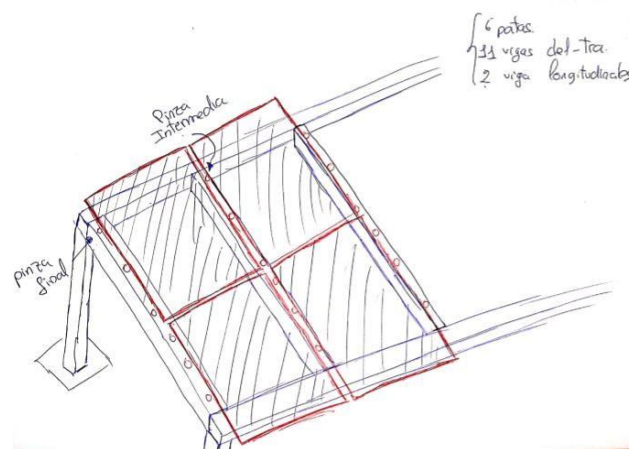


Figura 6. Dibujo a mano alzada

Una vez se decidió cual sería la geometría y tipología estructural, se hizo un boceto, en SolidWorks, sin medidas fijas para ver el resultado del diseño planteado. En las figuras 7 y 8 se puede ver un boceto hecho en SolidWorks de la estructura final definida para el proyecto.

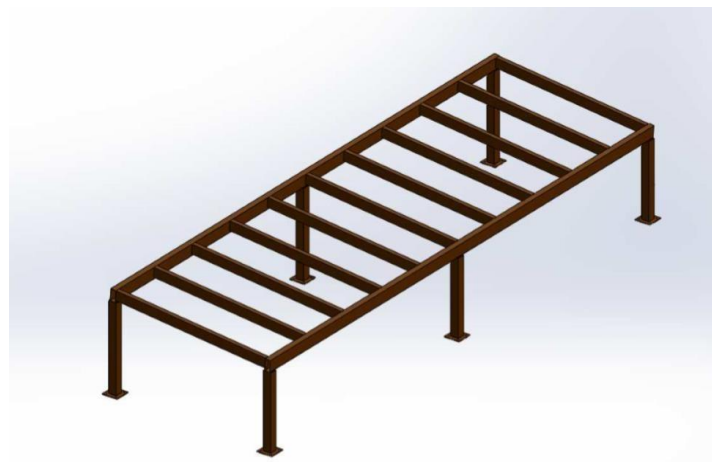


Figura 7. Boceto sin medidas definitivas de la estructura

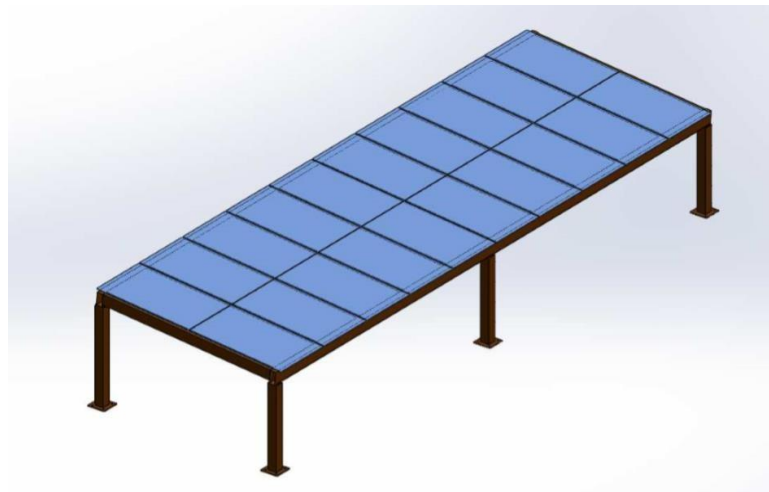


Figura 8. Boceto de SolidWorks con placas

Por otra parte, la forma de las vigas es de sección cuadrada o rectangular de forma tubular con las dimensiones 160x160x3mm miran los pilares, en los que se levanta la estructura, las vigas longitudinales la sección tiene las dimensiones de 200x100x3mm, y para finalizar las vigas transversales que será las que soporten y sujeten los módulos solares tendrá una sección de 160x80x3mm. Este tipo de viga facilita el mantenimiento, la soldadura para el montaje de la estructura. El tipo de viga escogida es la tubular para facilitar en la instalación que el cableado que hay entre los módulos solares vaya por dentro de la viga y no se vea y quede mejor estéticamente que si estuvieran los cables de conexión a plena vista.

El material que formaran las placas de anclaje será acero normalizado 275-JR. Hay dos tipos de placas, las que estarán en los pilares encarados al norte, serán de 300x300x25mm, sin embargo, los encarados al sur tendrán unas dimensiones de 230x300x25mm. Los tornillos para la sujeción de estas placas de anclaje, en las placas encaradas al norte irán 8 espárragos de diámetro 14mm con una longitud de 300mm y para los pilares encarados a la zona sur irán 7 del mismo tipo de tornillo corrugado.



## 3. Cálculo

### 3.1 Geometría original

El cálculo de las dimensiones fue calculado a partir de las medidas de los módulos fotovoltaicos y calculados gracias al programa de AutoCad. La distancia entre las vigas transversales, que son las que soportan directamente el peso de las placas, están colocadas a 1014mm entre centros de ellas, ya que la placa tiene un ancho de 992mm y la anchura de la pinza de sujeción es de 22mm. Con los datos obtenidos la estructura definitiva tiene unas dimensiones de 10220x3029mm con la altura a determinar.

La altura de los pilares iba a estar diseñada a partir del material disponible, ya que no se quería tener demasiado desperdicio del material. Sin embargo, una vez calculada la altura de la estructura que era más de tres metros, se dictaminó que era una medida excesiva y se acordó diseñar la altura máxima de la estructura en dos metros y medio.

### 3.2 Geometría replanteada en obra

El cálculo de las dimensiones fue calculado a partir de las medidas de las dimensiones de los módulos fotovoltaicos y calculados gracias al programa de AutoCad. Y con los datos obtenidos la estructura definitiva tiene unas dimensiones de 10220x3029mm con la altura a determinar.

La altura de los pilares más altos estaba fijada en 2.5m. Al llegar al terreno de la instalación de la estructura se encontró un terreno duro de hormigón, pero pese a eso había distintos desniveles irregulares a lo largo de toda la superficie donde se iba a instalar la estructura. Para calcular la medida de los pilares, primero se marcó en el terreno, la posición donde irían los pilares. Una vez marcados, con un nivel de láser, se midió la diferencia de altura de cada uno de los pilares para tenerlo en cuenta a la hora de dimensionar la altura y saber la dimensión de los pilares, y que todos los pilares queden a la altura determinada a pesar de los desniveles del terreno donde se iba a realizar la instalación de la estructura demandada.





### 3.3 Acciones

#### 3.3.1 Permanentes

La acción permanente que soporta la estructura es la carga de uso. Esta carga de uso se ha calculado a partir del peso de todos los módulos fotovoltaicos que se reparten a lo largo de toda la superficie superior e inclinada de la estructura.

Para calcular dicho peso, se ha cogido de la ficha técnica del proveedor el peso de los módulos fotovoltaicos y le hemos sumado el peso de las piezas de fijación como son las pinzas y tornillos que van en la parte superior de la estructura. El peso por modulo es de 23kg, por las dimensiones de los módulos que serán instalados hacen un total  $0.14 \text{ (KN/m}^2\text{)}$  aproximadamente a lo largo de toda la cubierta de la estructura a instalar.

	Largo	Ancho
Dimensiones del panel (mm)	1662	992
Peso del Panel (Kg)	22,5	
Peso Panel + estructura (Kg)	23	
Inclinación del Panel (°)	5	
Superficie bruta de la placa (m <sup>2</sup> )	1,648704	
Peso por m <sup>2</sup> de carga muerta de placa (Kg/m <sup>2</sup> )	13,9503	
Fuerza Carga Muerta por m <sup>2</sup> (N/m <sup>2</sup> )	136,7134	
Fuerza Carga Muerta por m <sup>2</sup> (KN/m <sup>2</sup> )	0,13671	

Otra acción permanente que hay que tener en cuenta es el propio peso de la estructura que se ha calculado gracias a la herramienta de Tricalc al introducir los materiales y medidas de los pilares gastados en la estructura.

### 3.3.2 Variables

Las acciones variables calculadas que soporta la estructura son, el viento; tanto el viento sur que hará una fuerza de presión como el viento norte que hará una fuerza de succión, la nieve y la sobrecarga de uso.

#### 3.3.2.1 Nieve

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento y de los intercambios térmicos en los parámetros exteriores.

Como se observa en el mapa adjunto, dada la cota sobre nivel del mar (m de altitud) en la que ubica la instalación. Se determina que la carga de nieve.



Figura 9. Mapa de España con las zonas distintivas de nieve



**Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m<sup>2</sup>)**

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

Tabla 2. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal

Altitud estimada para el centro de Alcoi      560 m      Zona 5

**Tabla 7.1**  
**Coefficiente de forma para la carga de nieve**  
**en cubiertas de una sola pendiente**

Ángulo de inclinación de la cubierta	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
Coefficiente de forma $\mu_1$	0,8	$0,8 (60 - \alpha) / 30$	0,0

Tabla 3. Coeficiente de forma para la carga de nieve de sola una pendiente

En nuestro caso para seleccionar el factor de forma, al ser 5° nuestra inclinación de la estructura y ser tan cercano al 0°, es decir, al ser un valor tan próximo a la horizontal, haremos el cálculo como si la pendiente fuera de 0°, así para calcular la resistencia de la estructura es más estricta. Por lo tanto, cogemos el coseno de 0° para hacerlo crítico,  $\mu=1$ .

Sk (kN/m <sup>2</sup> )	0.5
qn Carga de nieve (kN/m <sup>2</sup> )	0.5
qn Carga de nieve (N/m <sup>2</sup> )	500



### 3.3.2.2 Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre la estructura por razón de uso, un ejemplo claro en este caso sería que subiera un operario a hacer labores de mantenimiento de los módulos fotovoltaicos instalados en la parte superior de la estructura. Para este tipo de instalaciones según el documento base de seguridad estructural, para una estructura con la cubierta accesible únicamente para conservación, y al considerar que es una cubierta ligera sobre correas sin forjado se le estima con un valor de sobrecarga uniforme de 0.4 KN/m<sup>2</sup>.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	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 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(6)</sup>	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
				0	2

Tabla 4. Valores característicos de las sobrecargas de uso

### 3.3.2.3 Viento

Presión dinámica:  $q_b = \frac{1}{2} * \delta * V_m^2$

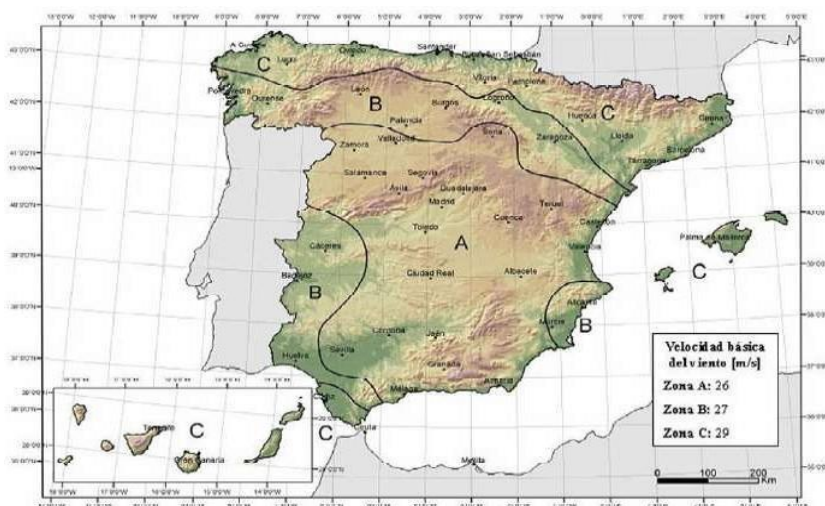


Figura 10. Mapa de España con las zonas distintivas de velocidad básico de viento

Velocidad de viento (Km/h)	97,2
Velocidad del viento (m/s)	27
$V_m$ (m/s)	19,50348122
Densidad del aire ( $\delta$ )	1,25

$q_b$  presión dinámica:  $q_b = \frac{1}{2} * \delta * V_m^2$

$q_b$ presión dinámica (Pa) o $N/m^2$	237,7411122
" " " ( $KN/m^2$ )	0,237741112
" " " ( $Kg/m^2$ )	24,25929716



CAMPUS D'ALCOI  
**Coeficiente de exposición (Ce)**

Coeficiente de rugosidad		$Cr(z) = Kr \cdot \ln(z/z_0)$			
Categoría del terreno		$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]	$\epsilon$
I	Mar abierto, lagos de al menos 5 km de <i>fetch</i> en la dirección del viento, terreno llano sin obstáculos	0,17	0,01	2	[0,13]
II	Granjas con setos, pequeñas estructuras agrarias ocasionales, casas o árboles	0,19	0,05	4	[0,26]
III	Áreas suburbanas o industriales, bosques permanentes	0,22	0,3	8	[0,37]
IV	Áreas urbanas con al menos el 15% de su superficie cubierta con edificios de altura media mayor de 15 m	0,24	1	16	[0,46]

$c_r(z) = k_T \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$	para	$z_{min} \leq z \leq 200 \text{ m}$	<b>Tipo</b>	<b>3</b>	Kr	0,22
					Zo	0,3
$c_r(z) = c_r(z_{min})$	para	$z \leq z_{min}$			Zmin	8

$Cr(z) = Kr \cdot \ln(z/z_0)$	0,722351156
-------------------------------	-------------

Coeficiente de exposición:  $C_e = F \cdot (F + 7 \cdot k)$

Grado de aspereza del entorno  $F = k \cdot \ln(\text{Max}(z, Z)/L)$

Tabla 2. Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno		Parámetro		
		k	L (m)	Z (m)
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,15	0,003	1,0
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Tabla 5. Coeficiente para tipo de terreno

Tipo	4	k	0,22
		L (m)	0,3
		Z(m)	5



Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $c_e$

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	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
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

Emplazamiento  $z(m)$

2,5

Grado de aspereza del entorno  $F = k \cdot \ln(\text{Max}(z, Z)/L)$

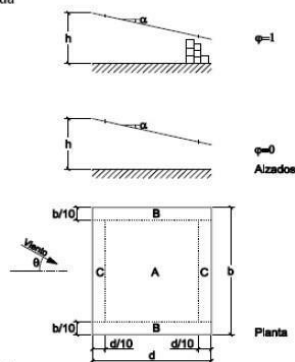
0,618950358

Coeficiente de exposición ( $C_e$ )

1,336283096

Considerando la estructura de módulos fotovoltaicos como una marquesina.

Tabla D.8 Marquesinas a un agua



Pendiente de la cubierta $\alpha$	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción $\psi$	Coeficientes de presión exterior $C_{pe}$		
			Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

Tabla 6. Coeficientes de presión de una marquesina a un agua.

Angulo de inclinación	dirección	Zona A	Zona B	Zona C	Promedio
5°	Compresion	0,8	2,1	1,3	0,88
	Succion	-1,1	-1,7	-1,8	-1,212

PANEL EN POSICION VERTICAL	AREA A	AREA B	AREA C	AREA TOTAL
	1,3796		0,2627	1,6424

PRESION ESTATICA:  $q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$

Fuerza perpendicular a la superficie del panel



qe (N/m <sup>2</sup> )	317,689	
Viento SUR - Presion (N/m <sup>2</sup> )	279,566	En (KN/m <sup>2</sup> ) 0,2795
Viento NORTE - Succion (N/m <sup>2</sup> )	-385,039	En (KN/m <sup>2</sup> ) -0,3850

### 3.4 Combinaciones

Las distintas combinaciones que se han efectuado para este cálculo han sido las fórmulas correspondientes al Documento Básico de Seguridad Estructural.

Para ello, se han calculado dos tipos de combinaciones, las fórmulas que calculan el Límite Ultimo o de Rotura (E.L.U) y el Limite de Servicio (E.L.S)

Las fórmulas utilizadas para Calcular el Límite Ultimo o de Rotura, como dice en DB SE;

1º Calcula los efectos de las acciones de una situación persistente o transitoria, mediante la siguiente expresión.

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

2º Calcula los efectos de las acciones de situaciones extraordinarias, mediante la siguiente expresión.

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

3º Calcula los casos de una acción accidental sísmica, las variables se tendrán en cuenta mediante la siguiente expresión

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





CAMPUS D'ALCOI

Combinaciones			
Comb.	Orden	Reologia Madera	H0+H1+H2...+H27
0	1	---	+1,35 · G
1	2	---	+1,35 · G +1,50 · W1
2	1	---	+1,35 · G +1,50 · W2
3	2	---	+1,35 · G +1,50 · S
4	2	---	+1,35 · G +0,90 · W1 +1,50 · S
5	2	---	+1,35 · G +1,50 · W1 +0,75 · S
6	2	---	+1,35 · G +0,90 · W2 +1,50 · S
7	1	---	+1,35 · G +1,50 · W2 +0,75 · S
8	1	---	+0,80 · G
9	2	---	+0,80 · G +1,50 · W1
10	1	---	+0,80 · G +1,50 · W2
11	2	---	+0,80 · G +1,50 · S
12	2	---	+0,80 · G +0,90 · W1 +1,50 · S
13	2	---	+0,80 · G +1,50 · W1 +0,75 · S
14	2	---	+0,80 · G +0,90 · W2 +1,50 · S
15	1	---	+0,80 · G +1,50 · W2 +0,75 · S
16	1	---	+1,00 · G +1,00 · Ex
17	2	---	+1,00 · G +1,00 · Ez
18	1	---	+1,00 · G -1,00 · Ex
19	2	---	+1,00 · G -1,00 · Ez
20	1	---	+1,00 · G +1,00 · Ex
21	1	---	+1,00 · G +1,00 · Ez
22	1	---	+1,00 · G -1,00 · Ex
23	2	---	+1,00 · G -1,00 · Ez
24	1	---	+1,00 · G +1,00 · Ex
25	1	---	+1,00 · G +1,00 · Ez
26	1	---	+1,00 · G -1,00 · Ex
27	2	---	+1,00 · G -1,00 · Ez
28	1	---	+1,00 · G +1,00 · Ex
29	2	---	+1,00 · G +1,00 · Ez
30	1	---	+1,00 · G -1,00 · Ex
31	2	---	+1,00 · G -1,00 · Ez
32	1	---	+1,00 · G +1,00 · Ex
33	2	---	+1,00 · G +1,00 · Ez
34	1	---	+1,00 · G -1,00 · Ex
35	2	---	+1,00 · G -1,00 · Ez
36	1	---	+1,00 · G +1,00 · Ex
37	2	---	+1,00 · G +1,00 · Ez
38	1	---	+1,00 · G -1,00 · Ex
39	2	---	+1,00 · G -1,00 · Ez



Las fórmulas utilizadas para Calcular el Límite Servicio, como dice en DB SE

1º Calcula los efectos de las acciones de corta duración que podrían resultar irreversibles, mediante la siguiente expresión.

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

2º Calcula los efectos de las acciones de corta duración que podrían resultar reversibles, mediante la siguiente expresión.

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

3º Calcula los efectos de las acciones de larga duración, mediante la siguiente expresión.

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

Combinaciones			
Comb.	Orden	Reología Madera	H0+H1+H2...+H27
0	1	---	+1,00 · G
1	2	---	+1,00 · G + 1,00 · W1
2	1	---	+1,00 · G + 1,00 · W2
3	2	---	+1,00 · G + 1,00 · S
4	2	---	+1,00 · G + 0,60 · W1 + 1,00 · S
5	2	---	+1,00 · G + 1,00 · W1 + 0,50 · S
6	2	---	+1,00 · G + 0,60 · W2 + 1,00 · S
7	1	---	+1,00 · G + 1,00 · W2 + 0,50 · S
8	1	---	+1,00 · G
9	1	---	+1,00 · G
10	2	---	+1,00 · G + 0,50 · W1
11	1	---	+1,00 · G
12	1	---	+1,00 · G + 0,50 · W2
13	1	---	+1,00 · G
14	2	---	+1,00 · G + 0,50 · T + 0,20 · S
15	1	---	+1,00 · G
16	2	---	+1,00 · G + 0,50 · T + 0,20 · S
17	2	---	+1,00 · G + 0,50 · W1
18	1	---	+1,00 · G
19	2	---	+1,00 · G + 0,50 · T + 0,20 · S
20	1	---	+1,00 · G + 0,50 · W2
21	1	---	+1,00 · G



### 3.5 Diseño Acero

Para el diseño de esta estructura se ha tenido que diseñar un tipo de características del acero para hacer el cálculo estructural.

El cálculo se ha hecho en segundo orden, esto implica no será necesaria calcular aparte de los cálculos normales, la traslacionalidad de la estructura, ya que los cálculos del segundo orden la tienen en cuenta.

Por otra parte, se ha diseñado que todas las uniones entre pilares, vigas y placas de anclaje sean soldadas por un cordón a lo largo de todo el perímetro de la sección a soldar y considerar la unión rígido-rígido, es decir, que las bases para el cálculo se ha considerado todas las uniones empotradas.

#### 3.5.1 Pandeo

Otra cosa al tener en cuenta en el diseño del acero para el calculo ha sido dependiendo del conjunto de barras a estudiar, los coeficientes de pandeo y coeficientes de pandeo lateral.

En el conjunto de pilares se han realizado los cálculos con el mismo valor para el coeficiente de pandeo como el coeficiente de pandeo lateral, ( $\beta=1$ ).

Generales Flecha Pandeo Amplificación Sismo Acero Estructural

Comprobación a pandeo

Vigas  Pilares  Diagonales  Todas

Combinaciones de esfuerzos de primer orden

Combinaciones de esfuerzos de segundo orden

Plano Y Principal

Comprobar

Intraslacional

Traslacional

Fijar  $\beta$ : 1,00

Plano Z Principal

Comprobar

Intraslacional

Traslacional

Fijar  $\beta$ : 1,00

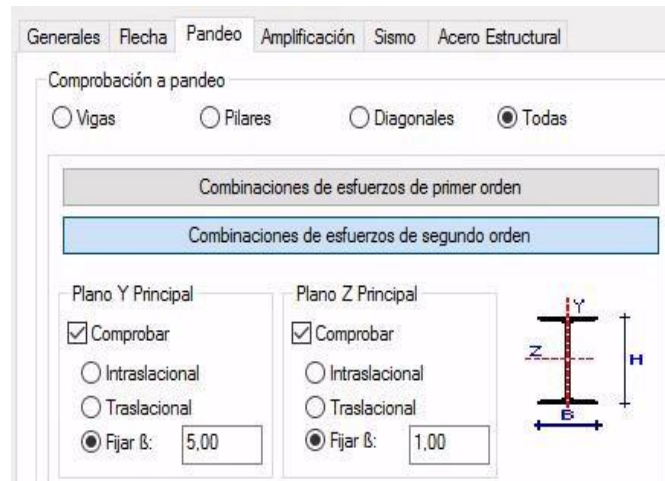
Considerar las imperfecciones locales (imperfecciones en arco)  
(CTE DB SE-A 5.4.1, 5.4.2)

Comprobación a pandeo

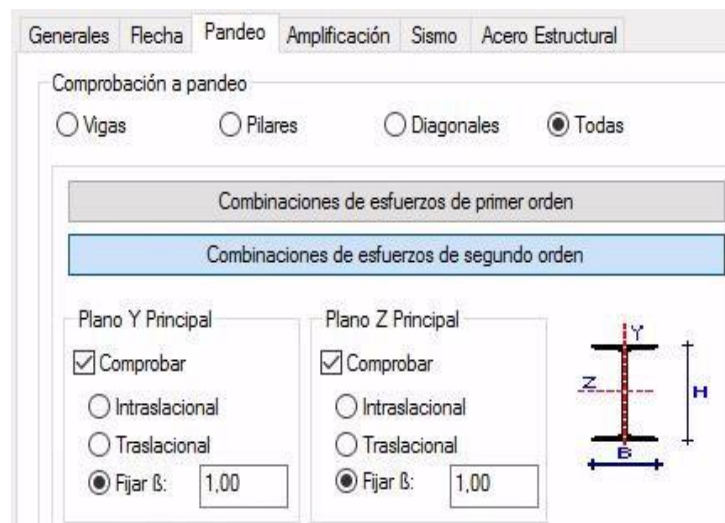
En toda la barra  En la zona 0,4-L central



Sin embargo, los coeficientes para las vigas transversales, que son aquellas que cruzan toda la largaria de mas de diez metros de estructura, se ha considerado que el coeficiente de pandeo sea ( $\beta=5$ ) y el coeficiente de pandeo lateral siga siendo ( $\beta=1$ ).



En el último conjunto de barras que son las transversales y las que aguantaran principalmente el peso de los módulos fotovoltaicos se ha calculado con los coeficientes de pandeo y pandeo lateral ( $\beta=1$ ).



### 3.5.2 Límites

Otro apartado para el correcto cálculo de la estructura es los límites de esbeltez como de flecha de los distintos conjuntos de barras que componen la estructura.

En este caso y tipo de estructura todos los conjuntos, siguiendo la norma, tienen los mismos límites de esbeltez.



General Esbeltez Reducida: Límites

Intervalo comprobación (cm)

Compresión:  Tracción:

SUBIR SECCIÓN por Esbeltez

Pandeo local (abolladura) del Alma/Rigidizadores

Pandeo lateral torsional

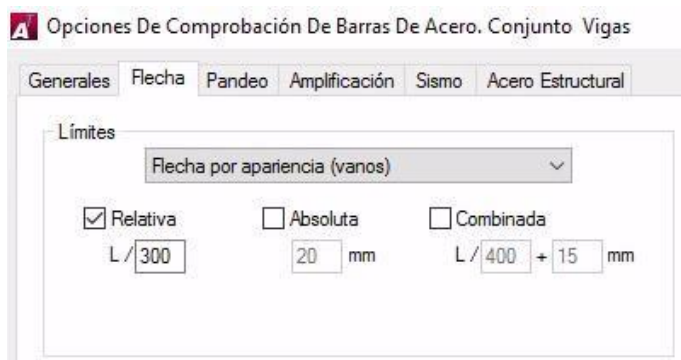
Coef. longitud de pandeo torsional (Kz)

Coef. longitud de pandeo lateral (lado positivo del eje débil)

Coef. longitud de pandeo lateral (lado negativo del eje débil)

Otro límite que hemos comentado anteriormente es el de flecha, en este caso dependiendo del conjunto de barras que seleccionemos tienen distintos valores, siguiendo los esfuerzos que deben soportar y la longitud de las barras.

En el primer conjunto de barras, que serán los pilares o como se ha denominado en el programa vigas, se ha introducido siguiendo la normativa un límite de flecha de  $L/300$ .



Opciones De Comprobación De Barras De Acero. Conjunto Vigas

General Flecha Límites

Flecha por apariencia (vanos)

Relativa  Absoluta  Combinada

mm  mm



En el segundo conjunto de barras, el cual es el de las barras longitudinales, las que recorren toda la largaria de la estructura, se ha establecido, siguiendo la norma, un límite de flecha absoluta cada 20mm.

Generalles Flecha Pandeo Amplificaci3n Sismo Acero Estructural

Lmites

Flecha por apariencia (vanos)

Relativa  Absoluta  Combinada

L / 300 20 mm L / 400 + 15 mm

Y, por ultimo el ultimo conjunto de barras, se trata de las barras transversales, en las cuales se apoyaran los m3dulos fotovoltaicos. En este conjunto de barras se ha seleccionado un limite de flecha siguiendo la norma L/250mm.

Generalles Flecha Pandeo Amplificaci3n Sismo Acero Estructural

Lmites

Flecha por apariencia (vanos)

Relativa  Absoluta  Combinada

L / 250 20 mm L / 400 + 15 mm

## 4. Resultados

En este apartado se va a poder observar en las siguientes figuras extraídas del software Tricalc, software con el que se han realizado todos los cálculos para dimensionar la estructura, los resultados obtenidos sobre la estructura a instalar. Se puede observar que la estructura cumple y queda bastante sobredimensionada, esto ocurre al tener que seguir con las restricciones estéticas del promotor.

En la figura 11 se muestran los resultados de la envolvente de desplazamiento para los límites de ELS establecidos. Como se puede observar ningún valor de la deformación supera los límites máximos para cada barra.

En los anexos se muestran los valores numéricos de deformación para cada combinación y barra.

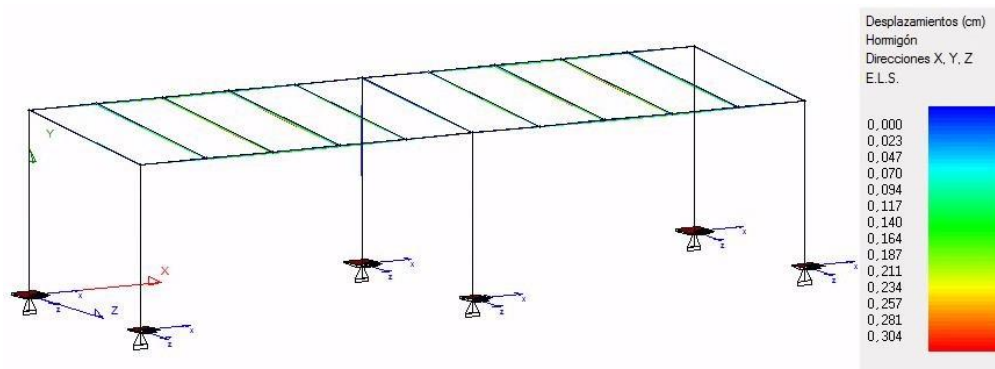


Figura 11. Aprovechamiento de la estructura

En la figura 12 se muestran los resultados de la envolvente de tensiones para los límites de ELU. Como se puede observar ningún valor de la tensión supera los límites máximos para cada barra.

En los anexos se muestran los valores numéricos de tensión para cada combinación y barra.

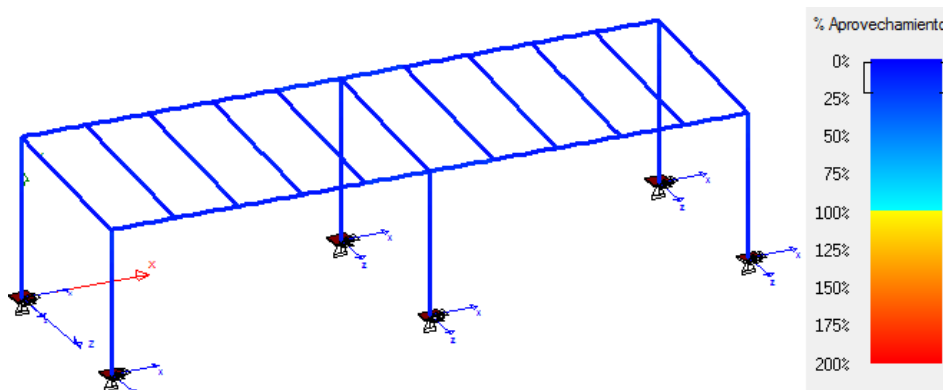


Figura 12. Desplazamiento total de la estructura según ELS.

En la siguiente figura 13, se puede observar la envolvente de momentos flectores para la estructura. Existen unos máximos o picos de flexión en los vanos de las vigas y en las cabezas de los pilares externos. También se puede observar los momentos flectores en la base de los pilares debido al empotramiento.

En los anexos se muestran los valores numéricos de flexión para cada combinación y barra.

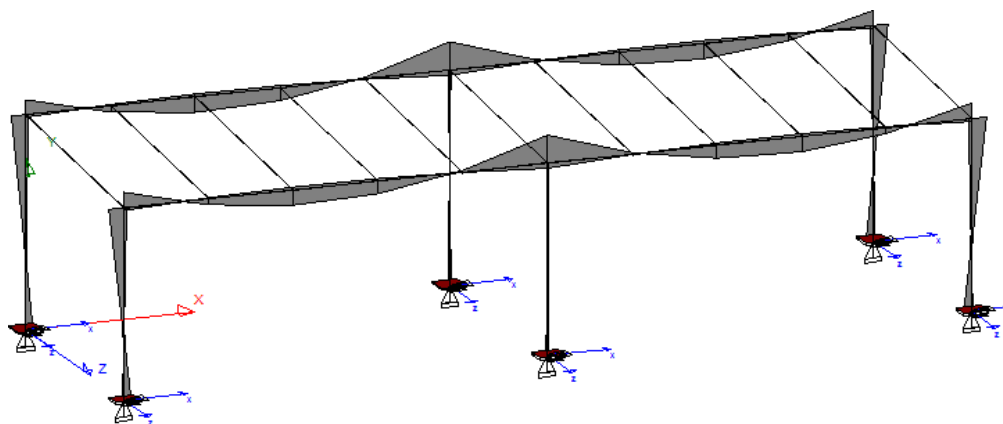


Figura 13. Grafica sobre los flectores en Z.

En la figura 14 se pueden observar los momentos flectores en el eje Y. El valor de los momentos flectores en este eje es de un valor inferior debido a que la estructura es una estructura abierta, no tiene factor de obstrucción.

En los anexos se muestran los valores numéricos de flexión para cada combinación y barra.



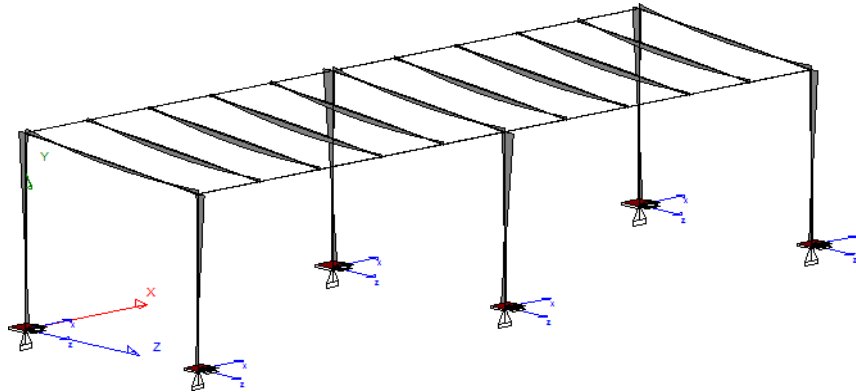


Figura 14. Gráfica sobre Flectores en Y.

En la figura 15 se puede observar una gráfica con todos los momentos flectores, tanto en el eje Y como en el eje Z.

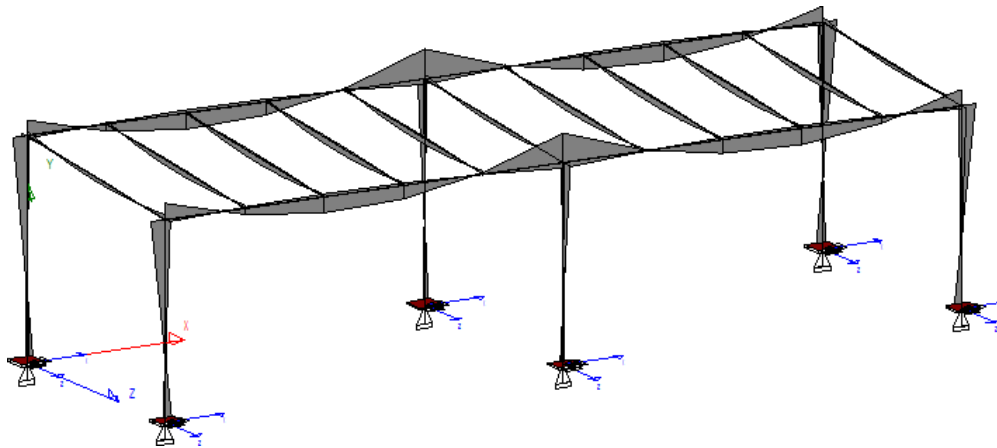


Figura 15. Gráfica de todos los momentos flectores en el eje YZ.

En la siguiente figura 16, se puede observar la envolvente de momentos cortantes para la estructura respecto el eje Y. Existen unos máximos o picos de cortantes en los vanos de las vigas y en las cabezas de los pilares externos. También se puede observar los momentos cortantes en la base de los pilares debido al empotramiento.

En los anexos se muestran los valores numéricos de deformación para cada combinación y barra.

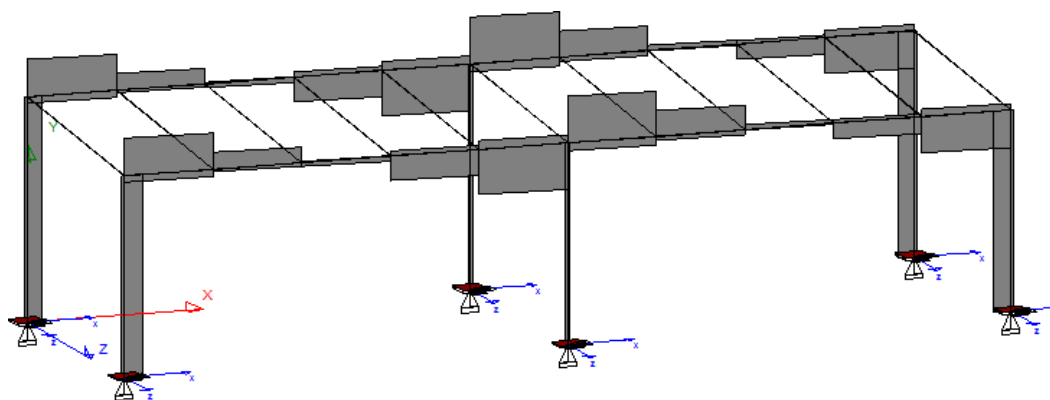


Figura 16. Grafica de los momentos cortantes en los ejes Y.

En la siguiente figura 17, se puede observar la envolvente de momentos flectores para la estructura respecto el eje Z. Existen unos máximos o picos de flexión en los vanos de las vigas transversales, las cuales aguantaran las placas solares. También se puede observar los momentos flectores en la base de los pilares debido al empotramiento.

En los anexos se muestran los valores numéricos de deformación para cada combinación y barra.

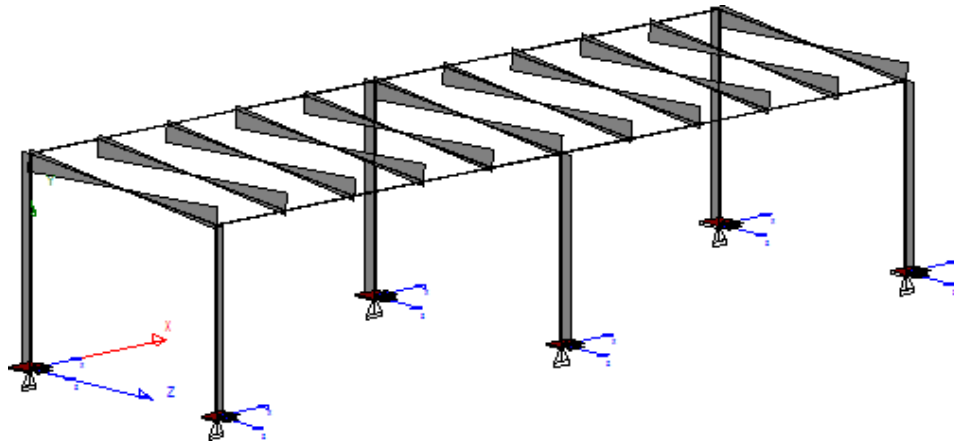


Figura 17. Graficas de los momentos cortantes en eje Z.

En la figura 18, se puede observar una gráfica con todos los momentos cortantes de la estructura, tanto en el eje Y como en el eje Z.

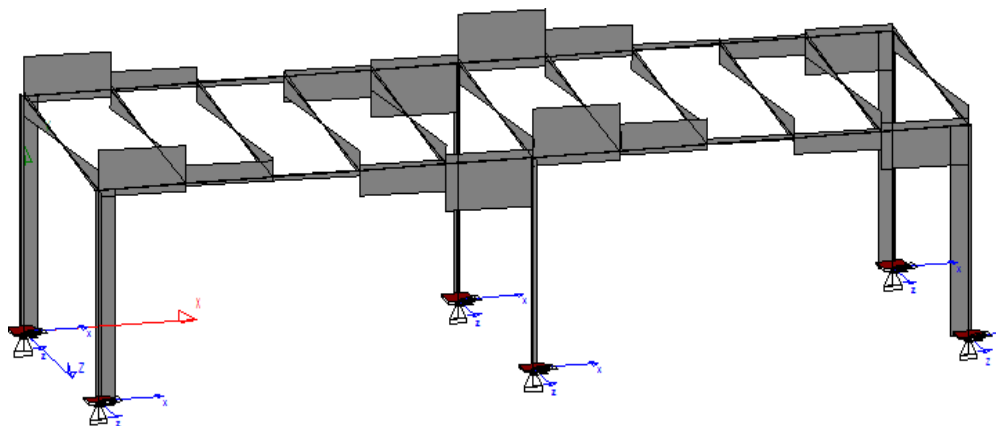


Figura 18. Grafica de todos los momentos cortantes en los ejes YZ.

En la figura 19, se puede observar la envolvente de momentos axiales para la estructura. Existen unos máximos o picos axiales en los pilares centrales. También se puede observar los momentos axiales en la base de los pilares debido al empotramiento.

En los anexos se muestran los valores numéricos de deformación para cada combinación y barra.

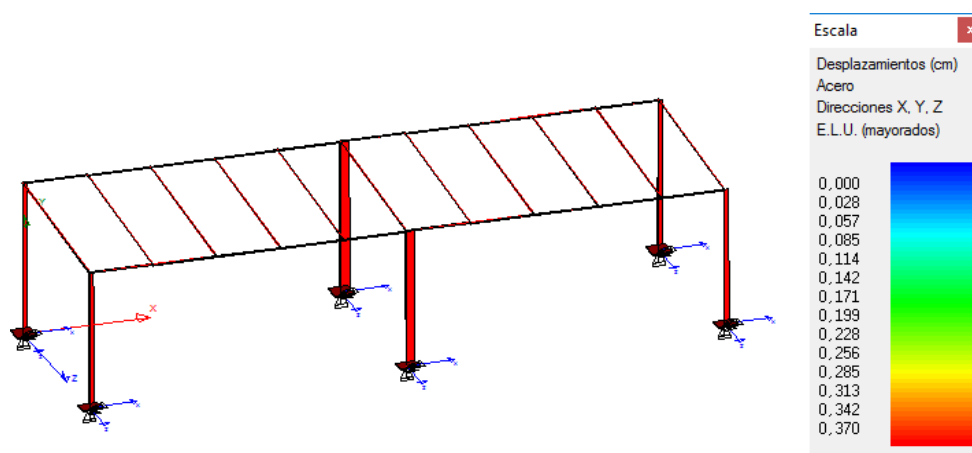


Figura 19. Gráfica de los momentos axiales de la estructura.

Por último, en la siguiente figura 20, se puede observar la envolvente de momentos torsores. Los momentos torsores existentes no tienen un valor muy elevado pero sus máximos o picos de torsion se encuentran en las barras longitudinales de la estructura.

En los anexos se muestran los valores numéricos de deformación para cada combinación y barra.

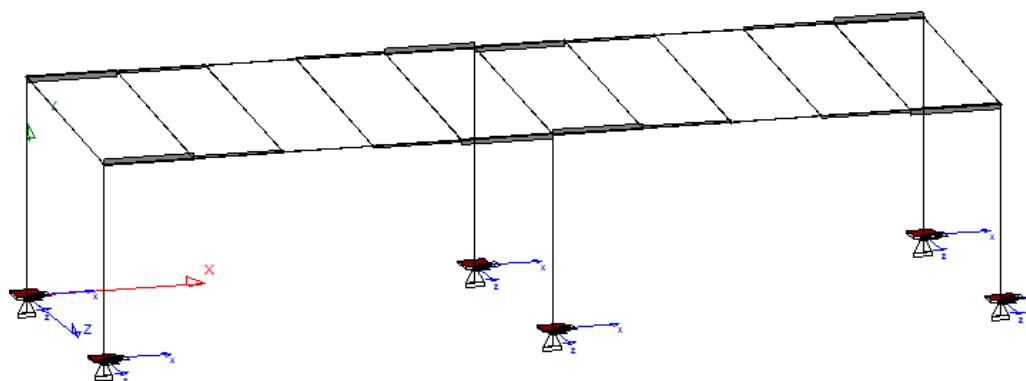


Figura 20. Gráfica de los momentos torsores de la estructura.



## 5. Montaje

En este apartado se explicará el procedimiento del montaje de la estructura metálica.

Un mes antes del día de la instalación de la estructura, se observó el terreno donde se iba a hacer la instalación de la estructura, se midió el espacio disponible de la estructura y los distintos posibles desniveles del terreno para adecuar la medida de los pilares. Se marcaron en el suelo el lugar donde debía ir dichos pilares, marcando así la orientación y el lugar.

En primer lugar, y una de las cosas más complicadas de todo el montaje fue, transportar la estructura al lugar donde se tenía que ubicar, ya que era un espacio de difícil acceso y no se podía soldar allí. Por lo tanto, tuvo que salir del taller ya montada y soldada, a falta de instalar las placas y anclar la estructura a suelo.

Para ello, fue necesario el alquiler de dos grúas. Una más pequeña para sacar la estructura del propio taller y llevar la al sitio acordado y otra grúa con una pluma de aproximadamente 80m que estaría esperando en el sitio acordado .

El trayecto hasta el lugar no fue fácil ya que hubo tramos del recorrido que hubo que ir con bastante precaución para no dañar la estructura.







Una vez se llegó al lugar de la instalación, con ayuda de una grúa con una pluma aproximadamente de 80m, se colocaría la estructura en las marcas hechas antes del lugar exacto donde debía ir, con la ayuda de algunos operarios.







Una vez se había colocado la estructura, aunque aún estaba sujeta por la grúa, vimos que el electricista hizo el agujero en el suelo para pasar los cables desplazado unos 20cm de la marca indicada. Después de un tiempo se decidió colocar la estructura desplazada los 20cm para que acoplaran los cables, ya que el nivel del terreno no variaba considerablemente del original al desfase ese de 20cm. No variaba considerablemente excepto en uno, el pilar más cercano a las escaleras, pero como medida se decidió calzarlo con hormigón y anclarlo igual que el resto.



Una vez colocada la estructura se ancló al suelo y después de anclarlo, el siguiente paso fue instalar los módulos fotovoltaicos.





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI





Como se puede ver aquí, la distancia entre las vigas transversales son la distancia necesaria para que soporten el peso y se puedan fijar a ellas. En términos de refrigeración también es más adecuado ya que si la parte posterior del módulo fotovoltaico esta tapada por tejado o cualquier superficie puede que se recaliente y la eficiencia puede verse afectada.



En la foto que se ve a continuación se observa prácticamente todos los módulos fotovoltaicos montados y también el desfase de la estructura marcado. Como se observa todos los desniveles son correctos aun el desfase excepto el comentado anteriormente que se puede observar en la imagen, el cual al día siguiente se calzó con hormigón y se anclo con sus respectivas barras corrugadas.

Han pasado aproximadamente 6 meses desde la instalación de la estructura.



## 6. Presupuesto

En este apartado se va a desglosar el presupuesto de todos los costes de los elementos que han sido necesarios para hacer el proyecto. Además, se añadirá un coste aproximado de los operarios del montaje y los encargados de la fabricación de las piezas en taller, tanto como de la compra de los módulos fotovoltaicos.

### 6.1 Módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos que iban a ser instalados en la estructura fueron comprados a una empresa externa, la cual vendió los 20 módulos fotovoltaicos a 165€ la unidad, haciendo un total de 3.330€.

Modulo Fotovoltaico	
1 unidades	20 unidades
165,00 €	3.300,00 €

### 6.2 Materiales

En el coste de los materiales, el proveedor de la empresa envía las barras de acero 275-JR en unidades de 6m. Por lo tanto, el pedido de las barras será como muestra la siguiente tabla;

Centro Cervantes Joven		23/10/2019
Materiales		Necesitamos
Tubo cuadrado	160x160x3x6000	3
	160x80x3x6000	6
	200x100x3x6000	4
Pletina	300x300x25	6
	230x230x25	3
Tornillos	M14	45
	M8	66
Pinzas	Sujeccion panel sin marco	66





Donde el tubo cuadrado de 160x160x3 se debe cortar a 85°, como indica el plano de fabricación, para así, hacer con un corte dos patas de las 6 que contiene la estructura a falta de definir con otro corte la altura del pilar.

Por otro lado, se van a necesitar 6 unidades del tubo rectangular de 160x80x3 ya que son las barras transversales que aguantaran las placas solares, y son necesarios 11 barras de 3m.

Por último, para el tubo rectangular de 200x100x3 se va a necesitar 4 unidades, para poder diseñar la longitud total de la estructura.

	€/mt	Nº metros barra	Nº barras	Precios barras	
160x160x3	28,90 €	6	3	520,20 €	
160x80x3	12,58 €	6	6	452,88 €	
200x100x3	15,96 €	6	4	383,04 €	TOTAL
					1.356,12 €

El presupuesto para las placas de anclaje, al ser de un grosor tan grande se hizo un encargo especial al proveedor para fabricarlas. El coste de la fabricación de 3 placas de anclaje de cada tipo, es decir, un total de seis es de 350€.

La tornillería, utilizada para fijar tanto la estructura con los tornillos de M14, como las pinzas y tornillería para fijar las placas solares, tiene un coste de 139,80€

	Unidades	€/ud	Total
Pinzas	66	0,80 €	52,80 €
Tornillos M14	45	1,20 €	54,00 €
Tornillos M8	66	0,50 €	33,00 €
			139,80 €



### **6.3 Maquinaria**

Para la instalación de la estructura se alquilaron dos grúas, una para transportar la estructura desde el taller hasta el sitio acordado y otra grúa, con pluma de 100m para elevar la estructura y situarla en la ubicación correspondiente. El alquiler de la maquinaria se hizo a una empresa local, la cual avaluó un coste por las 4h trabajadas de 3.000€.

### **6.4 Operarios**

El coste de los operarios tanto del diseño de todas las barras y de la instalación de la estructura y módulos solares, adquirió un valor aproximado de 6.000€.

### **6.5 Presupuesto final del proyecto**

El presupuesto total del proyecto sumando todos los apartados anteriores es de 10.495,92€.

## **7. Conclusiones**

La realización de este proyecto desde su inicio con el diseño de la estructura hasta su finalización con el montaje ha sido muy emocionante tanto en el ámbito académico como en el personal. El proyecto me ha permitido aprender el funcionamiento real de una empresa a la hora de realizar cualquier proyecto.

Asimismo, un valor motivador añadido ha sido el compromiso del proyecto con las energías renovables y protección del medio ambiente. El objetivo del proyecto era la construcción de una estructura que promueva la movilidad local de la ciudad de Alcoy, mediante la utilización por parte de los ciudadanos de bicicletas eléctricas para concienciar a la población y ayudar a cuidar y proteger el planeta.

Llevar a la realidad el proyecto siendo yo, uno de los máximos responsables del equipo en el diseño y fabricación de la estructura ha sido emocionante. Todo el proceso y cálculos empleados son los argumentados anteriormente en este trabajo, cumpliendo en todo momento los objetivos marcados por la empresa y respetando todas las directrices y restricciones del promotor. Además, me ha permitido poder poner en práctica todos los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo de mi formación universitaria del Grado de Ingeniería Mecánica de la UPV.



## 8. Bibliografía

<https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-documentoscte.html>

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DcmSE.pdf>

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-AE.pdf>

<http://www.arktec.com/download/manuales/TC1000E.pdf>

[https://my.solidworks.com/solidworks/guide/SOLIDWORKS\\_Introduction\\_ES.pdf](https://my.solidworks.com/solidworks/guide/SOLIDWORKS_Introduction_ES.pdf)

[http://oa.upm.es/50865/1/Curso\\_AutoCAD.pdf](http://oa.upm.es/50865/1/Curso_AutoCAD.pdf)

<http://www.solarinnova.net/en/products/photovoltaic/modules/bipv/glass-glass/monocrystalline/156mm/60#pictures>

<https://prolians.es/>

<https://prolians.es/catalogos/catalogo-industria-16/mobile/index.html#p=399>

<https://www.incafe2000.com/Esp>

[https://www.incafe2000.com/Esp/p/tubo\\_cuadrado\\_160x160x3](https://www.incafe2000.com/Esp/p/tubo_cuadrado_160x160x3)

<https://www.incafe2000.com/Esp/p/Tubo-rectangular-200x100x3-mm>

<https://www.incafe2000.com/Esp/p/Tubo-rectangular-160x80x3-mm>

<http://www.gruascatala.com/>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Alcoy>





# DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA PARA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA LA CARGA DE BICICLETAS ELÉCTRICAS

**Documento N.º 2**

**ANEXOS**

# Índice

Anexo A: Cálculos

Anexo B: Planos de fabricación

Anexo C: Estudio Plan de Seguridad

**DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA  
PARA INSTALACIÓN  
FOTOVOLTAICA PARA LA CARGA  
DE BICICLETAS ELÉCTRICAS**

**ANEXO A: CÁLCULOS**

# ANEXO DE CALCULOS DE TRICALC

## PILARES

PILAR 6 ( SHSC-160x3 ) l/lb:250cm/250cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,75 Lambda( 0,50; 0,65) B(1,087;1,413)

Cálculo de 2° orden : X: 0,86 Lambda( 0,46; 0,46) B(1,000;1,000)

ALAS CLASE:4 ALMA CLASE:3 ( n=6)

### COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
Vz(kN) %

0 Co 4(2) 250 -6,7 0,0 1,1( -1,9) -1,4( 2,9) 1,7 -1,2--> 11,5%

1 Tr 10(1) 0 1,2 -0,0 0,5( 0,5) -0,5( -0,5) -0,3 0,3--> 4,3%

2 Mx 4(2) 0 -6,2 0,0 -1,9( -1,9) 2,9( 2,9) 1,7 -1,2--> 21,0%

3 My 4(2) 0 -6,2 0,0 -1,9( -1,9) 2,9( 2,9) 1,7 -1,2--> 21,0%

4 Mz 4(2) 0 -6,2 0,0 -1,9( -1,9) 2,9( 2,9) 1,7 -1,2--> 21,0%

5 V 4(2) 0 -6,2 0,0 -1,9( -1,9) 2,9( 2,9) 1,7 -1,2--> 21,0%

6 Sm 4(2) 0 -6,2 0,0 -1,9( -1,9) 2,9( 2,9) 1,7 -1,2--> 21,0%

APROVECHAMIENTO 0,21 ( 21,0%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 4 3 4 4 4 4 4

Alma clase 4 3 3 3 3 3 3

Ax,eff (cm2) 18,12 --- 18,23 18,23 18,23 18,23 18,23

Ay,eff 8,36 --- 8,36 8,36 8,36 8,36 8,36

Az,eff 8,39 --- 8,39 8,39 8,39 8,39 8,39  
 Wx,eff (cm3) 1,81 --- 1,82 1,82 1,82 1,82 1,82  
 Wy,eff 92,84 --- 94,28 94,28 94,28 94,28 94,28  
 Wz,eff 90,73 --- 90,71 90,71 90,71 90,71 90,71  
 Ix,eff (cm4) 0,54 --- 0,55 0,55 0,55 0,55 0,55  
 Iy,eff 756,17 --- 759,64 759,64 759,64 759,64 759,64  
 Iz,eff 745,22 --- 744,85 744,85 744,85 744,85 744,85  
 eN,y (cm) -0,21 --- 0,21 0,21 0,21 0,21 0,21  
 eN,z 0,14 --- -0,10 -0,10 -0,10 -0,10 -0,10

-----  
 ESFUERZOS SIMPLES  
 -----

Nt,Rd 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4  
 Nc,Rd 474,7 487,4 477,5 477,5 477,5 477,5 477,5  
 Fx / N,Rd 1,4% 0,2% 1,3% 1,3% 1,3% 1,3% 1,3%  
 Vc,Rd,y 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7  
 Vy / Vc,Rd,y 1,2% 0,2% 1,2% 1,2% 1,2% 1,2% 1,2%  
 Vc,Rd,z 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7  
 Vz / Vc,Rd,z 0,8% 0,2% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8%  
 Mc,Rd,y 24,3 24,9 24,7 24,7 24,7 24,7 24,7  
 My / Mc,Rd,y 4,3% 1,9% 7,7% 7,7% 7,7% 7,7% 7,7%  
 Mc,Rd,z 23,8 24,9 23,8 23,8 23,8 23,8 23,8  
 Mz / Mc,Rd,z 5,9% 2,1% 12,1% 12,1% 12,1% 12,1% 12,1%  
 T,Rd 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4  
 Mx / T,Rd 0,2% 0,0% 0,2% 0,2% 0,2% 0,2% 0,2%

-----  
 ESFUERZOS COMBINADOS  
 -----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 N + M 11,5% 4,3% 21,0% 21,0% 21,0% 21,0% 21,0%  
 N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Vp1,T,Rd,y 140,5 140,6 140,5 140,5 140,5 140,5 140,5  
 T + Vy 1,2% 0,2% 1,2% 1,2% 1,2% 1,2% 1,2%

Vpl,T,Rd,z 140,5 140,6 140,5 140,5 140,5 140,5 140,5

T + Vz 0,8% 0,2% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 411,7 --- 413,8 413,8 413,8 413,8 413,8

Fx / Nb,Rd 1,6% --- 1,5% 1,5% 1,5% 1,5% 1,5%

lambda,red,y 0,456 --- 0,457 0,457 0,457 0,457 0,457

lambda,red,z 0,456 --- 0,457 0,457 0,457 0,457 0,457

Ji,y 0,867 --- 0,867 0,867 0,867 0,867 0,867

Ji,z 0,867 --- 0,867 0,867 0,867 0,867 0,867

Ncr,y 2399,1 --- 2399,1 2399,1 2399,1 2399,1 2399,1

Ncr,z 2399,1 --- 2399,1 2399,1 2399,1 2399,1 2399,1  
-----  
-----

PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000

lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000

Mcr 2,8 1,0 5,7 5,7 5,7 5,7 5,7  
-----  
-----

COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 9,8% --- 9,4% 9,4% 9,4% 9,4% 9,4%

CTE DB SE-A (6.52) 8,8% --- 8,5% 8,5% 8,5% 8,5% 8,5%

k,y 1,004 --- 1,004 1,004 1,004 1,004 1,004

k,z 1,004 --- 1,004 1,004 1,004 1,004 1,004

k,LT 0,998 --- 0,998 0,998 0,998 0,998 0,998

cm,y 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 0,400 0,400

cm,z 0,405 --- 0,405 0,405 0,405 0,405 0,405

cm,LT 0,405 --- 0,405 0,405 0,405 0,405 0,405

N,Ed 6,7 --- 6,2 6,2 6,2 6,2 6,2

M,Ed,y -1,9 --- -1,9 -1,9 -1,9 -1,9 -1,9

M,Ed,z 2,9 --- 2,9 2,9 2,9 2,9 2,9  
-----  
-----

PILAR 5 ( SHSC-160x3 ) 1/1b:223cm/223cm



Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,79 Lambda( 0,45; 0,59) B(1,097;1,440)

Cálculo de 2° orden : X: 0,89 Lambda( 0,41; 0,41) B(1,000;1,000)

ALAS CLASE:4 ALMA CLASE:3 ( n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
Vz(kN) %

0 Co 4(2) 223 -6,8 0,0 -0,8( 1,8) -1,4( 3,0) 2,0 1,2--> 10,7%

1 Tr 10(1) 0 1,3 -0,0 -0,5( -0,5) -0,5( -0,5) -0,4 -0,3--> 4,4%

2 Mx 4(2) 0 -6,4 0,0 1,8( 1,8) 3,0( 3,0) 2,0 1,2--> 21,3%

3 My 4(2) 0 -6,4 0,0 1,8( 1,8) 3,0( 3,0) 2,0 1,2--> 21,3%

4 Mz 4(2) 0 -6,4 0,0 1,8( 1,8) 3,0( 3,0) 2,0 1,2--> 21,3%

5 V 4(2) 0 -6,4 0,0 1,8( 1,8) 3,0( 3,0) 2,0 1,2--> 21,3%

6 Sm 4(2) 0 -6,4 0,0 1,8( 1,8) 3,0( 3,0) 2,0 1,2--> 21,3%

APROVECHAMIENTO 0,21 ( 21,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 4 4 4 4 4 4 4

Alma clase 3 3 3 3 3 3 3

Ax,eff (cm2) 18,14 18,42 18,24 18,24 18,24 18,24 18,24

Ay,eff 8,35 8,37 8,35 8,35 8,35 8,35 8,35

Az,eff 8,39 8,39 8,40 8,40 8,40 8,40 8,40

Wx,eff (cm3) 1,81 1,84 1,82 1,82 1,82 1,82 1,82

Wy,eff 94,24 94,61 94,63 94,63 94,63 94,63 94,63

Wz,eff 89,58 92,83 90,46 90,46 90,46 90,46 90,46

Ix,eff (cm4) 0,54 0,55 0,55 0,55 0,55 0,55 0,55  
Iy,eff 759,64 759,64 759,64 759,64 759,64 759,64 759,64  
Iz,eff 739,10 755,44 743,46 743,46 743,46 743,46 743,46  
eN,y (cm) -0,25 -0,14 0,22 0,22 0,22 0,22 0,22  
eN,z -0,10 -0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08

-----  
-----  
ESFUERZOS SIMPLES  
-----  
-----

Nt,Rd 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4  
Nc,Rd 475,0 482,3 477,6 477,6 477,6 477,6 477,6  
Fx / N,Rd 1,4% 0,3% 1,3% 1,3% 1,3% 1,3% 1,3%  
Vc,Rd,y 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7  
Vy / Vc,Rd,y 1,4% 0,3% 1,4% 1,4% 1,4% 1,4% 1,4%  
Vc,Rd,z 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7  
Vz / Vc,Rd,z 0,8% 0,2% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8%  
Mc,Rd,y 24,7 24,8 24,8 24,8 24,8 24,8 24,8  
My / Mc,Rd,y 3,2% 1,9% 7,5% 7,5% 7,5% 7,5% 7,5%  
Mc,Rd,z 23,5 24,3 23,7 23,7 23,7 23,7 23,7  
Mz / Mc,Rd,z 6,2% 2,2% 12,6% 12,6% 12,6% 12,6% 12,6%  
T,Rd 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4  
Mx / T,Rd 0,1% 0,0% 0,1% 0,1% 0,1% 0,1% 0,1%

-----  
-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 10,7% 4,4% 21,3% 21,3% 21,3% 21,3% 21,3%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vpl,T,Rd,y 140,5 140,6 140,5 140,5 140,5 140,5 140,5  
T + Vy 1,4% 0,3% 1,4% 1,4% 1,4% 1,4% 1,4%  
Vpl,T,Rd,z 140,5 140,6 140,5 140,5 140,5 140,5 140,5  
T + Vz 0,8% 0,2% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8%

INESTABILIDAD - PANDEO

-----  
-----  
Nb,Rd 424,6 --- 426,6 426,6 426,6 426,6 426,6  
Fx / Nb,Rd 1,6% --- 1,5% 1,5% 1,5% 1,5% 1,5%  
lambda,red,y 0,407 --- 0,408 0,408 0,408 0,408 0,408  
lambda,red,z 0,407 --- 0,408 0,408 0,408 0,408 0,408  
Ji,y 0,894 --- 0,893 0,893 0,893 0,893 0,893  
Ji,z 0,894 --- 0,893 0,893 0,893 0,893 0,893  
Ncr,y 3015,3 --- 3015,3 3015,3 3015,3 3015,3 3015,3  
Ncr,z 3015,3 --- 3015,3 3015,3 3015,3 3015,3 3015,3  
-----  
-----

PANDEO LATERAL

-----  
-----  
Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 2,9 1,1 6,0 6,0 6,0 6,0 6,0  
-----  
-----

COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO

-----  
-----  
CTE DB SE-A (6.51) 10,1% --- 9,8% 9,8% 9,8% 9,8% 9,8%  
CTE DB SE-A (6.52) 9,1% --- 8,8% 8,8% 8,8% 8,8% 8,8%  
k,y 1,004 --- 1,004 1,004 1,004 1,004 1,004  
k,z 1,004 --- 1,004 1,004 1,004 1,004 1,004  
k,LT 0,998 --- 0,998 0,998 0,998 0,998 0,998  
cm,y 0,430 --- 0,430 0,430 0,430 0,430 0,430  
cm,z 0,406 --- 0,406 0,406 0,406 0,406 0,406  
cm,LT 0,406 --- 0,406 0,406 0,406 0,406 0,406  
N,Ed 6,8 --- 6,4 6,4 6,4 6,4 6,4  
M,Ed,y 1,8 --- 1,8 1,8 1,8 1,8 1,8  
M,Ed,z 3,0 --- 3,0 3,0 3,0 3,0 3,0  
-----  
-----

PILAR 4 ( SHSC-160x3 ) 1/lb:250cm/250cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,78 Lambda( 0,48; 0,61)  $\beta$ (1,046;1,311)

Cálculo de 2° orden : X: 0,86 Lambda( 0,46; 0,46)  $\beta$ (1,000;1,000)

ALAS CLASE:1 ALMA CLASE:4 ( n=6)

#### COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
Vz(kN) %

-----  
-----  
0 Co 4(2) 250 -14,8 -0,0 1,5( -2,7) 0,0( 0,0) -0,0 -1,6--> 9,5%  
1 Tr 10(1) 0 2,3 -0,0 0,7( 0,7) 0,0( -0,0) 0,0 0,4--> 3,5%  
2 Mx 16(1) 0 -3,1 -0,0 -0,5( -0,5) -0,2( 0,3) -0,2 -0,3--> 3,9%  
3 My 4(2) 0 -12,4 -0,0 -2,7( -2,7) -0,0( 0,0) -0,0 -1,6--> 14,4%  
4 Mz 16(1) 250 -3,4 -0,0 0,3( -0,5) 0,3( 0,3) -0,2 -0,3--> 4,1%  
5 V 4(2) 0 -12,4 -0,0 -2,7( -2,7) -0,0( 0,0) -0,0 -1,6--> 14,4%  
6 Sm 4(2) 0 -12,4 -0,0 -2,7( -2,7) -0,0( 0,0) -0,0 -1,6--> 14,4%  
-----  
-----

APROVECHAMIENTO 0,14 ( 14,4%)

#### ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

#### TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 3 1 3 1 4 1 1

Alma clase 4 4 4 4 4 4 4

Ax,eff (cm<sup>2</sup>) 18,01 18,00 18,11 18,00 17,98 18,00 18,00

Ay,eff 8,41 8,41 8,39 8,41 8,37 8,41 8,41

Az,eff 8,30 8,30 8,34 8,30 8,37 8,30 8,30

Wx,eff (cm<sup>3</sup>) 1,80 1,80 1,81 1,80 1,80 1,80 1,80

Wy,eff 86,13 86,06 88,88 86,06 90,72 86,06 86,06

Wz,eff 94,96 94,96 94,64 94,96 90,88 94,96 94,96

Ix,eff (cm<sup>4</sup>) 0,54 0,54 0,54 0,54 0,54 0,54 0,54

Iy,eff 720,32 719,91 735,40 719,93 745,53 719,93 719,93

Iz,eff 759,64 759,64 759,64 759,64 746,36 759,64 759,64

eN,y (cm) 0,00 0,00 -0,08 -0,00 0,21 -0,00 -0,00

eN,z 0,36 0,37 -0,27 -0,37 0,22 -0,37 -0,37

-----  
ESFUERZOS SIMPLES  
-----

Nt,Rd 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4

Nc,Rd 471,6 471,5 474,3 471,5 470,8 471,5 471,5

Fx / N,Rd 3,1% 0,5% 0,7% 2,6% 0,7% 2,6% 2,6%

Vc,Rd,y 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7

Vy / Vc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,2% 0,0% 0,2% 0,0% 0,0%

Vc,Rd,z 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7

Vz / Vc,Rd,z 1,2% 0,3% 0,2% 1,2% 0,2% 1,2% 1,2%

Mc,Rd,y 22,6 22,5 23,3 22,5 23,8 22,5 22,5

My / Mc,Rd,y 6,5% 3,0% 2,4% 11,8% 1,3% 11,8% 11,8%

Mc,Rd,z 24,9 24,9 24,8 24,9 23,8 24,9 24,9

Mz / Mc,Rd,z 0,1% 0,0% 1,0% 0,1% 1,2% 0,1% 0,1%

T,Rd 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4

Mx / T,Rd 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

N + M 9,5% 3,5% 3,9% 14,4% 3,2% 14,4% 14,4%

N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vpl,T,Rd,y 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7

T + Vy 0,0% 0,0% 0,2% 0,0% 0,2% 0,0% 0,0%

Vpl,T,Rd,z 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7

T + Vz 1,2% 0,3% 0,2% 1,2% 0,2% 1,2% 1,2%

-----  
INESTABILIDAD - PANDEO

```

-----
Nb,Rd 409,5 --- 373,2 409,4 371,1 409,4 409,4
Ex / Nb,Rd 3,6% --- 0,8% 3,0% 0,9% 3,0% 3,0%
lambda,red,y 0,454 --- 0,598 0,454 0,595 0,454 0,454
lambda,red,z 0,454 --- 0,477 0,454 0,475 0,454 0,454
Ji,y 0,868 --- 0,787 0,868 0,788 0,868 0,868
Ji,z 0,868 --- 0,856 0,868 0,857 0,868 0,868
Ncr,y 2399,1 --- 1395,0 2399,1 1395,0 2399,1 2399,1
Ncr,z 2399,1 --- 2190,7 2399,1 2190,7 2399,1 2399,1
-----

```

PANDEO LATERAL

```

-----
Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000
Mcr 0,1 0,0 0,5 0,1 0,6 0,1 0,1
-----

```

COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO

```

-----
CTE DB SE-A (6.51) 8,7% --- 3,9% 7,6% 4,1% 7,6% 7,6%
CTE DB SE-A (6.52) 8,7% --- 3,8% 7,6% 3,9% 7,6% 7,6%
k,y 1,010 --- 1,003 1,008 1,003 1,008 1,008
k,z 1,010 --- 1,002 1,008 1,002 1,008 1,008
k,LT 0,995 --- 1,000 0,995 1,000 0,995 0,995
cm,y 0,400 --- 0,900 0,400 0,900 0,400 0,400
cm,z 0,400 --- 0,900 0,400 0,900 0,400 0,400
cm,LT 0,400 --- 0,900 0,400 0,900 0,400 0,400
N,Ed 14,8 --- 3,1 12,4 3,4 12,4 12,4
M,Ed,y -2,7 --- -0,5 -2,7 -0,5 -2,7 -2,7
M,Ed,z 0,0 --- 0,3 0,0 0,3 0,0 0,0
-----

```

PILAR 3 ( SHSC-160x3 ) l/lb:223cm/223cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,81 Lambda( 0,43; 0,55) B(1,052;1,336)

Cálculo de 2° orden : X: 0,89 Lambda( 0,41; 0,41) B(1,000;1,000)

ALAS CLASE:1 ALMA CLASE:4 ( n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

-----  
-----  
0 Co 4(2) 223 -13,0 -0,0 -1,1( 2,6) 0,0( 0,0) -0,0 1,7-->8,3%  
1 Tr 10(1) 0 2,3 0,0 -0,6( -0,6) 0,0( -0,0) 0,0 -0,4--> 3,4%  
2 Mx 16(1) 0 -3,1 -0,0 0,5( 0,5) -0,2( 0,3) -0,3 0,3--> 3,9%  
3 My 4(2) 0 -12,6 -0,0 2,6( 2,6) -0,0( 0,0) -0,0 1,7--> 14,0%  
4 Mz 16(1) 223 -3,4 -0,0 -0,2( 0,5) 0,3( 0,3) -0,3 0,3-->4,0%  
5 V 4(2) 0 -12,6 -0,0 2,6( 2,6) -0,0( 0,0) -0,0 1,7--> 14,0%  
6 Sm 4(2) 0 -12,6 -0,0 2,6( 2,6) -0,0( 0,0) -0,0 1,7--> 14,0%  
-----  
-----

APROVECHAMIENTO 0,14 ( 14,0%)

-----  
-----  
ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

-----  
-----  
TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 3 1 3 1 4 1 1

Alma clase 4 4 4 4 4 4 4

Ax,eff (cm2) 17,87 18,00 18,10 18,00 17,96 18,00 18,00

Ay,eff 8,40 8,41 8,39 8,41 8,36 8,41 8,41

Az,eff 8,32 8,30 8,34 8,30 8,38 8,30 8,30

Wx,eff (cm3) 1,79 1,80 1,81 1,80 1,80 1,80 1,80

Wy,eff 85,79 86,08 89,00 86,07 91,64 86,07 86,07

Wz,eff 94,96 94,96 94,35 94,96 89,74 94,96 94,96

Ix,eff (cm4) 0,54 0,54 0,54 0,54 0,54 0,54 0,54

Iy,eff 719,35 720,01 736,08 719,97 750,21 719,97 719,97



Iz,eff 759,64 759,64 759,64 759,64 740,46 759,64 759,64

eN,y (cm) 0,02 0,00 -0,09 -0,00 0,25 -0,00 -0,00

eN,z -0,38 -0,36 0,27 0,37 -0,19 0,37 0,37

-----  
ESFUERZOS SIMPLES  
-----

Nt,Rd 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4

Nc,Rd 467,9 471,5 474,0 471,5 470,3 471,5 471,5

Fx / N,Rd 2,8% 0,5% 0,7% 2,7% 0,7% 2,7% 2,7%

Vc,Rd,y 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7

Vy / Vc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,2% 0,0% 0,2% 0,0% 0,0%

Vc,Rd,z 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7

Vz / Vc,Rd,z 1,2% 0,3% 0,2% 1,2% 0,2% 1,2% 1,2%

Mc,Rd,y 22,5 22,5 23,3 22,5 24,0 22,5 22,5

My / Mc,Rd,y 4,9% 2,9% 2,3% 11,4% 1,0% 11,4% 11,4%

Mc,Rd,z 24,9 24,9 24,7 24,9 23,5 24,9 24,9

Mz / Mc,Rd,z 0,1% 0,0% 1,0% 0,1% 1,3% 0,1% 0,1%

T,Rd 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4

Mx / T,Rd 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

N + M 7,6% 3,4% 3,9% 14,0% 2,9% 14,0% 14,0%

N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vp1,T,Rd,y 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7

T + Vy 0,0% 0,0% 0,2% 0,0% 0,2% 0,0% 0,0%

Vp1,T,Rd,z 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7

T + Vz 1,2% 0,3% 0,2% 1,2% 0,2% 1,2% 1,2%

-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----

Nb,Rd 419,0 --- 388,1 421,8 385,7 421,8 421,8  
Fx / Nb,Rd 3,1% --- 0,8% 3,0% 0,9% 3,0% 3,0%  
lambda,red,y 0,404 --- 0,543 0,405 0,541 0,405 0,405  
lambda,red,z 0,404 --- 0,427 0,405 0,426 0,405 0,405  
Ji,y 0,895 --- 0,819 0,895 0,820 0,895 0,895  
Ji,z 0,895 --- 0,883 0,895 0,884 0,895 0,895  
Ncr,y 3015,3 --- 1690,0 3015,3 1690,0 3015,3 3015,3  
Ncr,z 3015,3 --- 2725,7 3015,3 2725,7 3015,3 3015,3

-----  
PANDEO LATERAL  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 0,1 0,0 0,5 0,1 0,6 0,1 0,1

-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 8,3% --- 3,9% 7,7% 4,0% 7,7% 7,7%  
CTE DB SE-A (6.52) 8,3% --- 3,7% 7,7% 3,8% 7,7% 7,7%  
k,y 1,008 --- 1,003 1,007 1,003 1,007 1,007  
k,z 1,008 --- 1,002 1,007 1,002 1,007 1,007  
k,LT 0,996 --- 1,000 0,996 1,000 0,996 0,996  
cm,y 0,427 --- 0,900 0,427 0,900 0,427 0,427  
cm,z 0,400 --- 0,900 0,400 0,900 0,400 0,400  
cm,LT 0,400 --- 0,900 0,400 0,900 0,400 0,400  
N,Ed 13,0 --- 3,1 12,6 3,4 12,6 12,6  
M,Ed,y 2,6 --- 0,5 2,6 0,5 2,6 2,6  
M,Ed,z 0,0 --- 0,3 0,0 0,3 0,0 0,0

-----  
PILAR 2 ( SHSC-160x3 ) l/lb:250cm/250cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,75 Lambda( 0,50; 0,65) B(1,087;1,413)

Cálculo de 2° orden : X: 0,86 Lambda( 0,46; 0,46) β(1,000;1,000)

ALAS CLASE:4 ALMA CLASE:3 ( n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
Vz(kN) %

---

---

0	Co	4(2)	250	-6,7	-0,0	1,1(-1,9)	1,5(-2,9)	-1,7	-1,2-->	11,7%
1	Tr	10(1)	250	2,4	0,0	-0,3(0,5)	-0,3(0,5)	0,3	0,3-->	2,6%
2	Mx	4(2)	0	-6,2	-0,0	-1,9(-1,9)	-2,9(-2,9)	-1,7	-1,2-->	21,2%
3	My	4(2)	0	-6,2	-0,0	-1,9(-1,9)	-2,9(-2,9)	-1,7	-1,2-->	21,2%
4	Mz	4(2)	0	-6,2	-0,0	-1,9(-1,9)	-2,9(-2,9)	-1,7	-1,2-->	21,2%
5	V	4(2)	0	-6,2	-0,0	-1,9(-1,9)	-2,9(-2,9)	-1,7	-1,2-->	21,2%
6	Sm	4(2)	0	-6,2	-0,0	-1,9(-1,9)	-2,9(-2,9)	-1,7	-1,2-->	21,2%

---

---

APROVECHAMIENTO 0,21 ( 21,2%)

---

---

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

---

---

n 0 1 2 3 4 5 6

---

---

TÉRMINOS DE SECCIÓN

---

---

Alas clase 4 3 4 4 4 4 4

Alma clase 3 3 3 3 3 3 3

Ax,eff (cm2) 18,13 --- 18,23 18,23 18,23 18,23 18,23

Ay,eff 8,36 --- 8,36 8,36 8,36 8,36 8,36

Az,eff 8,39 --- 8,39 8,39 8,39 8,39 8,39

Wx,eff (cm3) 1,81 --- 1,82 1,82 1,82 1,82 1,82

Wy,eff 93,04 --- 94,35 94,35 94,35 94,35 94,35

Wz,eff 90,60 --- 90,67 90,67 90,67 90,67 90,67

Ix,eff (cm4) 0,54 --- 0,55 0,55 0,55 0,55 0,55

Iy,eff 757,15 --- 759,64 759,64 759,64 759,64 759,64

Iz,eff 744,54 --- 744,63 744,63 744,63 744,63 744,63

eN,y (cm) 0,22 --- -0,21 -0,21 -0,21 -0,21 -0,21

eN,z 0,14 --- -0,09 -0,09 -0,09 -0,09 -0,09

-----  
-----  
ESFUERZOS SIMPLES  
-----  
-----

Nt,Rd 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4

Nc,Rd 474,8 487,4 477,5 477,5 477,5 477,5 477,5

Fx / N,Rd 1,4% 0,5% 1,3% 1,3% 1,3% 1,3% 1,3%

Vc,Rd,y 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7

Vy / Vc,Rd,y 1,2% 0,2% 1,2% 1,2% 1,2% 1,2% 1,2%

Vc,Rd,z 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7

Vz / Vc,Rd,z 0,8% 0,2% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8%

Mc,Rd,y 24,4 24,9 24,7 24,7 24,7 24,7 24,7

My / Mc,Rd,y 4,3% 1,1% 7,7% 7,7% 7,7% 7,7% 7,7%

Mc,Rd,z 23,7 24,9 23,7 23,7 23,7 23,7 23,7

Mz / Mc,Rd,z 6,1% 1,1% 12,2% 12,2% 12,2% 12,2% 12,2%

T,Rd 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4

Mx / T,Rd 0,2% 0,0% 0,2% 0,2% 0,2% 0,2% 0,2%

-----  
-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

N + M 11,7% 2,6% 21,2% 21,2% 21,2% 21,2% 21,2%

N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vp1,T,Rd,y 140,5 140,6 140,5 140,5 140,5 140,5 140,5

T + Vy 1,2% 0,2% 1,2% 1,2% 1,2% 1,2% 1,2%

Vp1,T,Rd,z 140,5 140,6 140,5 140,5 140,5 140,5 140,5

T + Vz 0,8% 0,2% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 411,8 --- 413,8 413,8 413,8 413,8 413,8

Fx / Nb,Rd 1,6% --- 1,5% 1,5% 1,5% 1,5% 1,5%  
lambda,red,y 0,456 --- 0,457 0,457 0,457 0,457 0,457  
lambda,red,z 0,456 --- 0,457 0,457 0,457 0,457 0,457  
Ji,y 0,867 --- 0,867 0,867 0,867 0,867 0,867  
Ji,z 0,867 --- 0,867 0,867 0,867 0,867 0,867  
Ncr,y 2399,1 --- 2399,1 2399,1 2399,1 2399,1 2399,1  
Ncr,z 2399,1 --- 2399,1 2399,1 2399,1 2399,1 2399,1

-----  
PANDEO LATERAL  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 2,9 0,5 5,8 5,8 5,8 5,8 5,8

-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 9,8% --- 9,4% 9,4% 9,4% 9,4% 9,4%  
CTE DB SE-A (6.52) 8,8% --- 8,5% 8,5% 8,5% 8,5% 8,5%  
k,y 1,004 --- 1,004 1,004 1,004 1,004 1,004  
k,z 1,004 --- 1,004 1,004 1,004 1,004 1,004  
k,LT 0,998 --- 0,998 0,998 0,998 0,998 0,998  
cm,y 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 0,400 0,400  
cm,z 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 0,400 0,400  
cm,LT 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 0,400 0,400  
N,Ed 6,7 --- 6,2 6,2 6,2 6,2 6,2  
M,Ed,y -1,9 --- -1,9 -1,9 -1,9 -1,9 -1,9  
M,Ed,z -2,9 --- -2,9 -2,9 -2,9 -2,9 -2,9

-----  
PILAR 1 ( SHSC-160x3 ) 1/1b:223cm/223cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,79 Lambda( 0,45; 0,59) β(1,097;1,440)

Cálculo de 2º orden : X: 0,89 Lambda( 0,41; 0,41) β(1,000;1,000)

ALAS CLASE:4 ALMA CLASE:3 ( n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
Vz(kN) %

-----  
-----  
0 Co 4(2) 223 -6,8 -0,0 -0,8( 1,9) 1,5( -3,0) -2,0 1,2--> 11,0%  
1 Tr 10(1) 0 1,3 0,0 -0,5( -0,5) 0,5( 0,5) 0,4 -0,3--> 4,4%  
2 Mx 4(2) 0 -6,4 -0,0 1,9( 1,9) -3,0( -3,0) -2,0 1,2--> 21,5%  
3 My 4(2) 0 -6,4 -0,0 1,9( 1,9) -3,0( -3,0) -2,0 1,2--> 21,5%  
4 Mz 4(2) 0 -6,4 -0,0 1,9( 1,9) -3,0( -3,0) -2,0 1,2--> 21,5%  
5 V 4(2) 0 -6,4 -0,0 1,9( 1,9) -3,0( -3,0) -2,0 1,2--> 21,5%  
6 Sm 4(2) 0 -6,4 -0,0 1,9( 1,9) -3,0( -3,0) -2,0 1,2--> 21,5%  
-----  
-----

APROVECHAMIENTO 0,21 ( 21,5%)

-----  
-----  
ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

-----  
-----  
TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 4 4 4 4 4 4 4

Alma clase 3 3 3 3 3 3 3

Ax,eff (cm2) 18,15 18,42 18,24 18,24 18,24 18,24 18,24

Ay,eff 8,35 8,37 8,35 8,35 8,35 8,35 8,35

Az,eff 8,39 8,39 8,40 8,40 8,40 8,40 8,40

Wx,eff (cm3) 1,81 1,84 1,82 1,82 1,82 1,82 1,82

Wy,eff 94,44 94,66 94,68 94,68 94,68 94,68 94,68

Wz,eff 89,50 92,78 90,43 90,43 90,43 90,43 90,43

Ix,eff (cm4) 0,54 0,55 0,55 0,55 0,55 0,55 0,55

Iy,eff 759,64 759,64 759,64 759,64 759,64 759,64 759,64

Iz,eff 738,65 755,19 743,28 743,28 743,28 743,28 743,28

eN,y (cm) 0,25 0,14 -0,22 -0,22 -0,22 -0,22 -0,22



eN,z -0,09 -0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08

-----  
-----  
ESFUERZOS SIMPLES  
-----  
-----

Nt,Rd 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4 487,4  
Nc,Rd 475,3 482,3 477,6 477,6 477,6 477,6 477,6  
Fx / N,Rd 1,4% 0,3% 1,3% 1,3% 1,3% 1,3% 1,3%  
Vc,Rd,y 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7  
Vy / Vc,Rd,y 1,4% 0,3% 1,4% 1,4% 1,4% 1,4% 1,4%  
Vc,Rd,z 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7 140,7  
Vz / Vc,Rd,z 0,8% 0,2% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8%  
Mc,Rd,y 24,7 24,8 24,8 24,8 24,8 24,8 24,8  
My / Mc,Rd,y 3,2% 1,9% 7,5% 7,5% 7,5% 7,5% 7,5%  
Mc,Rd,z 23,4 24,3 23,7 23,7 23,7 23,7 23,7  
Mz / Mc,Rd,z 6,4% 2,3% 12,8% 12,8% 12,8% 12,8% 12,8%  
T,Rd 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4 22,4  
Mx / T,Rd 0,1% 0,0% 0,1% 0,1% 0,1% 0,1% 0,1%

-----  
-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 11,0% 4,4% 21,5% 21,5% 21,5% 21,5% 21,5%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 140,5 140,6 140,5 140,5 140,5 140,5 140,5  
T + Vy 1,4% 0,3% 1,4% 1,4% 1,4% 1,4% 1,4%  
Vp1,T,Rd,z 140,5 140,6 140,5 140,5 140,5 140,5 140,5  
T + Vz 0,8% 0,2% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8% 0,8%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 424,7 --- 426,6 426,6 426,6 426,6 426,6  
Fx / Nb,Rd 1,6% --- 1,5% 1,5% 1,5% 1,5% 1,5%

lambda,red,y 0,407 --- 0,408 0,408 0,408 0,408 0,408  
lambda,red,z 0,407 --- 0,408 0,408 0,408 0,408 0,408  
Ji,y 0,894 --- 0,893 0,893 0,893 0,893 0,893  
Ji,z 0,894 --- 0,893 0,893 0,893 0,893 0,893  
Ncr,y 3015,3 --- 3015,3 3015,3 3015,3 3015,3 3015,3  
Ncr,z 3015,3 --- 3015,3 3015,3 3015,3 3015,3 3015,3

-----  
PANDEO LATERAL  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 3,0 1,1 6,0 6,0 6,0 6,0 6,0

-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 10,1% --- 9,8% 9,8% 9,8% 9,8% 9,8%  
CTE DB SE-A (6.52) 9,1% --- 8,8% 8,8% 8,8% 8,8% 8,8%  
k,y 1,004 --- 1,004 1,004 1,004 1,004 1,004  
k,z 1,004 --- 1,004 1,004 1,004 1,004 1,004  
k,LT 0,998 --- 0,998 0,998 0,998 0,998 0,998  
cm,y 0,429 --- 0,429 0,429 0,429 0,429 0,429  
cm,z 0,401 --- 0,401 0,401 0,401 0,401 0,401  
cm,LT 0,401 --- 0,401 0,401 0,401 0,401 0,401  
N,Ed 6,8 --- 6,4 6,4 6,4 6,4 6,4  
M,Ed,y 1,9 --- 1,9 1,9 1,9 1,9 1,9  
M,Ed,z -3,0 --- -3,0 -3,0 -3,0 -3,0 -3,0

# DIAGONALES

DIAG. 37 ( RHSC-160x80x3 ) l/lb:304cm/304cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,46 Lambda( 0,73; 1,14)  $\beta$ (1,179;1,077)

Cálculo de 2° orden : X: 0,51 Lambda( 0,62; 1,06)  $\beta$ (1,000;1,000)

ALAS CLASE:1 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,074;-0,043) / (+0,000;-0,000) < +0,869

F. por integridad V/H(+0,077;-0,039) / (+0,000;-0,000) < +0,760

F. por apariencia V/H(+0,032;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +1,216

## COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
Vz(kN) %

0 Co 4(2) 0 -1,4 0,0 0,9( 0,9) 0,0( 0,0) 0,0 2,1--> 10,7%

1 Tr 10(1) 0 0,3 -0,0 -0,2( -0,2) -0,0( -0,0) -0,0 -0,5--> 2,5%

2 Mx 4(2) 0 -1,4 0,0 0,9( 0,9) 0,0( 0,0) 0,0 2,1--> 10,7%

3 My 4(2) 304 -1,0 0,0 0,9( 0,9) -0,0( 0,0) 0,0 -2,1--> 10,5%

4 Mz 17(2) 0 -0,3 0,0 0,3( 0,3) 0,1( 0,1) 0,0 0,5--> 3,4%

5 V 4(2) 304 -1,0 0,0 0,9( 0,9) -0,0( 0,0) 0,0 -2,1--> 10,5%

6 Sm 4(2) 0 -1,4 0,0 0,9( 0,9) 0,0( 0,0) 0,0 2,1--> 10,7%

APROVECHAMIENTO 0,11 ( 10,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 1 1 1 1 1 1 1

Alma clase 4 4 4 4 4 4 4

Ax,eff (cm<sup>2</sup>) 13,21 13,21 13,21 13,21 13,33 13,21 13,21

Ay,eff 7,89 7,89 7,89 7,89 7,88 7,89 7,89  
 Az,eff 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29  
 Wx,eff (cm3) 1,32 1,32 1,32 1,32 1,33 1,32 1,32  
 Wy,eff 35,21 35,19 35,21 35,18 35,98 35,18 35,21  
 Wz,eff 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98  
 Ix,eff (cm4) 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40  
 Iy,eff 149,37 149,31 149,37 149,30 151,32 149,30 149,37  
 Iz,eff 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81  
 eN,y (cm) 0,00 -0,00 0,00 -0,00 0,02 -0,00 0,00  
 eN,z 0,24 -0,24 0,24 0,24 0,21 0,24 0,24

-----  
 ESFUERZOS SIMPLES  
 -----

Nt,Rd 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6  
 Nc,Rd 346,0 345,9 346,0 345,9 349,0 345,9 346,0  
 Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,3% 0,1% 0,3% 0,4%  
 Vc,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2  
 Vy / Vc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Vc,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6  
 Vz / Vc,Rd,z 3,0% 0,8% 3,0% 3,0% 0,7% 3,0% 3,0%  
 Mc,Rd,y 9,2 9,2 9,2 9,2 9,4 9,2 9,2  
 My / Mc,Rd,y 9,6% 2,4% 9,6% 10,1% 2,9% 10,1% 9,6%  
 Mc,Rd,z 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2  
 Mz / Mc,Rd,z 0,2% 0,0% 0,2% 0,1% 0,5% 0,1% 0,2%  
 T,Rd 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0  
 Mx / T,Rd 0,1% 0,0% 0,1% 0,1% 0,0% 0,1% 0,1%

-----  
 ESFUERZOS COMBINADOS  
 -----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 N + M 10,1% 2,5% 10,1% 10,5% 3,4% 10,5% 10,1%  
 N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vp1,T,Rd,y 139,1 139,2 139,1 139,1 139,2 139,1 139,1

T + Vy 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vp1,T,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6

T + Vz 3,0% 0,8% 3,0% 3,0% 0,7% 3,0% 3,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 179,9 --- 179,9 179,9 180,6 179,9 179,9

Fx / Nb,Rd 0,8% --- 0,8% 0,5% 0,2% 0,5% 0,8%

lambda,red,y 1,035 --- 1,035 1,035 1,039 1,035 1,035

lambda,red,z 0,606 --- 0,606 0,606 0,609 0,606 0,606

Ji,y 0,520 --- 0,520 0,520 0,517 0,520 0,520

Ji,z 0,782 --- 0,782 0,782 0,780 0,782 0,782

Ncr,y 339,2 --- 339,2 339,2 339,2 339,2 339,2

Ncr,z 989,4 --- 989,4 989,4 989,4 989,4 989,4

-----  
-----  
PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000

lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000

Mcr 0,0 0,0 0,0 0,0 0,1 0,0 0,0

-----  
-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 10,5% --- 10,5% 10,3% 2,5% 10,3% 10,5%

CTE DB SE-A (6.52) 10,7% --- 10,7% 10,5% 2,5% 10,5% 10,7%

k,y 1,005 --- 1,005 1,003 1,001 1,003 1,005

k,z 1,002 --- 1,002 1,001 1,000 1,001 1,002

k,LT 0,997 --- 0,997 0,998 0,999 0,998 0,997

cm,y 0,981 --- 0,981 0,981 0,759 0,981 0,981

cm,z 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 0,400 0,400

cm,LT 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 0,400 0,400

N,Ed 1,4 --- 1,4 1,0 0,3 1,0 1,4

M,Ed,y 0,9 --- 0,9 0,9 0,3 0,9 0,9

M,Ed,z 0,0 --- 0,0 0,0 0,1 0,0 0,0

-----  
-----  
DIAG. 36 ( RHSC-160x80x3 ) l/lb:304cm/304cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,40 Lambda( 0,69; 1,27) B(1,109;1,202)

Cálculo de 2° orden : X: 0,51 Lambda( 0,62; 1,06) B(1,000;1,000)

ALAS CLASE:1 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,137;-0,079) / (+0,000;-0,000) < +0,869

F. por integridad V/H(+0,143;-0,073) / (+0,000;-0,001) < +0,760

F. por apariencia V/H(+0,059;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +1,216

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
Vz(kN) %

-----  
-----  
0 Co 4(2) 0 -0,2 0,0 0,5( -1,0) 0,1( 0,1) 0,0 2,1--> 11,5%

1 Tr 4(2) 304 0,2 0,0 0,6( -1,0) -0,1( 0,1) 0,0 -2,1--> 6,4%

2 Mx 4(2) 0 -0,2 0,0 0,5( -1,0) 0,1( 0,1) 0,0 2,1--> 11,5%

3 My 4(2) 150 -0,0 0,0 -1,0( -1,0) 0,0( 0,1) 0,0 0,0--> 11,4%

4 Mz 17(2) 0 -0,0 -0,0 0,1( -0,2) 0,1( 0,1) 0,1 0,5-->2,2%

5 V 4(2) 304 0,2 0,0 0,6( -1,0) -0,1( 0,1) 0,0 -2,1-->6,4%

6 Sm 4(2) 0 -0,2 0,0 0,5( -1,0) 0,1( 0,1) 0,0 2,1--> 11,5%

-----  
-----  
APROVECHAMIENTO 0,11 ( 11,5%)  
-----  
-----

-----  
-----  
ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)  
-----  
-----

n 0 1 2 3 4 5 6  
-----  
-----

TÉRMINOS DE SECCIÓN  
-----  
-----

Alas clase 1 1 1 1 1 1 1

Alma clase 4 4 4 4 4 4 4

Ax,eff (cm2) 13,26 13,25 13,26 13,20 13,53 13,25 13,26

Ay,eff 7,88 7,88 7,88 7,89 7,88 7,88 7,88

Az,eff 4,29 4,29 4,29 4,29 4,30 4,29 4,29

Wx,eff (cm3) 1,33 1,33 1,33 1,32 1,35 1,33 1,33

Wy,eff 35,51 35,49 35,51 35,13 37,29 35,49 35,51

Wz,eff 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98

Ix,eff (cm4) 0,40 0,40 0,40 0,40 0,41 0,40 0,40

Iy,eff 150,14 150,08 150,14 149,15 154,58 150,08 150,14

Iz,eff 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81

eN,y (cm) 0,01 -0,01 0,01 -0,00 0,04 -0,01 0,01

eN,z 0,23 0,23 0,23 -0,25 0,15 0,23 0,23

-----  
-----  
ESFUERZOS SIMPLES  
-----  
-----

Nt,Rd 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6

Nc,Rd 347,2 347,1 347,2 345,6 354,3 347,1 347,2

Fx / N,Rd 0,1% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0% 0,1%

Vc,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2

Vy / Vc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vc,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6

Vz / Vc,Rd,z 3,0% 3,0% 3,0% 0,0% 0,7% 3,0% 3,0%

Mc,Rd,y 9,3 9,3 9,3 9,2 9,8 9,3 9,3

My / Mc,Rd,y 5,9% 5,9% 5,9% 11,4% 1,5% 5,9% 5,9%

Mc,Rd,z 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2

Mz / Mc,Rd,z 0,4% 0,4% 0,4% 0,0% 0,7% 0,4% 0,4%

T,Rd 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0

Mx / T,Rd 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%



N + M 6,3% 6,4% 6,3% 11,4% 2,2% 6,4% 6,3%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vpl,T,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2  
T + Vy 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vpl,T,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6  
T + Vz 3,0% 3,0% 3,0% 0,0% 0,7% 3,0% 3,0%

-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----

Nb,Rd 180,2 --- 180,2 179,8 181,8 --- 180,2  
Fx / Nb,Rd 0,1% --- 0,1% 0,0% 0,0% --- 0,1%  
lambda,red,y 1,037 --- 1,037 1,034 1,047 --- 1,037  
lambda,red,z 0,607 --- 0,607 0,606 0,613 --- 0,607  
Ji,y 0,519 --- 0,519 0,520 0,513 --- 0,519  
Ji,z 0,781 --- 0,781 0,782 0,778 --- 0,781  
Ncr,y 339,2 --- 339,2 339,2 339,2 --- 339,2  
Ncr,z 989,4 --- 989,4 989,4 989,4 --- 989,4

-----  
PANDEO LATERAL  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 0,1 0,1 0,1 0,0 0,2 0,1 0,1

-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 11,5% --- 11,5% 10,4% 2,1% --- 11,5%  
CTE DB SE-A (6.52) 11,5% --- 11,5% 10,4% 2,1% --- 11,5%  
k,y 1,001 --- 1,001 1,000 1,000 --- 1,001  
k,z 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 --- 1,000  
k,LT 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 --- 1,000  
cm,y 0,996 --- 0,996 0,900 0,827 --- 0,996  
cm,z 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 --- 0,400  
cm,LT 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 --- 0,400  
N,Ed 0,2 --- 0,2 0,0 0,0 --- 0,2

M,Ed,y -1,0 --- -1,0 -1,0 -0,2 ----- 1,0

M,Ed,z 0,1 --- 0,1 0,1 0,1 ----- 0,1

DIAG. 35 ( RHSC-160x80x3 ) l/lb:304cm/304cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,40 Lambda( 0,69; 1,27) B(1,109;1,202)

Cálculo de 2° orden : X: 0,51 Lambda( 0,62; 1,06) B(1,000;1,000)

ALAS CLASE:1 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,164;-0,095) / (+0,000;-0,000) < +0,869

F. por integridad V/H(+0,171;-0,087) / (+0,000;-0,000) < +0,760

F. por apariencia V/H(+0,070;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +1,216

#### COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
Vz(kN) %

0 Co 4(2) 0 -0,2 -0,0 0,4( -1,2) 0,0( -0,0) 0,0 2,1--> 13,2%

1 Tr 4(2) 304 0,2 -0,0 0,4( -1,2) -0,0( -0,0) 0,0 -2,1--> 4,4%

2 Mx 17(2) 0 -0,0 -0,0 0,1( -0,2) 0,1( -0,1) 0,0 0,4--> 2,4%

3 My 4(2) 150 0,0 -0,0 -1,2( -1,2) -0,0( -0,0) 0,0 0,0--> 13,1%

4 Mz 17(2) 304 0,0 -0,0 0,1( -0,2) -0,1( -0,1) 0,0 -0,4--> 1,1%

5 V 4(2) 0 -0,2 -0,0 0,4( -1,2) 0,0( -0,0) 0,0 2,1--> 13,2%

6 Sm 4(2) 0 -0,2 -0,0 0,4( -1,2) 0,0( -0,0) 0,0 2,1--> 13,2%

APROVECHAMIENTO 0,13 ( 13,2%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 1 1 1 1 1 1 1

Alma clase 4 4 4 4 4 4 4

Ax,eff (cm2) 13,21 13,21 13,46 13,20 13,57 13,21 13,21

Ay,eff 7,89 7,89 7,88 7,89 7,88 7,89 7,89

Az,eff 4,29 4,29 4,30 4,29 4,30 4,29 4,29

Wx,eff (cm3) 1,32 1,32 1,35 1,32 1,36 1,32 1,32

Wy,eff 35,23 35,24 36,85 35,12 37,53 35,23 35,23

Wz,eff 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98

Ix,eff (cm4) 0,40 0,40 0,40 0,40 0,41 0,40 0,40

Iy,eff 149,42 149,45 153,51 149,13 155,17 149,42 149,42

Iz,eff 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81

eN,y (cm) 0,00 -0,00 0,03 -0,00 -0,04 0,00 0,00

eN,z 0,24 0,24 0,17 -0,25 0,13 0,24 0,24

-----  
ESFUERZOS SIMPLES  
-----

Nt,Rd 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6

Nc,Rd 346,0 346,1 352,6 345,6 355,3 346,0 346,0

Fx / N,Rd 0,1% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,1%

Vc,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2

Vy / Vc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vc,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6

Vz / Vc,Rd,z 3,0% 3,0% 0,6% 0,0% 0,6% 3,0% 3,0%

Mc,Rd,y 9,2 9,2 9,7 9,2 9,8 9,2 9,2

My / Mc,Rd,y 4,3% 4,2% 1,0% 13,1% 0,7% 4,3% 4,3%

Mc,Rd,z 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2

Mz / Mc,Rd,z 0,1% 0,1% 0,4% 0,0% 0,4% 0,1% 0,1%

T,Rd 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0

Mx / T,Rd 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 4,4% 4,4% 1,4% 13,1% 1,1% 4,4% 4,4%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2  
T + Vy 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6  
T + Vz 3,0% 3,0% 0,6% 0,0% 0,6% 3,0% 3,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 179,9 --- 181,4 --- --- 179,9 179,9  
Fx / Nb,Rd 0,1% --- 0,0% --- --- 0,1% 0,1%  
lambda,red,y 1,035 --- 1,045 --- --- 1,035 1,035  
lambda,red,z 0,606 --- 0,612 --- --- 0,606 0,606  
Ji,y 0,520 --- 0,514 ----- 0,520 0,520  
Ji,z 0,782 --- 0,778 ----- 0,782 0,782  
Ncr,y 339,2 --- 339,2 ----- 339,2 339,2  
Ncr,z 989,4 --- 989,4 ----- 989,4 989,4

-----  
-----  
PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 0,0 0,0 0,1 0,0 0,1 0,0 0,0

-----  
-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 13,1% --- 2,4% --- --- 13,1% 13,1%  
CTE DB SE-A (6.52) 13,2% --- 2,4% --- --- 13,2% 13,2%  
k,y 1,001 --- 1,000 --- --- 1,001 1,001  
k,z 1,000 --- 1,000 --- --- 1,000 1,000  
k,LT 1,000 --- 1,000 --- --- 1,000 1,000  
cm,y 0,997 --- 0,878 --- --- 0,997 0,997  
cm,z 0,400 --- 0,400 --- --- 0,400 0,400  
cm,LT 0,400 --- 0,400 --- --- 0,400 0,400

N,Ed 0,2 --- 0,0 --- --- 0,2 0,2  
M,Ed,y -1,2 --- -0,2 ----- 1,2 -1,2  
M,Ed,z -0,0 --- -0,1 --- --- -0,0 -0,0

DIAG. 34 ( RHSC-160x80x3 ) l/lb:304cm/304cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,40 Lambda( 0,69; 1,27) B(1,109;1,202)

Cálculo de 2° orden : X: 0,51 Lambda( 0,62; 1,06) B(1,000;1,000)

ALAS CLASE:1 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,166;-0,095) / (+0,000;-0,000) < +0,869

F. por integridad V/H(+0,173;-0,088) / (+0,000;-0,000) < +0,760

F. por apariencia V/H(+0,071;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +1,216

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
Vz(kN) %

0 Co 4(2) 0 -0,2 -0,0 0,4( -1,2) -0,0( 0,0) -0,0 2,1--> 13,2%  
1 Tr 4(2) 304 0,2 -0,0 0,4( -1,2) 0,0( 0,0) -0,0 -2,1--> 4,5%  
2 Mx 4(2) 0 -0,2 -0,0 0,4( -1,2) -0,0( 0,0) -0,0 2,1--> 13,2%  
3 My 4(2) 150 0,0 -0,0 -1,2( -1,2) 0,0( 0,0) -0,0 0,0--> 13,2%  
4 Mz 4(2) 304 0,2 -0,0 0,4( -1,2) 0,0( 0,0) -0,0 -2,1--> 4,5%  
5 V 4(2) 304 0,2 -0,0 0,4( -1,2) 0,0( 0,0) -0,0 -2,1--> 4,5%  
6 Sm 4(2) 0 -0,2 -0,0 0,4( -1,2) -0,0( 0,0) -0,0 2,1--> 13,2%

APROVECHAMIENTO 0,13 ( 13,2%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

TÉRMINOS DE SECCIÓN

-----  
-----  
Alas clase 1 1 1 1 1 1 1  
Alma clase 4 4 4 4 4 4 4  
Ax,eff (cm2) 13,26 13,26 13,26 13,20 13,26 13,26 13,26  
Ay,eff 7,88 7,88 7,88 7,89 7,88 7,88 7,88  
Az,eff 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29  
Wx,eff (cm3) 1,33 1,33 1,33 1,32 1,33 1,33 1,33  
Wy,eff 35,53 35,55 35,53 35,12 35,55 35,55 35,53  
Wz,eff 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98  
Ix,eff (cm4) 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40  
Iy,eff 150,18 150,24 150,18 149,13 150,24 150,24 150,18  
Iz,eff 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81  
eN,y (cm) -0,01 0,01 -0,01 -0,00 0,01 0,01 -0,01  
eN,z 0,23 0,23 0,23 -0,25 0,23 0,23 0,23  
-----  
-----

ESFUERZOS SIMPLES

-----  
-----  
Nt,Rd 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6  
Nc,Rd 347,2 347,3 347,2 345,6 347,3 347,3 347,2  
Fx / N,Rd 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,1% 0,1% 0,0%  
Vc,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2  
Vy / Vc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vc,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6  
Vz / Vc,Rd,z 3,0% 3,0% 3,0% 0,0% 3,0% 3,0% 3,0%  
Mc,Rd,y 9,3 9,3 9,3 9,2 9,3 9,3 9,3  
My / Mc,Rd,y 4,1% 4,1% 4,1% 13,2% 4,1% 4,1% 4,1%  
Mc,Rd,z 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2  
Mz / Mc,Rd,z 0,3% 0,3% 0,3% 0,0% 0,3% 0,3% 0,3%  
T,Rd 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0  
Mx / T,Rd 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
-----  
-----

ESFUERZOS COMBINADOS

-----  
-----  
Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 N + M 4,5% 4,5% 4,5% 13,2% 4,5% 4,5% 4,5%  
 N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Vpl,T,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2  
 T + Vy 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Vpl,T,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6  
 T + Vz 3,0% 3,0% 3,0% 0,0% 3,0% 3,0% 3,0%

-----  
 INESTABILIDAD - PANDEO  
 -----

Nb,Rd 180,2 --- 180,2 ----- 180,2  
 Fx / Nb,Rd 0,1% --- 0,1% ----- 0,1%  
 lambda,red,y 1,037 --- 1,037 ----- 1,037  
 lambda,red,z 0,607 --- 0,607 ----- 0,607  
 Ji,y 0,519 --- 0,519 --- --- 0,519  
 Ji,z 0,781 --- 0,781 --- --- 0,781  
 Ncr,y 339,2 --- 339,2 ----- 339,2  
 Ncr,z 989,4 --- 989,4 ----- 989,4

-----  
 PANDEO LATERAL  
 -----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
 lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
 Mcr 0,1 0,1 0,1 0,0 0,1 0,1 0,1

-----  
 COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
 -----

CTE DB SE-A (6.51) 13,2% --- 13,2% ----- 13,2%  
 CTE DB SE-A (6.52) 13,2% --- 13,2% ----- 13,2%  
 k,y 1,001 --- 1,001 ----- 1,001  
 k,z 1,000 --- 1,000 ----- 1,000  
 k,LT 1,000 --- 1,000 ----- 1,000  
 cm,y 0,999 --- 0,999 ----- 0,999

cm,z 0,400 --- 0,400 ----- 0,400  
 cm,LT 0,400 --- 0,400 ----- 0,400  
 N,Ed 0,2 --- 0,2 ----- 0,2  
 M,Ed,y -1,2 --- -1,2 ----- 1,2  
 M,Ed,z 0,0 --- 0,0 ----- 0,0

DIAG. 33 ( RHSC-160x80x3 ) l/lb:304cm/304cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,40 Lambda( 0,69; 1,27) B(1,109;1,202)

Cálculo de 2° orden : X: 0,51 Lambda( 0,62; 1,06) B(1,000;1,000)

ALAS CLASE:1 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,142;-0,082) / (+0,001;-0,000) < +0,869

F. por integridad V/H(+0,148;-0,076) / (+0,001;-0,000) < +0,760

F. por apariencia V/H(+0,061;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +1,216

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
 Vz(kN) %

0 Co 4(2) 0 -0,2 -0,0 0,5( -1,1) -0,1( -0,1) -0,1 2,1--> 11,7%  
 1 Tr 4(2) 304 0,1 -0,0 0,5( -1,1) 0,1( -0,1) -0,1 -2,1--> 6,2%  
 2 Mx 19(2) 0 -0,0 -0,0 0,1( -0,2) 0,0( -0,0) 0,0 0,4--> 1,9%  
 3 My 4(2) 150 -0,1 -0,0 -1,1( -1,1) -0,0( -0,1) -0,1 0,0--> 11,8%  
 4 Mz 4(2) 0 -0,2 -0,0 0,5( -1,1) -0,1( -0,1) -0,1 2,1--> 11,7%  
 5 V 4(2) 304 0,1 -0,0 0,5( -1,1) 0,1( -0,1) -0,1 -2,1--> 6,2%  
 6 Sm 4(2) 150 -0,1 -0,0 -1,1( -1,1) -0,0( -0,1) -0,1 0,0--> 11,8%

APROVECHAMIENTO 0,12 ( 11,8%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6



-----  
-----  
TÉRMINOS DE SECCIÓN  
-----  
-----

Alas clase 1 1 1 1 1 1 1  
Alma clase 4 4 4 4 4 4 4  
Ax,eff (cm2) 13,29 13,28 13,35 13,20 13,29 13,28 13,20  
Ay,eff 7,88 7,88 7,88 7,89 7,88 7,88 7,89  
Az,eff 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29  
Wx,eff (cm3) 1,33 1,33 1,34 1,32 1,33 1,33 1,32  
Wy,eff 35,70 35,65 36,13 35,13 35,70 35,65 35,13  
Wz,eff 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98  
Ix,eff (cm4) 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40  
Iy,eff 150,63 150,49 151,70 149,17 150,63 150,49 149,17  
Iz,eff 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81  
eN,y (cm) -0,02 0,01 0,02 -0,00 -0,02 0,01 -0,00  
eN,z 0,22 0,22 0,20 -0,25 0,22 0,22 -0,25

-----  
-----  
ESFUERZOS SIMPLES  
-----  
-----

Nt,Rd 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6  
Nc,Rd 347,9 347,7 349,6 345,6 347,9 347,7 345,6  
Fx / N,Rd 0,1% 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0%  
Vc,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2  
Vy / Vc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vc,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6  
Vz / Vc,Rd,z 3,0% 3,0% 0,6% 0,0% 3,0% 3,0% 0,0%  
Mc,Rd,y 9,4 9,3 9,5 9,2 9,4 9,3 9,2  
My / Mc,Rd,y 5,5% 5,6% 0,7% 11,7% 5,5% 5,6% 11,7%  
Mc,Rd,z 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2  
Mz / Mc,Rd,z 0,6% 0,5% 0,1% 0,0% 0,6% 0,5% 0,0%  
T,Rd 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0  
Mx / T,Rd 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 6,1% 6,2% 0,8% 11,8% 6,1% 6,2% 11,8%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2  
T + Vy 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6  
T + Vz 3,0% 3,0% 0,6% 0,0% 3,0% 3,0% 0,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 180,3 --- 180,7 179,8 180,3 --- 179,8  
Fx / Nb,Rd 0,1% --- 0,0% 0,0% 0,1% --- 0,0%  
lambda,red,y 1,038 --- 1,040 1,034 1,038 --- 1,034  
lambda,red,z 0,608 --- 0,609 0,606 0,608 --- 0,606  
Ji,y 0,518 --- 0,517 0,520 0,518 --- 0,520  
Ji,z 0,781 --- 0,780 0,782 0,781 --- 0,782  
Ncr,y 339,2 --- 339,2 339,2 339,2 --- 339,2  
Ncr,z 989,4 --- 989,4 989,4 989,4 --- 989,4

-----  
-----  
PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 0,2 0,2 0,0 0,0 0,2 0,2 0,0

-----  
-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 11,7% --- 1,9% 10,8% 11,7% --- 10,8%  
CTE DB SE-A (6.52) 11,7% --- 1,9% 10,8% 11,7% --- 10,8%  
k,y 1,001 --- 1,000 1,000 1,001 --- 1,000  
k,z 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 --- 1,000  
k,LT 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 --- 1,000

cm,y 0,989 --- 0,782 0,900 0,989 --- 0,900  
 cm,z 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 --- 0,400  
 cm,LT 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 --- 0,400  
 N,Ed 0,2 --- 0,0 0,1 0,2 --- 0,1  
 M,Ed,y -1,1 --- -0,2 -1,1 -1,1 ----- 1,1  
 M,Ed,z -0,1 --- -0,0 -0,1 -0,1 ----- 0,1

DIAG. 32 ( RHSC-160x80x3 ) l/lb:304cm/304cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,47 Lambda( 0,68; 1,13) B(1,101;1,066)

Cálculo de 2° orden : X: 0,51 Lambda( 0,62; 1,06) B(1,000;1,000)

ALAS CLASE:1 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,084;-0,049) / (+0,000;-0,000) < +0,869

F. por integridad V/H(+0,088;-0,045) / (+0,000;-0,000) < +0,760

F. por apariencia V/H(+0,036;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +1,216

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
 Vz(kN) %

0 Co 4(2) 0 -1,8 -0,0 0,8( 0,9) -0,0( 0,0) -0,0 2,1--> 10,3%  
 1 Tr 10(1) 0 0,4 -0,0 -0,2( -0,2) 0,0( -0,0) 0,0 -0,5--> 2,4%  
 2 Mx 16(1) 0 -0,4 -0,0 0,2( 0,2) -0,0( -0,0) -0,0 0,4--> 2,1%  
 3 My 4(2) 304 -1,4 -0,0 0,9( 0,9) 0,0( 0,0) -0,0 -2,1--> 10,1%  
 4 Mz 16(1) 0 -0,4 -0,0 0,2( 0,2) -0,0( -0,0) -0,0 0,4--> 2,1%  
 5 V 4(2) 304 -1,4 -0,0 0,9( 0,9) 0,0( 0,0) -0,0 -2,1--> 10,1%  
 6 Sm 4(2) 0 -1,8 -0,0 0,8( 0,9) -0,0( 0,0) -0,0 2,1--> 10,3%

APROVECHAMIENTO 0,10 ( 10,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

-----  
TÉRMINOS DE SECCIÓN  
-----

Alas clase 1 1 1 1 1 1 1

Alma clase 4 4 4 4 4 4 4

Ax,eff (cm2) 13,20 13,20 13,25 13,20 13,25 13,20 13,20

Ay,eff 7,89 7,89 7,88 7,89 7,88 7,89 7,89

Az,eff 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29

Wx,eff (cm3) 1,32 1,32 1,33 1,32 1,33 1,32 1,32

Wy,eff 35,12 35,12 35,50 35,12 35,50 35,12 35,12

Wz,eff 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98

Ix,eff (cm4) 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40

Iy,eff 149,13 149,14 150,11 149,13 150,11 149,13 149,13

Iz,eff 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81

eN,y (cm) 0,00 -0,00 -0,01 -0,00 -0,01 -0,00 0,00

eN,z 0,25 -0,25 0,23 0,25 0,23 0,25 0,25  
-----

ESFUERZOS SIMPLES  
-----

Nt,Rd 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6

Nc,Rd 345,6 345,6 347,1 345,6 347,1 345,6 345,6

Fx / N,Rd 0,5% 0,1% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,5%

Vc,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2

Vy / Vc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vc,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6

Vz / Vc,Rd,z 3,0% 0,8% 0,6% 3,0% 0,6% 3,0% 3,0%

Mc,Rd,y 9,2 9,2 9,3 9,2 9,3 9,2 9,2

My / Mc,Rd,y 9,0% 2,3% 1,8% 9,5% 1,8% 9,5% 9,0%

Mc,Rd,z 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2

Mz / Mc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0%

T,Rd 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0

Mx / T,Rd 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
-----

ESFUERZOS COMBINADOS

-----  
-----  
Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 9,5% 2,4% 2,1% 9,8% 2,1% 9,8% 9,5%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vpl,T,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2  
T + Vy 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vpl,T,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6  
T + Vz 3,0% 0,8% 0,6% 3,0% 0,6% 3,0% 3,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 179,8 --- 167,2 179,8 167,2 179,8 179,8  
Fx / Nb,Rd 1,0% --- 0,2% 0,8% 0,2% 0,8% 1,0%  
lambda,red,y 1,034 --- 1,105 1,034 1,105 1,034 1,034  
lambda,red,z 0,606 --- 0,668 0,606 0,668 0,606 0,606  
Ji,y 0,520 --- 0,482 0,520 0,482 0,520 0,520  
Ji,z 0,782 --- 0,744 0,782 0,744 0,782 0,782  
Ncr,y 339,2 --- 298,6 339,2 298,6 339,2 339,2  
Ncr,z 989,4 --- 816,7 989,4 816,7 989,4 989,4

-----  
-----  
PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

-----  
-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 9,9% --- 2,0% 9,8% 2,0% 9,8% 9,9%  
CTE DB SE-A (6.52) 10,3% --- 2,0% 10,1% 2,0% 10,1% 10,3%  
k,y 1,006 --- 1,001 1,005 1,001 1,005 1,006  
k,z 1,002 --- 1,001 1,002 1,001 1,002 1,002

k,LT 0,997 --- 1,000 0,997 1,000 0,997 0,997  
 cm,y 0,980 --- 0,900 0,980 0,900 0,980 0,980  
 cm,z 0,400 --- 0,900 0,400 0,900 0,400 0,400  
 cm,LT 0,400 --- 0,900 0,400 0,900 0,400 0,400  
 N,Ed 1,8 --- 0,4 1,4 0,4 1,4 1,8  
 M,Ed,y 0,9 --- 0,2 0,9 0,2 0,9 0,9  
 M,Ed,z 0,0 --- -0,0 0,0 -0,0 0,0 0,0

DIAG. 31 ( RHSC-160x80x3 ) l/lb:304cm/304cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,40 Lambda( 0,69; 1,27) B(1,109;1,202)

Cálculo de 2° orden : X: 0,51 Lambda( 0,62; 1,06) B(1,000;1,000)

ALAS CLASE:1 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,142;-0,082) / (+0,000;-0,001) < +0,869

F. por integridad V/H(+0,148;-0,076) / (+0,000;-0,001) < +0,760

F. por apariencia V/H(+0,061;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +1,216

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
 Vz(kN) %

0 Co 4(2) 0 -0,2 0,0 0,5( -1,1) 0,1( 0,1) 0,1 2,1--> 11,7%  
 1 Tr 4(2) 304 0,1 0,0 0,5( -1,1) -0,1( 0,1) 0,1 -2,1--> 6,2%  
 2 Mx 19(2) 0 -0,0 0,0 0,1( -0,2) -0,0( 0,0) -0,0 0,4-->1,9%  
 3 My 4(2) 150 -0,1 0,0 -1,1( -1,1) 0,0( 0,1) 0,1 0,0--> 11,8%  
 4 Mz 4(2) 0 -0,2 0,0 0,5( -1,1) 0,1( 0,1) 0,1 2,1--> 11,7%  
 5 V 4(2) 304 0,1 0,0 0,5( -1,1) -0,1( 0,1) 0,1 -2,1--> 6,2%  
 6 Sm 4(2) 150 -0,1 0,0 -1,1( -1,1) 0,0( 0,1) 0,1 0,0--> 11,8%

APROVECHAMIENTO 0,12 ( 11,8%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 1 1 1 1 1 1 1

Alma clase 4 4 4 4 4 4 4

Ax,eff (cm2) 13,28 13,27 13,35 13,20 13,28 13,27 13,20

Ay,eff 7,88 7,88 7,88 7,89 7,88 7,88 7,89

Az,eff 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29

Wx,eff (cm3) 1,33 1,33 1,34 1,32 1,33 1,33 1,32

Wy,eff 35,69 35,64 36,15 35,13 35,69 35,64 35,13

Wz,eff 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98

Ix,eff (cm4) 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40

Iy,eff 150,59 150,46 151,77 149,17 150,59 150,46 149,17

Iz,eff 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81

eN,y (cm) 0,02 -0,01 -0,02 -0,00 0,02 -0,01 -0,00

eN,z 0,22 0,22 0,20 -0,25 0,22 0,22 -0,25

ESFUERZOS SIMPLES

Nt,Rd 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6

Nc,Rd 347,9 347,7 349,8 345,6 347,9 347,7 345,6

Fx / N,Rd 0,1% 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0%

Vc,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2

Vy / Vc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vc,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6

Vz / Vc,Rd,z 3,0% 3,0% 0,6% 0,0% 3,0% 3,0% 0,0%

Mc,Rd,y 9,3 9,3 9,5 9,2 9,3 9,3 9,2

My / Mc,Rd,y 5,5% 5,6% 0,7% 11,7% 5,5% 5,6% 11,7%

Mc,Rd,z 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2

Mz / Mc,Rd,z 0,6% 0,5% 0,1% 0,0% 0,6% 0,5% 0,0%

T,Rd 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0

Mx / T,Rd 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 6,1% 6,2% 0,8% 11,8% 6,1% 6,2% 11,8%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2  
T + Vy 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6  
T + Vz 3,0% 3,0% 0,6% 0,0% 3,0% 3,0% 0,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 180,3 --- 180,8 179,8 180,3 --- 179,8  
Fx / Nb,Rd 0,1% --- 0,0% 0,0% 0,1% --- 0,0%  
lambda,red,y 1,038 --- 1,040 1,034 1,038 --- 1,034  
lambda,red,z 0,608 --- 0,609 0,606 0,608 --- 0,606  
Ji,y 0,518 --- 0,517 0,520 0,518 --- 0,520  
Ji,z 0,781 --- 0,780 0,782 0,781 --- 0,782  
Ncr,y 339,2 --- 339,2 339,2 339,2 --- 339,2  
Ncr,z 989,4 --- 989,4 989,4 989,4 --- 989,4

-----  
-----  
PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 0,2 0,2 0,0 0,0 0,2 0,2 0,0

-----  
-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 11,7% --- 1,9% 10,8% 11,7% --- 10,8%  
CTE DB SE-A (6.52) 11,7% --- 1,9% 10,8% 11,7% --- 10,8%



k,y 1,001 --- 1,000 1,000 1,001 --- 1,000  
 k,z 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 --- 1,000  
 k,LT 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 --- 1,000  
 cm,y 0,989 --- 0,782 0,900 0,989 --- 0,900  
 cm,z 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 --- 0,400  
 cm,LT 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 --- 0,400  
 N,Ed 0,2 --- 0,0 0,1 0,2 --- 0,1  
 M,Ed,y -1,1 --- -0,2 -1,1 -1,1 ----- 1,1  
 M,Ed,z 0,1 --- 0,0 0,1 0,1 ----- 0,1  
 -----  
 -----

DIAG. 30 ( RHSC-160x80x3 ) 1/lb:304cm/304cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,40 Lambda( 0,69; 1,27) B(1,109;1,202)

Cálculo de 2º orden : X: 0,51 Lambda( 0,62; 1,06) B(1,000;1,000)

ALAS CLASE:1 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,166;-0,095) / (+0,000;-0,000) < +0,869

F. por integridad V/H(+0,173;-0,088) / (+0,000;-0,000) < +0,760

F. por apariencia V/H(+0,071;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +1,216

COMBINACIONES PRINCIPALES

n	TIPO	COMB.	X(cm)	Fx(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	(My1)	Mz(kNm)	(Mz1)	Vy(kN)	Vz(kN)	%
0	Co	4(2)	0	-0,2	0,0	0,4	( -1,2)	0,0	( -0,0)	0,0	2,1-->	13,2%
1	Tr	4(2)	304	0,2	0,0	0,4	( -1,2)	-0,0	( -0,0)	0,0	-2,1-->	4,5%
2	Mx	4(2)	0	-0,2	0,0	0,4	( -1,2)	0,0	( -0,0)	0,0	2,1-->	13,2%
3	My	4(2)	150	0,0	0,0	-1,2	( -1,2)	-0,0	( -0,0)	0,0	0,0-->	13,2%
4	Mz	4(2)	304	0,2	0,0	0,4	( -1,2)	-0,0	( -0,0)	0,0	-2,1-->	4,5%
5	V	4(2)	304	0,2	0,0	0,4	( -1,2)	-0,0	( -0,0)	0,0	-2,1-->	4,5%
6	Sm	4(2)	0	-0,2	0,0	0,4	( -1,2)	0,0	( -0,0)	0,0	2,1-->	13,2%

APROVECHAMIENTO 0,13 ( 13,2%)

-----  
-----  
ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)  
-----  
-----

n 0 1 2 3 4 5 6  
-----  
-----

TÉRMINOS DE SECCIÓN  
-----  
-----

Alas clase 1 1 1 1 1 1 1

Alma clase 4 4 4 4 4 4 4

Ax,eff (cm2) 13,25 13,26 13,25 13,20 13,26 13,26 13,25

Ay,eff 7,88 7,88 7,88 7,89 7,88 7,88 7,88

Az,eff 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29

Wx,eff (cm3) 1,33 1,33 1,33 1,32 1,33 1,33 1,33

Wy,eff 35,51 35,53 35,51 35,12 35,53 35,53 35,51

Wz,eff 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98

Ix,eff (cm4) 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40

Iy,eff 150,13 150,19 150,13 149,13 150,19 150,19 150,13

Iz,eff 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81

eN,y (cm) 0,01 -0,01 0,01 -0,00 -0,01 -0,01 0,01

eN,z 0,23 0,23 0,23 -0,25 0,23 0,23 0,23  
-----  
-----

ESFUERZOS SIMPLES  
-----  
-----

Nt,Rd 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6

Nc,Rd 347,1 347,2 347,1 345,6 347,2 347,2 347,1

Fx / N,Rd 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,1% 0,1% 0,0%

Vc,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2

Vy / Vc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vc,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6

Vz / Vc,Rd,z 3,0% 3,0% 3,0% 0,0% 3,0% 3,0% 3,0%

Mc,Rd,y 9,3 9,3 9,3 9,2 9,3 9,3 9,3

My / Mc,Rd,y 4,1% 4,1% 4,1% 13,2% 4,1% 4,1% 4,1%

Mc,Rd,z 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2

Mz / Mc,Rd,z 0,3% 0,3% 0,3% 0,0% 0,3% 0,3% 0,3%

T,Rd 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0

Mx / T,Rd 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

N + M 4,5% 4,5% 4,5% 13,2% 4,5% 4,5% 4,5%

N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vp1,T,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2

T + Vy 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vp1,T,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6

T + Vz 3,0% 3,0% 3,0% 0,0% 3,0% 3,0% 3,0%

-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----

Nb,Rd 180,2 --- 180,2 ----- 180,2

Ex / Nb,Rd 0,1% --- 0,1% ----- 0,1%

lambda,red,y 1,037 --- 1,037 ----- 1,037

lambda,red,z 0,607 --- 0,607 ----- 0,607

Ji,y 0,519 --- 0,519 --- --- 0,519

Ji,z 0,781 --- 0,781 --- --- 0,781

Ncr,y 339,2 --- 339,2 ----- 339,2

Ncr,z 989,4 --- 989,4 ----- 989,4  
-----

PANDEO LATERAL  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000

lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000

Mcr 0,1 0,1 0,1 0,0 0,1 0,1 0,1  
-----

COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 13,2% --- 13,2% ----- 13,2%  
 CTE DB SE-A (6.52) 13,2% --- 13,2% ----- 13,2%  
 k,y 1,001 --- 1,001 ----- 1,001  
 k,z 1,000 --- 1,000 ----- 1,000  
 k,LT 1,000 --- 1,000 ----- 1,000  
 cm,y 0,999 --- 0,999 ----- 0,999  
 cm,z 0,400 --- 0,400 ----- 0,400  
 cm,LT 0,400 --- 0,400 ----- 0,400  
 N,Ed 0,2 --- 0,2 ----- 0,2  
 M,Ed,y -1,2 --- -1,2 ----- 1,2  
 M,Ed,z -0,0 --- -0,0 ----- 0,0

DIAG. 29 ( RHSC-160x80x3 ) l/lb:304cm/304cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,40 Lambda( 0,69; 1,27) B(1,109;1,202)

Cálculo de 2º orden : X: 0,51 Lambda( 0,62; 1,06) B(1,000;1,000)

ALAS CLASE:1 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,164;-0,095) / (+0,000;-0,000) < +0,869

F. por integridad V/H(+0,171;-0,087) / (+0,000;-0,000) < +0,760

F. por apariencia V/H(+0,070;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +1,216

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
 Vz(kN) %

-----  
 0 Co 4(2) 0 -0,2 0,0 0,4( -1,2) -0,0( 0,0) -0,0 2,1-->13,1%  
 1 Tr 4(2) 304 0,2 0,0 0,4( -1,2) 0,0( 0,0) -0,0 -2,1--> 4,4%  
 2 Mx 17(2) 0 -0,0 0,0 0,1( -0,2) -0,1( 0,1) -0,0 0,4--> 2,4%  
 3 My 4(2) 150 0,0 0,0 -1,2( -1,2) 0,0( 0,0) -0,0 0,0--> 13,1%  
 4 Mz 17(2) 304 0,0 0,0 0,1( -0,2) 0,1( 0,1) -0,0 -0,4--> 1,1%  
 5 V 4(2) 0 -0,2 0,0 0,4( -1,2) -0,0( 0,0) -0,0 2,1--> 13,1%  
 6 Sm 4(2) 0 -0,2 0,0 0,4( -1,2) -0,0( 0,0) -0,0 2,1--> 13,1%

APROVECHAMIENTO 0,13 ( 13,1%)

-----  
-----  
-----  
ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

-----  
-----  
n 0 1 2 3 4 5 6

-----  
-----  
TÉRMINOS DE SECCIÓN

-----  
-----  
Alas clase 1 1 1 1 1 1 1

Alma clase 4 4 4 4 4 4 4

Ax,eff (cm<sup>2</sup>) 13,22 13,22 13,46 13,20 13,55 13,22 13,22

Ay,eff 7,89 7,89 7,88 7,89 7,88 7,89 7,89

Az,eff 4,29 4,29 4,30 4,29 4,30 4,29 4,29

Wx,eff (cm<sup>3</sup>) 1,32 1,32 1,35 1,32 1,35 1,32 1,32

Wy,eff 35,25 35,27 36,87 35,12 37,52 35,25 35,25

Wz,eff 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98

Ix,eff (cm<sup>4</sup>) 0,40 0,40 0,40 0,40 0,41 0,40 0,40

Iy,eff 149,47 149,51 153,55 149,13 155,17 149,47 149,47

Iz,eff 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81

eN,y (cm) -0,00 0,00 -0,03 -0,00 0,05 -0,00 -0,00

eN,z 0,24 0,24 0,16 -0,25 0,14 0,24 0,24

-----  
-----  
ESFUERZOS SIMPLES

-----  
-----  
Nt,Rd 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6

Nc,Rd 346,1 346,2 352,6 345,6 354,8 346,1 346,1

Fx / N,Rd 0,1% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,1%

Vc,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2

Vy / Vc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vc,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6

Vz / Vc,Rd,z 3,0% 3,0% 0,6% 0,0% 0,6% 3,0% 3,0%

Mc,Rd,y 9,2 9,2 9,7 9,2 9,8 9,2 9,2

My / Mc,Rd,y 4,3% 4,2% 1,0% 13,1% 0,7% 4,3% 4,3%

Mc,Rd,z 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2  
Mz / Mc,Rd,z 0,1% 0,1% 0,4% 0,0% 0,4% 0,1% 0,1%  
T,Rd 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0  
Mx / T,Rd 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 4,4% 4,4% 1,4% 13,1% 1,1% 4,4% 4,4%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2  
T + Vy 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6  
T + Vz 3,0% 3,0% 0,6% 0,0% 0,6% 3,0% 3,0%

-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----

Nb,Rd 179,9 --- 181,4 --- --- 179,9 179,9  
Fx / Nb,Rd 0,1% --- 0,0% --- --- 0,1% 0,1%  
lambda,red,y 1,035 --- 1,045 --- --- 1,035 1,035  
lambda,red,z 0,606 --- 0,612 --- --- 0,606 0,606  
Ji,y 0,520 --- 0,514 ----- 0,520 0,520  
Ji,z 0,782 --- 0,778 ----- 0,782 0,782  
Ncr,y 339,2 --- 339,2 ----- 339,2 339,2  
Ncr,z 989,4 --- 989,4 ----- 989,4 989,4

-----  
PANDEO LATERAL  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 0,0 0,0 0,1 0,0 0,1 0,0 0,0

COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO

-----  
 -----  
 CTE DB SE-A (6.51) 13,1% --- 2,4% --- --- 13,1% 13,1%  
 CTE DB SE-A (6.52) 13,1% --- 2,4% --- --- 13,1% 13,1%  
 k,y 1,001 --- 1,000 --- --- 1,001 1,001  
 k,z 1,000 --- 1,000 --- --- 1,000 1,000  
 k,LT 1,000 --- 1,000 --- --- 1,000 1,000  
 cm,y 0,997 --- 0,878 --- --- 0,997 0,997  
 cm,z 0,400 --- 0,400 --- --- 0,400 0,400  
 cm,LT 0,400 --- 0,400 --- --- 0,400 0,400  
 N,Ed 0,2 --- 0,0 --- --- 0,2 0,2  
 M,Ed,y -1,2 --- -0,2 --- --- -1,2 -1,2  
 M,Ed,z 0,0 --- 0,1 --- --- 0,0 0,0  
 -----  
 -----

DIAG. 28 ( RHSC-160x80x3 ) 1/lb:304cm/304cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,40 Lambda( 0,69; 1,27) B(1,109;1,202)

Cálculo de 2° orden : X: 0,51 Lambda( 0,62; 1,06) B(1,000;1,000)

ALAS CLASE:1 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,137;-0,079) / (+0,001;-0,000) < +0,869

F. por integridad V/H(+0,143;-0,073) / (+0,001;-0,000) < +0,760

F. por apariencia V/H(+0,059;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +1,216

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
 Vz(kN) %

-----  
 -----  
 0 Co 4(2) 0 -0,2 -0,0 0,5( -1,0) -0,1( -0,1) -0,0 2,1--> 11,5%  
 1 Tr 4(2) 304 0,2 -0,0 0,6( -1,0) 0,1( -0,1) -0,0 -2,1--> 6,4%  
 2 Mx 4(2) 0 -0,2 -0,0 0,5( -1,0) -0,1( -0,1) -0,0 2,1--> 11,5%  
 3 My 4(2) 150 -0,0 -0,0 -1,0( -1,0) -0,0( -0,1) -0,0 0,0--> 11,4%  
 4 Mz 17(2) 0 -0,0 0,0 0,1( -0,2) -0,1( -0,1) -0,1 0,5-->2,2%  
 5 V 4(2) 304 0,2 -0,0 0,6( -1,0) 0,1( -0,1) -0,0 -2,1-->6,4%

6 Sm 4(2) 0 -0,2 -0,0 0,5( -1,0) -0,1( -0,1) -0,0 2,1--> 11,5%

APROVECHAMIENTO 0,12 ( 11,5%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 1 1 1 1 1 1 1

Alma clase 4 4 4 4 4 4 4

Ax,eff (cm2) 13,26 13,25 13,26 13,20 13,53 13,25 13,26

Ay,eff 7,88 7,88 7,88 7,89 7,88 7,88 7,88

Az,eff 4,29 4,29 4,29 4,29 4,30 4,29 4,29

Wx,eff (cm3) 1,33 1,33 1,33 1,32 1,35 1,33 1,33

Wy,eff 35,52 35,50 35,52 35,13 37,30 35,50 35,52

Wz,eff 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98

Ix,eff (cm4) 0,40 0,40 0,40 0,40 0,41 0,40 0,40

Iy,eff 150,17 150,11 150,17 149,15 154,60 150,11 150,17

Iz,eff 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81

eN,y (cm) -0,01 0,01 -0,01 -0,00 -0,04 0,01 -0,01

eN,z 0,23 0,23 0,23 -0,25 0,15 0,23 0,23

ESFUERZOS SIMPLES

Nt,Rd 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6

Nc,Rd 347,2 347,1 347,2 345,6 354,3 347,1 347,2

Fx / N,Rd 0,1% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0% 0,1%

Vc,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2

Vy / Vc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vc,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6

Vz / Vc,Rd,z 3,0% 3,0% 3,0% 0,0% 0,7% 3,0% 3,0%



Mc,Rd,y 9,3 9,3 9,3 9,2 9,8 9,3 9,3  
My / Mc,Rd,y 5,9% 5,9% 5,9% 11,4% 1,5% 5,9% 5,9%  
Mc,Rd,z 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2  
Mz / Mc,Rd,z 0,4% 0,4% 0,4% 0,0% 0,7% 0,4% 0,4%  
T,Rd 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0  
Mx / T,Rd 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 6,3% 6,4% 6,3% 11,4% 2,2% 6,4% 6,3%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2  
T + Vy 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6  
T + Vz 3,0% 3,0% 3,0% 0,0% 0,7% 3,0% 3,0%

-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----

Nb,Rd 180,2 --- 180,2 179,8 181,8 --- 180,2  
Fx / Nb,Rd 0,1% --- 0,1% 0,0% 0,0% --- 0,1%  
lambda,red,y 1,037 --- 1,037 1,034 1,047 --- 1,037  
lambda,red,z 0,607 --- 0,607 0,606 0,613 --- 0,607  
Ji,y 0,519 --- 0,519 0,520 0,513 --- 0,519  
Ji,z 0,781 --- 0,781 0,782 0,778 --- 0,781  
Ncr,y 339,2 --- 339,2 339,2 339,2 --- 339,2  
Ncr,z 989,4 --- 989,4 989,4 989,4 --- 989,4

-----  
PANDEO LATERAL  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000

Mcr 0,1 0,1 0,1 0,0 0,2 0,1 0,1

-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 11,5% --- 11,5% 10,4% 2,1% ---11,5%

CTE DB SE-A (6.52) 11,5% --- 11,5% 10,4% 2,1% ---11,5%

k,y 1,001 --- 1,001 1,000 1,000 ---1,001

k,z 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 ---1,000

k,LT 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 --- 1,000

cm,y 0,996 --- 0,996 0,900 0,827 --- 0,996

cm,z 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 --- 0,400

cm,LT 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 --- 0,400

N,Ed 0,2 --- 0,2 0,0 0,0 --- 0,2

M,Ed,y -1,0 --- -1,0 -1,0 -0,2 ----- 1,0

M,Ed,z -0,1 --- -0,1 -0,1 -0,1 ----- 0,1  
-----

DIAG. 11 ( RHSC-160x80x3 ) 1/lb:304cm/304cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,46 Lambda( 0,73; 1,14) B(1,179;1,077)

Cálculo de 2º orden : X: 0,51 Lambda( 0,62; 1,06) B(1,000;1,000)

ALAS CLASE:1 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,074;-0,043) / (+0,000;-0,000) < +0,869

F. por integridad V/H(+0,077;-0,039) / (+0,000;-0,000) < +0,760

F. por apariencia V/H(+0,032;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +1,216

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN)  
Vz(kN) %  
-----

0 Co 4(2) 0 -1,4 -0,0 0,9( 0,9) -0,0( -0,0) -0,0 2,1--> 10,7%

1 Tr 10(1) 0 0,3 0,0 -0,2( -0,2) 0,0( 0,0) 0,0 -0,5--> 2,6%

2 Mx 4(2) 0 -1,4 -0,0 0,9( 0,9) -0,0( -0,0) -0,0 2,1--> 10,7%

3 My 4(2) 304 -1,0 -0,0 0,9( 0,9) 0,0( -0,0) -0,0 -2,1--> 10,5%

4 Mz 17(2) 0 -0,3 -0,0 0,3( 0,3) -0,1( -0,1) -0,0 0,5--> 3,4%  
 5 V 4(2) 304 -1,0 -0,0 0,9( 0,9) 0,0( -0,0) -0,0 -2,1--> 10,5%  
 6 Sm 4(2) 0 -1,4 -0,0 0,9( 0,9) -0,0( -0,0) -0,0 2,1--> 10,7%

-----  
 APROVECHAMIENTO 0,11 ( 10,7%)  
 -----

-----  
 ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)  
 -----

n 0 1 2 3 4 5 6  
 -----

TÉRMINOS DE SECCIÓN  
 -----

Alas clase 1 1 1 1 1 1 1  
 Alma clase 4 4 4 4 4 4 4  
 Ax,eff (cm2) 13,21 13,21 13,21 13,21 13,33 13,21 13,21  
 Ay,eff 7,89 7,89 7,89 7,89 7,88 7,89 7,89  
 Az,eff 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29 4,29  
 Wx,eff (cm3) 1,32 1,32 1,32 1,32 1,33 1,32 1,32  
 Wy,eff 35,21 35,19 35,21 35,19 35,98 35,19 35,21  
 Wz,eff 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98 57,98  
 Ix,eff (cm4) 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40  
 Iy,eff 149,38 149,33 149,38 149,31 151,33 149,31 149,38  
 Iz,eff 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81 463,81  
 eN,y (cm) -0,00 0,00 -0,00 0,00 -0,02 0,00 -0,00  
 eN,z 0,24 -0,24 0,24 0,24 0,21 0,24 0,24

-----  
 ESFUERZOS SIMPLES  
 -----

Nt,Rd 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6 361,6  
 Nc,Rd 346,0 345,9 346,0 345,9 349,0 345,9 346,0  
 Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,3% 0,1% 0,3% 0,4%  
 Vc,Rd,y 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2 139,2  
 Vy / Vc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vc,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6  
Vz / Vc,Rd,z 3,0% 0,8% 3,0% 3,0% 0,7% 3,0% 3,0%  
Mc,Rd,y 9,2 9,2 9,2 9,2 9,4 9,2 9,2  
My / Mc,Rd,y 9,6% 2,4% 9,6% 10,1% 2,9% 10,1% 9,6%  
Mc,Rd,z 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2 15,2  
Mz / Mc,Rd,z 0,2% 0,0% 0,2% 0,1% 0,5% 0,1% 0,2%  
T,Rd 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0 11,0  
Mx / T,Rd 0,1% 0,0% 0,1% 0,1% 0,0% 0,1% 0,1%

-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 10,2% 2,6% 10,2% 10,5% 3,4% 10,5% 10,2%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 139,1 139,2 139,1 139,1 139,2 139,1 139,1  
T + Vy 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,z 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6 69,6  
T + Vz 3,0% 0,8% 3,0% 3,0% 0,7% 3,0% 3,0%

-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----

Nb,Rd 179,9 --- 179,9 179,9 180,6 179,9 179,9  
Fx / Nb,Rd 0,8% --- 0,8% 0,5% 0,2% 0,5% 0,8%  
lambda,red,y 1,035 --- 1,035 1,035 1,039 1,035 1,035  
lambda,red,z 0,606 --- 0,606 0,606 0,609 0,606 0,606  
Ji,y 0,520 --- 0,520 0,520 0,517 0,520 0,520  
Ji,z 0,782 --- 0,782 0,782 0,780 0,782 0,782  
Ncr,y 339,2 --- 339,2 339,2 339,2 339,2 339,2  
Ncr,z 989,4 --- 989,4 989,4 989,4 989,4 989,4

-----  
PANDEO LATERAL  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000

lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000

Mcr 0,0 0,0 0,0 0,0 0,1 0,0 0,0

-----  
-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 10,5% --- 10,5% 10,3% 2,5% 10,3%10,5%

CTE DB SE-A (6.52) 10,7% --- 10,7% 10,5% 2,5% 10,5%10,7%

k,y 1,005 --- 1,005 1,003 1,001 1,003 1,005

k,z 1,002 --- 1,002 1,001 1,000 1,001 1,002

k,LT 0,997 --- 0,997 0,998 0,999 0,998 0,997

cm,y 0,982 --- 0,982 0,982 0,758 0,982 0,982

cm,z 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 0,400 0,400

cm,LT 0,400 --- 0,400 0,400 0,400 0,400 0,400

N,Ed 1,4 --- 1,4 1,0 0,3 1,0 1,4

M,Ed,y 0,9 --- 0,9 0,9 0,3 0,9 0,9

M,Ed,z -0,0 --- -0,0 -0,0 -0,1 -0,0 -0,0  
-----  
-----

## LONGITUDINALES

VIGA 27 ( RHSC-200x100x3 ) l/lb:101cm/101cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,81 Lambda( 0,51; 0,56) ß(3,138;2,021)

Cálculo de 2° orden : X: 0,65 Lambda( 0,82; 0,28) ß(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,002;-0,003) / (+0,000;-0,000) < +0,289

F. por integridad V/H(+0,001;-0,003) / (+0,000;-0,000) < +0,252

F. por apariencia V/H(+0,000;-0,002) / (+0,000;+0,000) < +2,000

### COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

-----  
 0 Co 4(2) 0 -1,7 1,0 0,0( 0,0) -2,9( -2,9) -4,2 0,0--> 10,2%

1 Tr 10(1) 0 0,3 -0,2 -0,0( -0,0) 0,5( 0,5) 0,7 -0,0--> 1,8%

2 Mx 4(2) 0 -1,7 1,0 0,0( 0,0) -2,9( -2,9) -4,2 0,0--> 10,2%

3 My 19(2) 0 -0,4 0,2 0,1( 0,1) -0,7( -0,7) -1,1 0,1-->3,6%

4 Mz 4(2) 0 -1,7 1,0 0,0( 0,0) -2,9( -2,9) -4,2 0,0-->10,2%

5 V 4(2) 0 -1,7 1,0 0,0( 0,0) -2,9( -2,9) -4,2 0,0--> 10,2%

6 Sm 4(2) 70 -1,7 1,0 0,0( 0,0) -0,0( -2,9) -4,0 0,0--> 12,4%

-----  
 APROVECHAMIENTO 0,12 ( 12,4%)  
 -----

-----  
 ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)  
 -----

n 0 1 2 3 4 5 6  
 -----  
 -----

TÉRMINOS DE SECCIÓN  
 -----  
 -----

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 3 2 2 4

Ax,eff (cm2) --- --- --- --- --- --- 14,74  
 Ay,eff --- --- --- --- --- --- 9,79  
 Az,eff --- --- --- --- --- --- 5,41  
 Wx,eff (cm3) --- --- --- --- --- --- 1,47  
 Wy,eff --- --- --- --- --- --- 55,26  
 Wz,eff --- --- --- --- --- --- 85,13  
 Ix,eff (cm4) --- --- --- --- --- --- 0,44  
 Iy,eff --- --- --- --- --- --- 277,19  
 Iz,eff --- --- --- --- --- --- 854,48  
 eN,y (cm)----- 0,04  
 eN,z ----- 0,02

-----  
 ESFUERZOS SIMPLES  
 -----

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9  
 Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 386,0  
 Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,4%  
 Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5  
 Vy / Vc,Rd,y 2,4% 0,4% 2,4% 0,6% 2,4% 2,4% 2,3%  
 Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7  
 Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,2% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 16,7 18,4 18,4 14,5  
 My / Mc,Rd,y 0,1% 0,0% 0,1% 0,5% 0,1% 0,1% 0,0%  
 Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 24,2 29,7 29,7 22,3  
 Mz / Mc,Rd,z 9,7% 1,8% 9,7% 3,0% 9,7% 9,7% 0,0%  
 T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3  
 Mx / T,Rd 5,6% 1,4% 5,6% 1,4% 5,6% 5,6% 5,6%

-----  
 ESFUERZOS COMBINADOS  
 -----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 N + M 10,2% 1,8% 10,2% 3,6% 10,2% 10,2% 0,5%

N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vpl,T,Rd,y 165,6 173,0 165,6 173,0 165,6 165,6 165,6  
T + Vy 2,5% 0,4% 2,5% 0,6% 2,5% 2,5% 2,4%  
Vpl,T,Rd,z 82,8 86,5 82,8 86,5 82,8 82,8 82,8  
T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,2% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 296,7 --- 296,7 296,7 296,7 296,7 267,1  
Fx / Nb,Rd 0,6% --- 0,6% 0,1% 0,6% 0,6% 0,6%  
lambda,red,y 0,279 --- 0,279 0,279 0,279 0,279 0,257  
lambda,red,z 0,818 --- 0,818 0,818 0,818 0,818 0,753  
Ji,y 0,960 --- 0,960 0,960 0,960 0,960 0,971  
Ji,z 0,651 --- 0,651 0,651 0,651 0,651 0,692  
Ncr,y 6157,8 --- 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8  
Ncr,z 715,4 --- 715,4 715,4 715,4 715,4 715,4

-----  
-----  
PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 5,7 1,0 5,7 1,5 5,7 5,7 0,0

-----  
-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 9,4% --- 9,4% 3,1% 9,4% 9,4% 12,4%  
CTE DB SE-A (6.52) 5,7% --- 5,7% 2,5% 5,7% 5,7% 9,8%  
k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,000 1,001  
k,z 1,004 --- 1,004 1,001 1,004 1,004 1,003  
k,LT 0,879 --- 0,879 1,000 0,879 0,879 1,000  
cm,y 0,628 --- 0,628 0,400 0,628 0,628 0,628  
cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
N,Ed 1,7 --- 1,7 0,4 1,7 1,7 1,7  
M,Ed,y 0,0 --- 0,0 0,1 0,0 0,0 0,0



M,Ed,z -2,9 --- -2,9 -0,7 -2,9 -2,9 -2,9

VIGA 26 ( RHSC-200x100x3 ) l/lb:100cm/100cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,31 Lambda( 1,53; 0,67) B(9,421;2,443)

Cálculo de 2° orden : X: 0,66 Lambda( 0,81; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:2 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,006;-0,004) / (+0,000;-0,000) < +0,286

F. por integridad V/H(+0,007;-0,003) / (+0,000;-0,000) < +0,250

F. por apariencia V/H(+0,004;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +2,000

#### COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

0 Co 4(2) 0 -1,8 0,4 -0,0( -0,1) -3,0( -3,0) -1,7 0,0--> 10,8%

1 Tr 10(1) 0 0,3 -0,1 0,0( 0,0) 0,6( 0,6) 0,4 -0,0--> 2,0%

2 Mx 4(2) 0 -1,8 0,4 -0,0( -0,1) -3,0( -3,0) -1,7 0,0--> 10,8%

3 My 19(2) 0 -0,4 0,1 -0,1( -0,1) -0,8( -0,8) -0,4 -0,1--> 3,6%

4 Mz 4(2) 0 -1,8 0,4 -0,0( -0,1) -3,0( -3,0) -1,7 0,0-->10,8%

5 V 4(2) 100 -1,8 0,4 -0,1( -0,1) -1,2( -3,0) -1,9 0,0-->9,9%

6 Sm 4(2) 0 -1,8 0,4 -0,0( -0,1) -3,0( -3,0) -1,7 0,0-->10,8%

APROVECHAMIENTO 0,11 ( 10,8%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 3 2 2 2

-----  
-----  
ESFUERZOS SIMPLES  
-----  
-----

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,4%

Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5

Vy / Vc,Rd,y 1,0% 0,2% 1,0% 0,2% 1,0% 1,1% 1,0%

Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7

Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0%

Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 16,7 18,4 18,4 18,4

My / Mc,Rd,y 0,3% 0,0% 0,3% 0,4% 0,3% 0,3% 0,3%

Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 24,2 29,7 29,7 29,7

Mz / Mc,Rd,z 10,1% 1,9% 10,1% 3,1% 10,1% 4,1% 10,1%

T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3

Mx / T,Rd 2,4% 0,6% 2,4% 0,6% 2,4% 2,4% 2,4%

-----  
-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

N + M 10,8% 2,0% 10,8% 3,6% 10,8% 4,8% 10,8%

N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vp1,T,Rd,y 171,2 174,4 171,2 174,5 171,2 171,2 171,2

T + Vy 1,0% 0,2% 1,0% 0,2% 1,0% 1,1% 1,0%

Vp1,T,Rd,z 85,6 87,2 85,6 87,2 85,6 85,6 85,6

T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 299,1 --- 299,1 299,1 299,1 299,1 299,1

Ex / Nb,Rd 0,6% --- 0,6% 0,1% 0,6% 0,6% 0,6%  
lambda,red,y 0,276 --- 0,276 0,276 0,276 0,276 0,276  
lambda,red,z 0,810 --- 0,810 0,810 0,810 0,810 0,810  
Ji,y 0,961 --- 0,961 0,961 0,961 0,961 0,961  
Ji,z 0,656 --- 0,656 0,656 0,656 0,656 0,656  
Ncr,y 6281,5 --- 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5  
Ncr,z 729,8 --- 729,8 729,8 729,8 729,8 729,8

-----  
-----  
PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 6,0 1,1 6,0 1,5 6,0 2,5 6,0

-----  
-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 9,9% --- 9,9% 3,1% 9,9% 9,9% 9,9%  
CTE DB SE-A (6.52) 6,2% --- 6,2% 2,5% 6,2% 6,2% 6,2%  
k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
k,z 1,004 --- 1,004 1,001 1,004 1,004 1,004  
k,LT 0,876 --- 0,876 1,000 0,876 0,876 0,876  
cm,y 0,956 --- 0,956 0,514 0,956 0,956 0,956  
cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
N,Ed 1,8 --- 1,8 0,4 1,8 1,8 1,8  
M,Ed,y -0,1 --- -0,1 -0,1 -0,1 -0,1 -0,1  
M,Ed,z -3,0 --- -3,0 -0,8 -3,0 -3,0 -3,0

-----  
-----  
VIGA 25 ( RHSC-200x100x3 ) 1/lb:101cm/101cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,30 Lambda( 1,54; 0,68) B(9,421;2,443)

Cálculo de 2º orden : X: 0,65 Lambda( 0,82; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:2 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,008;-0,005) / (+0,000;-0,001) < +0,289

F. por integridad V/H(+0,009;-0,004) / (+0,000;-0,001) < +0,252

F. por apariencia V/H(+0,005;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

---

---

0	Co	4(2)	0	-1,8	0,0	-0,1	( -0,1)	-2,5	( -3,0)	0,6	-0,0	-->	9,9%
1	Tr	10(1)	0	0,3	-0,0	0,0	( 0,0)	0,5	( 0,6)	-0,0	0,0	-->	1,7%
2	Mx	4(2)	0	-1,8	0,0	-0,1	( -0,1)	-2,5	( -3,0)	0,6	-0,0	-->	9,9%
3	My	4(2)	0	-1,8	0,0	-0,1	( -0,1)	-2,5	( -3,0)	0,6	-0,0	-->	9,9%
4	Mz	4(2)	101	-1,8	0,0	-0,1	( -0,1)	-3,0	( -3,0)	0,4	-0,0	-->	10,8%
5	V	4(2)	0	-1,8	0,0	-0,1	( -0,1)	-2,5	( -3,0)	0,6	-0,0	-->	9,9%
6	Sm	4(2)	101	-1,8	0,0	-0,1	( -0,1)	-3,0	( -3,0)	0,4	-0,0	-->	10,8%

---

---

APROVECHAMIENTO 0,11 ( 10,8%)

---

---

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

---

---

n 0 1 2 3 4 5 6

---

---

TÉRMINOS DE SECCIÓN

---

---

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 2 2 2 2

---

---

ESFUERZOS SIMPLES

---

---

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,4% 0,4% 0,4%

Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5

Vy / Vc,Rd,y 0,4% 0,0% 0,4% 0,4% 0,2% 0,4% 0,2%  
Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7  
Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4  
My / Mc,Rd,y 0,3% 0,1% 0,3% 0,3% 0,3% 0,3% 0,3%  
Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7  
Mz / Mc,Rd,z 8,3% 1,6% 8,3% 8,3% 10,1% 8,3% 10,1%  
T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3  
Mx / T,Rd 0,1% 0,0% 0,1% 0,1% 0,1% 0,1% 0,1%

-----  
-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 9,1% 1,7% 9,1% 9,1% 10,8% 9,1% 10,8%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 175,2 175,4 175,2 175,2 175,2 175,2 175,2  
T + Vy 0,4% 0,0% 0,4% 0,4% 0,2% 0,4% 0,2%  
Vp1,T,Rd,z 87,6 87,7 87,6 87,6 87,6 87,6 87,6  
T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 296,7 --- 296,7 296,7 296,7 296,7 296,7  
Fx / Nb,Rd 0,6% --- 0,6% 0,6% 0,6% 0,6% 0,6%  
lambda,red,y 0,279 --- 0,279 0,279 0,279 0,279 0,279  
lambda,red,z 0,818 --- 0,818 0,818 0,818 0,818 0,818  
Ji,y 0,960 --- 0,960 0,960 0,960 0,960 0,960  
Ji,z 0,651 --- 0,651 0,651 0,651 0,651 0,651  
Ncr,y 6157,8 --- 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8  
Ncr,z 715,4 --- 715,4 715,4 715,4 715,4 715,4

-----  
-----  
PANDEO LATERAL

```

-----
-----
Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000
Mcr 4,9 0,9 4,9 4,9 6,0 4,9 6,0
-----
-----

```

COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO

```

-----
-----
CTE DB SE-A (6.51) 9,9% --- 9,9% 9,9% 9,9% 9,9% 9,9%
CTE DB SE-A (6.52) 6,2% --- 6,2% 6,2% 6,2% 6,2% 6,2%
k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000
k,z 1,004 --- 1,004 1,004 1,004 1,004 1,004
k,LT 0,879 --- 0,879 0,879 0,879 0,879 0,879
cm,y 0,997 --- 0,997 0,997 0,997 0,997 0,997
cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900
cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900
N,Ed 1,8 --- 1,8 1,8 1,8 1,8 1,8
M,Ed,y -0,1 --- -0,1 -0,1 -0,1 -0,1 -0,1
M,Ed,z -3,0 --- -3,0 -3,0 -3,0 -3,0 -3,0
-----
-----

```

VIGA 24 ( RHSC-200x100x3 ) l/lb:100cm/100cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,31 Lambda( 1,53; 0,67) B(9,421;2,443)

Cálculo de 2º orden : X: 0,66 Lambda( 0,81; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,003;-0,002) / (+0,000;-0,000) < +0,286

F. por integridad V/H(+0,004;-0,002) / (+0,000;-0,000) < +0,250

F. por apariencia V/H(+0,002;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

```

-----
-----
0 Co 4(2) 0 -1,8 -0,4 -0,0( -0,0) 0,4( -2,5) 2,9 -0,0--> 10,0%

```

1 Tr 10(1) 0 0,3 0,1 0,0( 0,0) -0,1( 0,5) -0,5 0,0--> 0,5%  
 2 Mx 4(2) 0 -1,8 -0,4 -0,0( -0,0) 0,4( -2,5) 2,9 -0,0--> 10,0%  
 3 My 19(2) 100 -0,3 -0,1 -0,0( -0,0) -0,6( -0,6) 0,7 0,0-->2,4%  
 4 Mz 4(2) 100 -1,8 -0,4 -0,0( -0,0) -2,5( -2,5) 2,7 -0,0--> 8,8%  
 5 V 4(2) 0 -1,8 -0,4 -0,0( -0,0) 0,4( -2,5) 2,9 -0,0--> 10,0%  
 6 Sm 4(2) 10 -1,8 -0,4 -0,0( -0,0) 0,1( -2,5) 2,9 -0,0--> 10,5%

-----  
 APROVECHAMIENTO 0,11 ( 10,5%)  
 -----  
 -----  
 -----

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)  
 -----  
 -----

n 0 1 2 3 4 5 6  
 -----  
 -----

TÉRMINOS DE SECCIÓN  
 -----  
 -----

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 3 1 3 2 2 3 4

Ax,eff (cm2) ----- 16,22

Ay,eff ----- 9,85

Az,eff ----- 5,43

Wx,eff (cm3) ----- 1,62

Wy,eff ----- 58,58

Wz,eff ----- 87,41

Ix,eff (cm4) ----- 0,49

Iy,eff ----- 301,36

Iz,eff ----- 894,96

eN,y (cm) ----- 0,24

eN,z ----- 0,14  
 -----  
 -----

ESFUERZOS SIMPLES  
 -----  
 -----

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 424,7

Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,4%  
Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5  
Vy / Vc,Rd,y 1,7% 0,3% 1,7% 0,4% 1,6% 1,7% 1,7%  
Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7  
Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mc,Rd,y 16,7 18,4 16,7 18,4 18,4 16,7 15,3  
My / Mc,Rd,y 0,2% 0,0% 0,2% 0,2% 0,1% 0,2% 0,2%  
Mc,Rd,z 24,2 29,7 24,2 29,7 29,7 24,2 22,9  
Mz / Mc,Rd,z 1,4% 0,2% 1,4% 2,1% 8,3% 1,4% 0,3%  
T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3  
Mx / T,Rd 2,1% 0,5% 2,1% 0,5% 2,1% 2,1% 2,1%

-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 2,0% 0,3% 2,0% 2,4% 8,8% 2,0% 0,8%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 171,8 174,6 171,8 174,6 171,8 171,8 171,8  
T + Vy 1,7% 0,3% 1,7% 0,4% 1,6% 1,7% 1,7%  
Vp1,T,Rd,z 85,9 87,3 85,9 87,3 85,9 85,9 85,9  
T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----

Nb,Rd 299,1 --- 299,1 299,1 299,1 299,1 286,1  
Fx / Nb,Rd 0,6% --- 0,6% 0,1% 0,6% 0,6% 0,6%  
lambda,red,y 0,276 --- 0,276 0,276 0,276 0,276 0,266  
lambda,red,z 0,810 --- 0,810 0,810 0,810 0,810 0,782  
Ji,y 0,961 --- 0,961 0,961 0,961 0,961 0,966  
Ji,z 0,656 --- 0,656 0,656 0,656 0,656 0,674  
Ncr,y 6281,5 --- 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5  
Ncr,z 729,8 --- 729,8 729,8 729,8 729,8 729,8



-----  
-----  
PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 0,7 0,1 0,7 1,2 4,9 0,7 0,1  
-----  
-----

COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 10,0% --- 10,0% 2,1% 8,2% 10,0% 10,5%  
CTE DB SE-A (6.52) 7,9% --- 7,9% 1,3% 5,1% 7,9% 8,4%  
k,y 1,001 --- 1,001 1,000 1,000 1,001 1,001  
k,z 1,003 --- 1,003 1,001 1,004 1,003 1,003  
k,LT 1,000 --- 1,000 0,876 0,876 1,000 1,000  
cm,y 0,799 --- 0,799 0,620 0,799 0,799 0,799  
cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
N,Ed 1,8 --- 1,8 0,3 1,8 1,8 1,8  
M,Ed,y -0,0 --- -0,0 -0,0 -0,0 -0,0 -0,0  
M,Ed,z -2,5 --- -2,5 -0,6 -2,5 -2,5 -2,5  
-----  
-----

VIGA 10 ( RHSC-200x100x3 ) l/lb:101cm/101cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,76 Lambda( 0,64; 0,65) B(3,935;2,315)

Cálculo de 2º orden : X: 0,65 Lambda( 0,82; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:3 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,005;-0,009) / (+0,001;-0,000) < +0,289

F. por integridad V/H(+0,005;-0,010) / (+0,001;-0,000) < +0,252

F. por apariencia V/H(+0,000;-0,005) / (+0,000;+0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

-----  
 -----  
 0 Co 4(2) 0 -1,7 -0,9 0,1( 0,1) 5,5( 5,5) 5,2 0,0--> 19,4%  
 1 Tr 10(1) 0 0,3 0,2 -0,0( -0,0) -1,0( -1,0) -0,9 -0,0--> 3,5%  
 2 Mx 4(2) 0 -1,7 -0,9 0,1( 0,1) 5,5( 5,5) 5,2 0,0--> 19,4%  
 3 My 19(2) 0 -0,3 -0,2 0,1( 0,1) 1,4( 1,4) 1,4 0,1-->5,3%  
 4 Mz 4(2) 0 -1,7 -0,9 0,1( 0,1) 5,5( 5,5) 5,2 0,0-->19,4%  
 5 V 4(2) 0 -1,7 -0,9 0,1( 0,1) 5,5( 5,5) 5,2 0,0--> 19,4%  
 6 Sm 4(2) 90 -1,7 -0,9 0,0( 0,1) 0,9( 5,5) 5,0 0,0--> 21,5%  
 -----  
 -----

APROVECHAMIENTO 0,22 ( 21,5%)  
 -----  
 -----

-----  
 -----  
 ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)  
 -----  
 -----

n 0 1 2 3 4 5 6  
 -----  
 -----

TÉRMINOS DE SECCIÓN  
 -----  
 -----

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 2 2 2 3  
 -----  
 -----

ESFUERZOS SIMPLES  
 -----  
 -----

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,4%

Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5

Vy / Vc,Rd,y 3,0% 0,5% 3,0% 0,8% 3,0% 3,0% 2,9%

Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7

Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0%

Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4 16,7

My / Mc,Rd,y 0,5% 0,1% 0,5% 0,5% 0,5% 0,5% 0,3%

Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7 24,2

Mz / Mc,Rd,z 18,6% 3,4% 18,6% 4,8% 18,6% 18,6% 3,7%

T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3

Mx / T,Rd 5,2% 1,3% 5,2% 1,4% 5,2% 5,2% 5,2%

-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

N + M 19,4% 3,5% 19,4% 5,3% 19,4% 19,4% 4,4%

N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vp1,T,Rd,y 166,4 173,2 166,4 173,1 166,4 166,4 166,4

T + Vy 3,1% 0,5% 3,1% 0,8% 3,1% 3,1% 3,0%

Vp1,T,Rd,z 83,2 86,6 83,2 86,6 83,2 83,2 83,2

T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----

Nb,Rd 296,7 --- 296,7 296,7 296,7 296,7 296,7

Fx / Nb,Rd 0,6% --- 0,6% 0,1% 0,6% 0,6% 0,6%

lambda,red,y 0,279 --- 0,279 0,279 0,279 0,279 0,279

lambda,red,z 0,818 --- 0,818 0,818 0,818 0,818 0,818

Ji,y 0,960 --- 0,960 0,960 0,960 0,960 0,960

Ji,z 0,651 --- 0,651 0,651 0,651 0,651 0,651

Ncr,y 6157,8 --- 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8

Ncr,z 715,4 --- 715,4 715,4 715,4 715,4 715,4  
-----

PANDEO LATERAL  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000

lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000

Mcr 11,0 2,0 11,0 2,8 11,0 11,0 1,8  
-----

COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 17,6% --- 17,6% 4,6% 17,6% 17,6% 21,5%  
 CTE DB SE-A (6.52) 10,8% --- 10,8% 2,9% 10,8% 10,8% 17,2%  
 k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,000 1,001  
 k,z 1,004 --- 1,004 1,001 1,004 1,004 1,003  
 k,LT 0,879 --- 0,879 0,879 0,879 0,879 1,000  
 cm,y 0,817 --- 0,817 0,490 0,817 0,817 0,817  
 cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
 cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
 N,Ed 1,7 --- 1,7 0,3 1,7 1,7 1,7  
 M,Ed,y 0,1 --- 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1  
 M,Ed,z 5,5 --- 5,5 1,4 5,5 5,5 5,5

VIGA 19 ( RHSC-200x100x3 ) l/lb:101cm/101cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,81 Lambda( 0,50; 0,56) B(3,043;2,011)

Cálculo de 2º orden : X: 0,65 Lambda( 0,82; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,002;-0,003) / (+0,000;-0,000) < +0,289

F. por integridad V/H(+0,002;-0,003) / (+0,000;-0,000) < +0,252

F. por apariencia V/H(+0,000;-0,002) / (+0,000;+0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

0 Co 4(2) 0 -2,0 -1,0 0,0( 0,0) -3,0( -3,0) -4,2 -0,0--> 10,5%  
 1 Tr 10(1) 0 0,4 0,2 -0,0( -0,0) 0,5( 0,5) 0,7 0,0--> 1,9%  
 2 Mx 4(2) 0 -2,0 -1,0 0,0( 0,0) -3,0( -3,0) -4,2 -0,0--> 10,5%  
 3 My 19(2) 0 -0,5 -0,2 0,1( 0,1) -0,7( -0,7) -1,1 0,1--> 3,6%  
 4 Mz 4(2) 0 -2,0 -1,0 0,0( 0,0) -3,0( -3,0) -4,2 -0,0--> 10,5%  
 5 V 4(2) 0 -2,0 -1,0 0,0( 0,0) -3,0( -3,0) -4,2 -0,0--> 10,5%  
 6 Sm 4(2) 70 -2,0 -1,0 0,0( 0,0) -0,1( -3,0) -4,1 -0,0--> 12,6%

APROVECHAMIENTO 0,13 ( 12,6%)

-----  
-----  
ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

-----  
-----  
n 0 1 2 3 4 5 6

-----  
-----  
TÉRMINOS DE SECCIÓN

-----  
-----  
Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 3 2 2 4

Ax,eff (cm2) ----- 16,39

Ay,eff ----- 9,84

Az,eff ----- 5,43

Wx,eff (cm3) ----- 1,64

Wy,eff ----- 60,24

Wz,eff ----- 86,57

Ix,eff (cm4) ----- 0,49

Iy,eff ----- 305,77

Iz,eff ----- 894,02

eN,y (cm) ----- 0,33

eN,z ----- 0,08

-----  
-----  
ESFUERZOS SIMPLES

-----  
-----  
Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 429,3

Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,5%

Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5

Vy / Vc,Rd,y 2,4% 0,4% 2,4% 0,6% 2,4% 2,4% 2,3%

Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7

Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,2% 0,0% 0,0% 0,0%

Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 16,7 18,4 18,4 15,8

My / Mc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,5% 0,0% 0,0% 0,1%

Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 24,2 29,7 29,7 22,7  
Mz / Mc,Rd,z 10,1% 1,8% 10,1% 3,0% 10,1% 10,1% 0,4%  
T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3  
Mx / T,Rd 5,5% 1,4% 5,5% 0,9% 5,5% 5,5% 5,5%

-----  
-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 10,5% 1,9% 10,5% 3,6% 10,5% 10,5% 1,0%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 165,7 173,0 165,7 174,0 165,7 165,7 165,7  
T + Vy 2,5% 0,4% 2,5% 0,6% 2,5% 2,5% 2,4%  
Vp1,T,Rd,z 82,9 86,5 82,9 87,0 82,9 82,9 82,9  
T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,2% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 296,7 --- 296,7 296,7 296,7 296,7 285,9  
Fx / Nb,Rd 0,7% --- 0,7% 0,2% 0,7% 0,7% 0,7%  
lambda,red,y 0,279 --- 0,279 0,279 0,279 0,279 0,271  
lambda,red,z 0,818 --- 0,818 0,818 0,818 0,818 0,794  
Ji,y 0,960 --- 0,960 0,960 0,960 0,960 0,964  
Ji,z 0,651 --- 0,651 0,651 0,651 0,651 0,666  
Ncr,y 6157,8 --- 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8  
Ncr,z 715,4 --- 715,4 715,4 715,4 715,4 715,4

-----  
-----  
PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 6,0 1,1 6,0 1,5 6,0 6,0 0,2

COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO

-----  
 -----  
 CTE DB SE-A (6.51) 9,8% --- 9,8% 3,1% 9,8% 9,8% 12,6%  
 CTE DB SE-A (6.52) 6,0% --- 6,0% 2,5% 6,0% 6,0% 10,1%  
 k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,000 1,001  
 k,z 1,004 --- 1,004 1,001 1,004 1,004 1,003  
 k,LT 0,879 --- 0,879 1,000 0,879 0,879 1,000  
 cm,y 0,767 --- 0,767 0,400 0,767 0,767 0,767  
 cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
 cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
 N,Ed 2,0 --- 2,0 0,5 2,0 2,0 2,0  
 M,Ed,y 0,0 --- 0,0 0,1 0,0 0,0 0,0  
 M,Ed,z -3,0 --- -3,0 -0,7 -3,0 -3,0 -3,0  
 -----  
 -----

VIGA 18 ( RHSC-200x100x3 ) 1/lb:100cm/100cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,31 Lambda( 1,53; 0,67) B(9,421;2,443)

Cálculo de 2º orden : X: 0,66 Lambda( 0,81; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:2 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,006;-0,004) / (+0,000;-0,000) < +0,286

F. por integridad V/H(+0,007;-0,003) / (+0,000;-0,000) < +0,250

F. por apariencia V/H(+0,004;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

-----  
 -----  
 0 Co 4(2) 0 -1,9 -0,4 -0,1( -0,1) -3,0( -3,0) -1,7 -0,0--> 10,7%  
 1 Tr 10(1) 0 0,4 0,1 0,0( 0,0) 0,6( 0,6) 0,4 0,0--> 2,0%  
 2 Mx 4(2) 0 -1,9 -0,4 -0,1( -0,1) -3,0( -3,0) -1,7 -0,0-->10,7%  
 3 My 19(2) 0 -0,6 -0,1 -0,1( -0,1) -0,7( -0,7) -0,4 -0,1-->3,5%  
 4 Mz 4(2) 0 -1,9 -0,4 -0,1( -0,1) -3,0( -3,0) -1,7 -0,0-->10,7%  
 5 V 4(2) 100 -1,9 -0,4 -0,0( -0,1) -1,2( -3,0) -1,9 -0,0-->9,8%

6 Sm 4(2) 0 -1,9 -0,4 -0,1( -0,1) -3,0( -3,0) -1,7 -0,0--> 10,7%

APROVECHAMIENTO 0,11 ( 10,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 3 2 2 2

ESFUERZOS SIMPLES

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,4%

Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5

Vy / Vc,Rd,y 1,0% 0,2% 1,0% 0,2% 1,0% 1,1% 1,0%

Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7

Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0%

Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 16,7 18,4 18,4 18,4

My / Mc,Rd,y 0,3% 0,1% 0,3% 0,4% 0,3% 0,2% 0,3%

Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 24,2 29,7 29,7 29,7

Mz / Mc,Rd,z 10,0% 1,9% 10,0% 3,0% 10,0% 3,9% 10,0%

T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3

Mx / T,Rd 2,4% 0,6% 2,4% 0,4% 2,4% 2,4% 2,4%

ESFUERZOS COMBINADOS

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%



Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 10,7% 2,0% 10,7% 3,5% 10,7% 4,5% 10,7%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 171,3 174,4 171,3 174,8 171,3 171,3 171,3  
T + Vy 1,0% 0,2% 1,0% 0,2% 1,0% 1,1% 1,0%  
Vp1,T,Rd,z 85,6 87,2 85,6 87,4 85,6 85,6 85,6  
T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 299,1 --- 299,1 299,1 299,1 299,1 299,1  
Fx / Nb,Rd 0,7% --- 0,7% 0,2% 0,7% 0,7% 0,7%  
lambda,red,y 0,276 --- 0,276 0,276 0,276 0,276 0,276  
lambda,red,z 0,810 --- 0,810 0,810 0,810 0,810 0,810  
Ji,y 0,961 --- 0,961 0,961 0,961 0,961 0,961  
Ji,z 0,656 --- 0,656 0,656 0,656 0,656 0,656  
Ncr,y 6281,5 --- 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5  
Ncr,z 729,8 --- 729,8 729,8 729,8 729,8 729,8

-----  
-----  
PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 5,9 1,1 5,9 1,4 5,9 2,3 5,9

-----  
-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 9,8% --- 9,8% 3,1% 9,8% 9,8% 9,8%  
CTE DB SE-A (6.52) 6,1% --- 6,1% 2,5% 6,1% 6,1% 6,1%  
k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
k,z 1,004 --- 1,004 1,001 1,004 1,004 1,004  
k,LT 0,876 --- 0,876 1,000 0,876 0,876 0,876  
cm,y 0,913 --- 0,913 0,494 0,913 0,913 0,913  
cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900

cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900

N,Ed 1,9 --- 1,9 0,6 1,9 1,9 1,9

M,Ed,y -0,1 --- -0,1 -0,1 -0,1 -0,1 -0,1

M,Ed,z -3,0 --- -3,0 -0,7 -3,0 -3,0 -3,0

VIGA 17 ( RHSC-200x100x3 ) l/lb:101cm/101cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,30 Lambda( 1,54; 0,68) B(9,421;2,443)

Cálculo de 2° orden : X: 0,65 Lambda( 0,82; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:2 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,008;-0,005) / (+0,000;-0,001) < +0,289

F. por integridad V/H(+0,009;-0,004) / (+0,000;-0,001) < +0,252

F. por apariencia V/H(+0,005;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +2,000

#### COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

0 Co 4(2) 0 -1,9 -0,0 -0,1( -0,1) -2,5( -3,0) 0,6 -0,0--> 9,9%

1 Tr 10(1) 0 0,4 0,0 0,0( 0,0) 0,5( 0,6) -0,0 0,0--> 1,7%

2 Mx 4(2) 0 -1,9 -0,0 -0,1( -0,1) -2,5( -3,0) 0,6 -0,0-->9,9%

3 My 4(2) 0 -1,9 -0,0 -0,1( -0,1) -2,5( -3,0) 0,6 -0,0-->9,9%

4 Mz 4(2) 101 -1,9 -0,0 -0,1( -0,1) -3,0( -3,0) 0,4 -0,0--> 10,7%

5 V 4(2) 0 -1,9 -0,0 -0,1( -0,1) -2,5( -3,0) 0,6 -0,0--> 9,9%

6 Sm 4(2) 101 -1,9 -0,0 -0,1( -0,1) -3,0( -3,0) 0,4 -0,0--> 10,7%

APROVECHAMIENTO 0,11 ( 10,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

-----  
-----  
TÉRMINOS DE SECCIÓN  
-----  
-----

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 2 2 2 2  
-----  
-----

ESFUERZOS SIMPLES  
-----  
-----

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Ex / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,4% 0,4% 0,4%

Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5

Vy / Vc,Rd,y 0,3% 0,0% 0,3% 0,3% 0,2% 0,3% 0,2%

Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7

Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4

My / Mc,Rd,y 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,3% 0,4% 0,3%

Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7

Mz / Mc,Rd,z 8,3% 1,6% 8,3% 8,3% 10,0% 8,3% 10,0%

T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3

Mx / T,Rd 0,1% 0,0% 0,1% 0,1% 0,1% 0,1% 0,1%  
-----  
-----

ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

N + M 9,1% 1,7% 9,1% 9,1% 10,7% 9,1% 10,7%

N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vpl,T,Rd,y 175,3 175,4 175,3 175,3 175,3 175,3 175,3

T + Vy 0,3% 0,0% 0,3% 0,3% 0,2% 0,3% 0,2%

Vpl,T,Rd,z 87,6 87,7 87,6 87,6 87,6 87,6 87,6

T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
-----  
-----

INESTABILIDAD - PANDEO

-----  
-----  
Nb,Rd 296,7 --- 296,7 296,7 296,7 296,7 296,7  
Fx / Nb,Rd 0,7% --- 0,7% 0,7% 0,7% 0,7% 0,7%  
lambda,red,y 0,279 --- 0,279 0,279 0,279 0,279 0,279  
lambda,red,z 0,818 --- 0,818 0,818 0,818 0,818 0,818  
Ji,y 0,960 --- 0,960 0,960 0,960 0,960 0,960  
Ji,z 0,651 --- 0,651 0,651 0,651 0,651 0,651  
Ncr,y 6157,8 --- 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8  
Ncr,z 715,4 --- 715,4 715,4 715,4 715,4 715,4  
-----  
-----

PANDEO LATERAL

-----  
-----  
Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 4,9 0,9 4,9 4,9 5,9 4,9 5,9  
-----  
-----

COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO

-----  
-----  
CTE DB SE-A (6.51) 9,9% --- 9,9% 9,9% 9,9% 9,9% 9,9%  
CTE DB SE-A (6.52) 6,2% --- 6,2% 6,2% 6,2% 6,2% 6,2%  
k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
k,z 1,004 --- 1,004 1,004 1,004 1,004 1,004  
k,LT 0,879 --- 0,879 0,879 0,879 0,879 0,879  
cm,y 0,975 --- 0,975 0,975 0,975 0,975 0,975  
cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
N,Ed 1,9 --- 1,9 1,9 1,9 1,9 1,9  
M,Ed,y -0,1 --- -0,1 -0,1 -0,1 -0,1 -0,1  
M,Ed,z -3,0 --- -3,0 -3,0 -3,0 -3,0 -3,0  
-----  
-----

VIGA 16 ( RHSC-200x100x3 ) l/lb:100cm/100cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,31 Lambda( 1,53; 0,67) B(9,421;2,443)

Cálculo de 2° orden : X: 0,66 Lambda( 0,81; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,003;-0,002) / (+0,000;-0,000) < +0,286

F. por integridad V/H(+0,004;-0,002) / (+0,000;-0,000) < +0,250

F. por apariencia V/H(+0,002;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

-----  
-----  
0 Co 4(2) 0 -2,0 0,4 -0,0( -0,0) 0,3( -2,5) 2,9 0,0--> 9,9%  
1 Tr 10(1) 0 0,4 -0,1 0,0( 0,0) -0,0( 0,5) -0,5 -0,0--> 0,5%  
2 Mx 4(2) 0 -2,0 0,4 -0,0( -0,0) 0,3( -2,5) 2,9 0,0--> 9,9%  
3 My 19(2) 100 -0,6 0,1 -0,0( -0,0) -0,6( -0,6) 0,6 0,0--> 2,3%  
4 Mz 4(2) 100 -2,0 0,4 -0,0( -0,0) -2,5( -2,5) 2,7 0,0--> 8,8%  
5 V 4(2) 0 -2,0 0,4 -0,0( -0,0) 0,3( -2,5) 2,9 0,0--> 9,9%  
6 Sm 4(2) 10 -2,0 0,4 -0,0( -0,0) 0,0( -2,5) 2,9 0,0--> 10,8%  
-----  
-----

APROVECHAMIENTO 0,11 ( 10,8%)

-----  
-----  
ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

-----  
-----  
TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 3 1 3 2 2 3 4

Ax,eff (cm2) ----- 15,40

Ay,eff ----- 9,80

Az,eff ----- 5,42

Wx,eff (cm3) ----- 1,54

Wy,eff ----- 57,79  
Wz,eff ----- 84,82  
Ix,eff (cm4) ----- 0,46  
Iy,eff ----- 291,32  
Iz,eff ----- 859,45  
eN,y (cm) ----- 0,13  
eN,z ----- 0,04

-----  
-----  
ESFUERZOS SIMPLES  
-----  
-----

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9  
Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 403,3  
Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,5%  
Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5  
Vy / Vc,Rd,y 1,6% 0,3% 1,6% 0,4% 1,5% 1,6% 1,6%  
Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7  
Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mc,Rd,y 16,7 18,4 16,7 18,4 18,4 16,7 15,1  
My / Mc,Rd,y 0,1% 0,0% 0,1% 0,2% 0,1% 0,1% 0,1%  
Mc,Rd,z 24,2 29,7 24,2 29,7 29,7 24,2 22,2  
Mz / Mc,Rd,z 1,4% 0,2% 1,4% 2,0% 8,3% 1,4% 0,2%  
T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3  
Mx / T,Rd 2,1% 0,5% 2,1% 0,3% 2,1% 2,1% 2,1%

-----  
-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 1,9% 0,2% 1,9% 2,3% 8,8% 1,9% 0,7%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 171,8 174,6 171,8 174,9 171,8 171,8 171,8  
T + Vy 1,7% 0,3% 1,7% 0,4% 1,6% 1,7% 1,7%  
Vp1,T,Rd,z 85,9 87,3 85,9 87,5 85,9 85,9 85,9

T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 299,1 --- 299,1 299,1 299,1 299,1 276,7

Ex / Nb,Rd 0,7% --- 0,7% 0,2% 0,7% 0,7% 0,7%

lambda,red,y 0,276 --- 0,276 0,276 0,276 0,276 0,260

lambda,red,z 0,810 --- 0,810 0,810 0,810 0,810 0,762

Ji,y 0,961 --- 0,961 0,961 0,961 0,961 0,970

Ji,z 0,656 --- 0,656 0,656 0,656 0,656 0,686

Ncr,y 6281,5 --- 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5

Ncr,z 729,8 --- 729,8 729,8 729,8 729,8 729,8  
-----  
-----

PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000

lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000

Mcr 0,7 0,1 0,7 1,2 4,9 0,7 0,1  
-----  
-----

COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 9,9% --- 9,9% 2,1% 8,2% 9,9% 10,8%

CTE DB SE-A (6.52) 7,9% --- 7,9% 1,3% 5,0% 7,9% 8,6%

k,y 1,001 --- 1,001 1,000 1,000 1,001 1,001

k,z 1,003 --- 1,003 1,001 1,004 1,003 1,003

k,LT 1,000 --- 1,000 0,876 0,876 1,000 1,000

cm,y 0,772 --- 0,772 0,575 0,772 0,772 0,772

cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900

cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900

N,Ed 2,0 --- 2,0 0,6 2,0 2,0 2,0

M,Ed,y -0,0 --- -0,0 -0,0 -0,0 -0,0 -0,0

M,Ed,z -2,5 --- -2,5 -0,6 -2,5 -2,5 -2,5  
-----  
-----

VIGA 9 ( RHSC-200x100x3 ) 1/lb:101cm/101cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,76 Lambda( 0,62; 0,64) B(3,793;2,302)

Cálculo de 2º orden : X: 0,65 Lambda( 0,82; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,005;-0,009) / (+0,000;-0,000) < +0,289

F. por integridad V/H(+0,005;-0,009) / (+0,001;-0,000) < +0,252

F. por apariencia V/H(+0,000;-0,005) / (+0,000;+0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

0 Co 4(2) 0 -2,0 0,9 0,0( 0,1) 5,5( 5,5) 5,2 -0,0--> 19,0%

1 Tr 10(1) 0 0,4 -0,2 -0,0( -0,0) -1,0( -1,0) -0,9 0,0--> 3,4%

2 Mx 4(2) 0 -2,0 0,9 0,0( 0,1) 5,5( 5,5) 5,2 -0,0--> 19,0%

3 My 4(2) 101 -2,0 0,9 0,1( 0,1) 0,3( 5,5) 5,0 -0,0--> 22,3%

4 Mz 4(2) 0 -2,0 0,9 0,0( 0,1) 5,5( 5,5) 5,2 -0,0--> 19,0%

5 V 4(2) 0 -2,0 0,9 0,0( 0,1) 5,5( 5,5) 5,2 -0,0--> 19,0%

6 Sm 4(2) 101 -2,0 0,9 0,1( 0,1) 0,3( 5,5) 5,0 -0,0--> 22,3%

APROVECHAMIENTO 0,22 ( 22,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 4 2 2 4

Ax,eff (cm2) --- --- --- 17,11 ----- 17,11

Ay,eff --- --- --- 9,78 ----- 9,78



Az,eff --- --- --- 5,45 --- --- 5,45  
 Wx,eff (cm3) --- --- --- 1,71 --- --- 1,71  
 Wy,eff --- --- --- 63,51 --- --- 63,51  
 Wz,eff --- --- --- 88,34 --- --- 88,34  
 Ix,eff (cm4) --- --- --- 0,51 --- --- 0,51  
 Iy,eff --- --- --- 318,23 --- --- 318,23  
 Iz,eff --- --- --- 905,79 --- --- 905,79  
 eN,y (cm) --- --- --- 0,25 --- --- 0,25  
 eN,z --- --- --- 0,05 --- --- 0,05

-----  
 ESFUERZOS SIMPLES  
 -----

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9  
 Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 448,1 455,9 455,9 448,1  
 Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,5% 0,4% 0,4% 0,5%  
 Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5  
 Vy / Vc,Rd,y 2,9% 0,5% 2,9% 2,8% 2,9% 2,9% 2,8%  
 Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7  
 Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 16,6 18,4 18,4 16,6  
 My / Mc,Rd,y 0,2% 0,0% 0,2% 0,5% 0,2% 0,2% 0,5%  
 Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 23,1 29,7 29,7 23,1  
 Mz / Mc,Rd,z 18,4% 3,3% 18,4% 1,4% 18,4% 18,4% 1,4%  
 T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3  
 Mx / T,Rd 5,0% 1,3% 5,0% 5,0% 5,0% 5,0% 5,0%

-----  
 ESFUERZOS COMBINADOS  
 -----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 N + M 19,0% 3,4% 19,0% 2,3% 19,0% 19,0% 2,3%  
 N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Vpl,T,Rd,y 166,6 173,3 166,6 166,6 166,6 166,6 166,6

T + Vy 3,1% 0,5% 3,1% 3,0% 3,1% 3,1% 3,0%  
Vpl,T,Rd,z 83,3 86,6 83,3 83,3 83,3 83,3 83,3  
T + Vz 0,1% 0,0% 0,1% 0,1% 0,1% 0,1% 0,1%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 296,7 --- 296,7 293,6 296,7 296,7 293,6  
Fx / Nb,Rd 0,7% --- 0,7% 0,7% 0,7% 0,7% 0,7%  
lambda,red,y 0,279 --- 0,279 0,276 0,279 0,279 0,276  
lambda,red,z 0,818 --- 0,818 0,811 0,818 0,818 0,811  
Ji,y 0,960 --- 0,960 0,961 0,960 0,960 0,961  
Ji,z 0,651 --- 0,651 0,655 0,651 0,651 0,655  
Ncr,y 6157,8 --- 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8  
Ncr,z 715,4 --- 715,4 715,4 715,4 715,4 715,4

-----  
-----  
PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 10,9 2,0 10,9 0,6 10,9 10,9 0,6

-----  
-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 17,5% --- 17,5% 22,3% 17,5% 17,5% 22,3%  
CTE DB SE-A (6.52) 10,8% --- 10,8% 17,8% 10,8% 10,8% 17,8%  
k,y 1,000 --- 1,000 1,001 1,000 1,000 1,001  
k,z 1,004 --- 1,004 1,003 1,004 1,004 1,003  
k,LT 0,879 --- 0,879 1,000 0,879 0,879 1,000  
cm,y 0,778 --- 0,778 0,778 0,778 0,778 0,778  
cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
N,Ed 2,0 --- 2,0 2,0 2,0 2,0 2,0  
M,Ed,y 0,1 --- 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1  
M,Ed,z 5,5 --- 5,5 5,5 5,5 5,5 5,5

VIGA 23 ( RHSC-200x100x3 ) l/lb:101cm/101cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,76 Lambda( 0,64; 0,65) B(3,935;2,315)

Cálculo de 2° orden : X: 0,65 Lambda( 0,82; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:3 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,005;-0,009) / (+0,001;-0,000) < +0,289

F. por integridad V/H(+0,005;-0,009) / (+0,001;-0,000) < +0,252

F. por apariencia V/H(+0,000;-0,005) / (+0,000;+0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

n	TIPO	COMB.	X(cm)	Fx(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	(My1)	Mz(kNm)	(Mz1)	Vy(kN)	Vz(kN)	%
0	Co	4(2)	0	-1,7	0,9	0,1( 0,1)	-5,5( -5,5)	-5,2	0,0-->	19,3%		
1	Tr	10(1)	0	0,3	-0,2	-0,0( -0,0)	1,0( 1,0)	0,9	-0,0-->	3,5%		
2	Mx	4(2)	0	-1,7	0,9	0,1( 0,1)	-5,5( -5,5)	-5,2	0,0-->	19,3%		
3	My	19(2)	0	-0,3	0,2	0,1( 0,1)	-1,4( -1,4)	-1,4	0,1-->	5,3%		
4	Mz	4(2)	0	-1,7	0,9	0,1( 0,1)	-5,5( -5,5)	-5,2	0,0-->	19,3%		
5	V	4(2)	0	-1,7	0,9	0,1( 0,1)	-5,5( -5,5)	-5,2	0,0-->	19,3%		
6	Sm	4(2)	90	-1,7	0,9	0,0( 0,1)	-0,9( -5,5)	-5,0	0,0-->	21,4%		

APROVECHAMIENTO 0,21 ( 21,4%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 2 2 2 3

-----  
-----  
ESFUERZOS SIMPLES  
-----  
-----

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9  
Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9  
Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,4%  
Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5  
Vy / Vc,Rd,y 3,0% 0,5% 3,0% 0,8% 3,0% 3,0% 2,9%  
Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7  
Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4 16,7  
My / Mc,Rd,y 0,5% 0,1% 0,5% 0,5% 0,5% 0,5% 0,3%  
Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7 24,2  
Mz / Mc,Rd,z 18,5% 3,4% 18,5% 4,8% 18,5% 18,5% 3,6%  
T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3  
Mx / T,Rd 5,2% 1,3% 5,2% 1,4% 5,2% 5,2% 5,2%

-----  
-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 19,3% 3,5% 19,3% 5,3% 19,3% 19,3% 4,3%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vpl,T,Rd,y 166,4 173,2 166,4 173,1 166,4 166,4 166,4  
T + Vy 3,1% 0,5% 3,1% 0,8% 3,1% 3,1% 3,0%  
Vpl,T,Rd,z 83,2 86,6 83,2 86,6 83,2 83,2 83,2  
T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 296,7 --- 296,7 296,7 296,7 296,7 296,7  
Fx / Nb,Rd 0,6% --- 0,6% 0,1% 0,6% 0,6% 0,6%  
lambda,red,y 0,279 --- 0,279 0,279 0,279 0,279 0,279

lambda,red,z 0,818 --- 0,818 0,818 0,818 0,818 0,818

Ji,y 0,960 --- 0,960 0,960 0,960 0,960 0,960

Ji,z 0,651 --- 0,651 0,651 0,651 0,651 0,651

Ncr,y 6157,8 --- 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8

Ncr,z 715,4 --- 715,4 715,4 715,4 715,4 715,4

-----  
PANDEO LATERAL  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000

lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000

Mcr 11,0 2,0 11,0 2,8 11,0 11,0 1,8

-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 17,5% --- 17,5% 4,5% 17,5% 17,5% 21,4%

CTE DB SE-A (6.52) 10,8% --- 10,8% 2,9% 10,8% 10,8% 17,2%

k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,000 1,001

k,z 1,004 --- 1,004 1,001 1,004 1,004 1,003

k,LT 0,879 --- 0,879 0,879 0,879 0,879 1,000

cm,y 0,808 --- 0,808 0,488 0,808 0,808 0,808

cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900

cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900

N,Ed 1,7 --- 1,7 0,3 1,7 1,7 1,7

M,Ed,y 0,1 --- 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1

M,Ed,z -5,5 --- -5,5 -1,4 -5,5 -5,5 -5,5

-----  
VIGA 22 ( RHSC-200x100x3 ) l/lb:100cm/100cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,31 Lambda( 1,53; 0,67) B(9,421;2,443)

Cálculo de 2º orden : X: 0,66 Lambda( 0,81; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,003;-0,002) / (+0,000;-0,000) < +0,286

F. por integridad V/H(+0,004;-0,002) / (+0,000;-0,000) < +0,250

F. por apariencia V/H(+0,002;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

-----  
-----  
0 Co 4(2) 0 -1,8 0,4 -0,0( -0,0) -2,5( -2,5) -2,7 0,0--> 8,8%  
1 Tr 10(1) 0 0,3 -0,1 0,0( 0,0) 0,5( 0,5) 0,6 -0,0--> 1,7%  
2 Mx 4(2) 0 -1,8 0,4 -0,0( -0,0) -2,5( -2,5) -2,7 0,0--> 8,8%  
3 My 19(2) 0 -0,3 0,1 -0,0( -0,0) -0,6( -0,6) -0,6 -0,0--> 2,4%  
4 Mz 4(2) 0 -1,8 0,4 -0,0( -0,0) -2,5( -2,5) -2,7 0,0--> 8,8%  
5 V 4(2) 100 -1,8 0,4 -0,0( -0,0) 0,3( -2,5) -2,9 0,0--> 10,0%  
6 Sm 4(2) 90 -1,8 0,4 -0,0( -0,0) 0,0( -2,5) -2,9 0,0--> 10,6%  
-----  
-----

APROVECHAMIENTO 0,11 ( 10,6%)

-----  
-----  
ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

-----  
-----  
n 0 1 2 3 4 5 6

-----  
-----  
TÉRMINOS DE SECCIÓN

-----  
-----  
Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 2 2 3 4

Ax,eff (cm2) ----- 15,93

Ay,eff ----- 9,84

Az,eff ----- 5,43

Wx,eff (cm3) ----- 1,59

Wy,eff ----- 57,78

Wz,eff ----- 87,22

Ix,eff (cm4) ----- 0,48

Iy,eff ----- 296,42

Iz,eff ----- 888,90

eN,y (cm)----- 0,19

eN,z ----- 0,13

-----  
ESFUERZOS SIMPLES  
-----

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 417,3

Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,4%

Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5

Vy / Vc,Rd,y 1,6% 0,3% 1,6% 0,4% 1,6% 1,7% 1,6%

Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7

Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4 16,7 15,1

My / Mc,Rd,y 0,1% 0,0% 0,1% 0,2% 0,1% 0,2% 0,2%

Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7 24,2 22,8

Mz / Mc,Rd,z 8,3% 1,6% 8,3% 2,1% 8,3% 1,4% 0,2%

T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3

Mx / T,Rd 2,1% 0,5% 2,1% 0,5% 2,1% 2,1% 2,1%

-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

N + M 8,8% 1,7% 8,8% 2,4% 8,8% 2,0% 0,8%

N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vp1,T,Rd,y 171,8 174,6 171,8 174,6 171,8 171,8 171,8

T + Vy 1,6% 0,3% 1,6% 0,4% 1,6% 1,7% 1,7%

Vp1,T,Rd,z 85,9 87,3 85,9 87,3 85,9 85,9 85,9

T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----

Nb,Rd 299,1 --- 299,1 299,1 299,1 299,1 282,9

Ex / Nb,Rd 0,6% --- 0,6% 0,1% 0,6% 0,6% 0,6%  
lambda,red,y 0,276 --- 0,276 0,276 0,276 0,276 0,264  
lambda,red,z 0,810 --- 0,810 0,810 0,810 0,810 0,775  
Ji,y 0,961 --- 0,961 0,961 0,961 0,961 0,967  
Ji,z 0,656 --- 0,656 0,656 0,656 0,656 0,678  
Ncr,y 6281,5 --- 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5  
Ncr,z 729,8 --- 729,8 729,8 729,8 729,8 729,8

-----  
PANDEO LATERAL  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 5,0 0,9 5,0 1,2 5,0 0,7 0,1

-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 8,2% --- 8,2% 2,1% 8,2% 10,0% 10,6%  
CTE DB SE-A (6.52) 5,1% --- 5,1% 1,3% 5,1% 7,9% 8,4%  
k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,001 1,001  
k,z 1,004 --- 1,004 1,001 1,004 1,003 1,003  
k,LT 0,876 --- 0,876 0,876 0,876 1,000 1,000  
cm,y 0,821 --- 0,821 0,618 0,821 0,821 0,821  
cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
N,Ed 1,8 --- 1,8 0,3 1,8 1,8 1,8  
M,Ed,y -0,0 --- -0,0 -0,0 -0,0 -0,0 -0,0  
M,Ed,z -2,5 --- -2,5 -0,6 -2,5 -2,5 -2,5

-----  
VIGA 21 ( RHSC-200x100x3 ) 1/lb:101cm/101cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,30 Lambda( 1,54; 0,68) B(9,421;2,443)

Cálculo de 2º orden : X: 0,65 Lambda( 0,82; 0,28) B(5,000;1,000)



ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:2 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,008;-0,005) / (+0,000;-0,001) < +0,289

F. por integridad V/H(+0,009;-0,004) / (+0,000;-0,001) < +0,252

F. por apariencia V/H(+0,005;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

0 Co 4(2) 0 -1,8 -0,0 -0,1( -0,1) -3,0( -3,0) -0,4 -0,0--> 10,8%

1 Tr 10(1) 0 0,3 0,0 0,0( 0,0) 0,6( 0,6) 0,1 0,0--> 2,0%

2 Mx 4(2) 0 -1,8 -0,0 -0,1( -0,1) -3,0( -3,0) -0,4 -0,0--> 10,8%

3 My 4(2) 0 -1,8 -0,0 -0,1( -0,1) -3,0( -3,0) -0,4 -0,0--> 10,8%

4 Mz 4(2) 0 -1,8 -0,0 -0,1( -0,1) -3,0( -3,0) -0,4 -0,0--> 10,8%

5 V 4(2) 101 -1,8 -0,0 -0,1( -0,1) -2,5( -3,0) -0,6 -0,0-->9,9%

6 Sm 4(2) 0 -1,8 -0,0 -0,1( -0,1) -3,0( -3,0) -0,4 -0,0-->10,8%

APROVECHAMIENTO 0,11 ( 10,8%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 2 2 2 2

ESFUERZOS SIMPLES

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,4% 0,4% 0,4%

Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5

Vy / Vc,Rd,y 0,2% 0,1% 0,2% 0,2% 0,2% 0,3% 0,2%  
Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7  
Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4  
My / Mc,Rd,y 0,3% 0,1% 0,3% 0,3% 0,3% 0,3% 0,3%  
Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7  
Mz / Mc,Rd,z 10,1% 1,9% 10,1% 10,1% 10,1% 8,3% 10,1%  
T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3  
Mx / T,Rd 0,1% 0,0% 0,1% 0,1% 0,1% 0,1% 0,1%

-----  
-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 10,8% 2,0% 10,8% 10,8% 10,8% 9,1% 10,8%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 175,2 175,4 175,2 175,2 175,2 175,2 175,2  
T + Vy 0,2% 0,1% 0,2% 0,2% 0,2% 0,3% 0,2%  
Vp1,T,Rd,z 87,6 87,7 87,6 87,6 87,6 87,6 87,6  
T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 296,7 --- 296,7 296,7 296,7 296,7 296,7  
Fx / Nb,Rd 0,6% --- 0,6% 0,6% 0,6% 0,6% 0,6%  
lambda,red,y 0,279 --- 0,279 0,279 0,279 0,279 0,279  
lambda,red,z 0,818 --- 0,818 0,818 0,818 0,818 0,818  
Ji,y 0,960 --- 0,960 0,960 0,960 0,960 0,960  
Ji,z 0,651 --- 0,651 0,651 0,651 0,651 0,651  
Ncr,y 6157,8 --- 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8  
Ncr,z 715,4 --- 715,4 715,4 715,4 715,4 715,4

-----  
-----  
PANDEO LATERAL

```

-----
-----
Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000
Mcr 6,0 1,1 6,0 6,0 6,0 4,9 6,0
-----
-----

```

COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO

```

-----
-----
CTE DB SE-A (6.51) 9,9% --- 9,9% 9,9% 9,9% 9,9% 9,9%
CTE DB SE-A (6.52) 6,2% --- 6,2% 6,2% 6,2% 6,2% 6,2%
k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000
k,z 1,004 --- 1,004 1,004 1,004 1,004 1,004
k,LT 0,879 --- 0,879 0,879 0,879 0,879 0,879
cm,y 0,989 --- 0,989 0,989 0,989 0,989 0,989
cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900
cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900
N,Ed 1,8 --- 1,8 1,8 1,8 1,8 1,8
M,Ed,y -0,1 --- -0,1 -0,1 -0,1 -0,1 -0,1
M,Ed,z -3,0 --- -3,0 -3,0 -3,0 -3,0 -3,0
-----
-----

```

VIGA 20 ( RHSC-200x100x3 ) l/lb:100cm/100cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,31 Lambda( 1,53; 0,67) B(9,421;2,443)

Cálculo de 2º orden : X: 0,66 Lambda( 0,81; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:2 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,006;-0,004) / (+0,000;-0,000) < +0,286

F. por integridad V/H(+0,007;-0,003) / (+0,000;-0,000) < +0,250

F. por apariencia V/H(+0,004;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

```

-----
-----
0 Co 4(2) 0 -1,8 -0,4 -0,1( -0,1) -1,2( -3,0) 1,9 -0,0--> 9,9%

```

1 Tr 10(1) 0 0,3 0,1 0,0( 0,0) 0,2( 0,6) -0,3 0,0--> 0,9%

2 Mx 4(2) 0 -1,8 -0,4 -0,1( -0,1) -1,2( -3,0) 1,9 -0,0--> 9,9%

3 My 19(2) 100 -0,4 -0,1 -0,1( -0,1) -0,8( -0,8) 0,4 0,1--> 3,6%

4 Mz 4(2) 100 -1,8 -0,4 -0,0( -0,1) -3,0( -3,0) 1,7 -0,0--> 10,7%

5 V 4(2) 0 -1,8 -0,4 -0,1( -0,1) -1,2( -3,0) 1,9 -0,0--> 9,9%

6 Sm 4(2) 100 -1,8 -0,4 -0,0( -0,1) -3,0( -3,0) 1,7 -0,0--> 10,7%

-----  
 -----  
 APROVECHAMIENTO 0,11 ( 10,7%)  
 -----  
 -----

-----  
 -----  
 ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)  
 -----  
 -----

n 0 1 2 3 4 5 6  
 -----  
 -----

TÉRMINOS DE SECCIÓN  
 -----  
 -----

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 3 2 2 2  
 -----  
 -----

ESFUERZOS SIMPLES  
 -----  
 -----

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,4%

Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5

Vy / Vc,Rd,y 1,1% 0,2% 1,1% 0,2% 1,0% 1,1% 1,0%

Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7

Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0%

Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 16,7 18,4 18,4 18,4

My / Mc,Rd,y 0,3% 0,1% 0,3% 0,4% 0,3% 0,3% 0,3%

Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 24,2 29,7 29,7 29,7

Mz / Mc,Rd,z 4,1% 0,8% 4,1% 3,1% 10,1% 4,1% 10,1%

T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3

Mx / T,Rd 2,4% 0,6% 2,4% 0,6% 2,4% 2,4% 2,4%

-----  
-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 4,8% 0,9% 4,8% 3,6% 10,7% 4,8% 10,7%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 171,2 174,4 171,2 174,5 171,2 171,2 171,2  
T + Vy 1,1% 0,2% 1,1% 0,2% 1,0% 1,1% 1,0%  
Vp1,T,Rd,z 85,6 87,2 85,6 87,2 85,6 85,6 85,6  
T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 299,1 --- 299,1 299,1 299,1 299,1 299,1  
Fx / Nb,Rd 0,6% --- 0,6% 0,1% 0,6% 0,6% 0,6%  
lambda,red,y 0,276 --- 0,276 0,276 0,276 0,276 0,276  
lambda,red,z 0,810 --- 0,810 0,810 0,810 0,810 0,810  
Ji,y 0,961 --- 0,961 0,961 0,961 0,961 0,961  
Ji,z 0,656 --- 0,656 0,656 0,656 0,656 0,656  
Ncr,y 6281,5 --- 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5  
Ncr,z 729,8 --- 729,8 729,8 729,8 729,8 729,8

-----  
-----  
PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 2,4 0,5 2,4 1,5 6,0 2,4 6,0

-----  
-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 9,9% --- 9,9% 3,1% 9,9% 9,9% 9,9%  
CTE DB SE-A (6.52) 6,2% --- 6,2% 2,5% 6,2% 6,2% 6,2%

k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
 k,z 1,004 --- 1,004 1,001 1,004 1,004 1,004  
 k,LT 0,876 --- 0,876 1,000 0,876 0,876 0,876  
 cm,y 0,941 --- 0,941 0,514 0,941 0,941 0,941  
 cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
 cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
 N,Ed 1,8 --- 1,8 0,4 1,8 1,8 1,8  
 M,Ed,y -0,1 --- -0,1 -0,1 -0,1 -0,1 -0,1  
 M,Ed,z -3,0 --- -3,0 -0,8 -3,0 -3,0 -3,0

---

VIGA 8 ( RHSC-200x100x3 ) l/lb:101cm/101cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,81 Lambda( 0,51; 0,56)  $\beta$ (3,138;2,021)

Cálculo de 2º orden : X: 0,65 Lambda( 0,82; 0,28)  $\beta$ (5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,002;-0,003) / (+0,000;-0,000) < +0,289

F. por integridad V/H(+0,001;-0,003) / (+0,000;-0,000) < +0,252

F. por apariencia V/H(+0,000;-0,002) / (+0,000;+0,000) < +2,000

#### COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

0 Co 4(2) 0 -1,7 -1,0 0,0( 0,0) 2,9( 2,9) 4,2 0,0--> 10,3%

1 Tr 10(1) 0 0,3 0,2 -0,0( -0,0) -0,5( -0,5) -0,7 -0,0--> 1,9%

2 Mx 4(2) 0 -1,7 -1,0 0,0( 0,0) 2,9( 2,9) 4,2 0,0--> 10,3%

3 My 19(2) 0 -0,4 -0,2 0,1( 0,1) 0,7( 0,7) 1,1 0,1-->3,7%

4 Mz 4(2) 0 -1,7 -1,0 0,0( 0,0) 2,9( 2,9) 4,2 0,0-->10,3%

5 V 4(2) 0 -1,7 -1,0 0,0( 0,0) 2,9( 2,9) 4,2 0,0--> 10,3%

6 Sm 4(2) 70 -1,7 -1,0 0,0( 0,0) 0,0( 2,9) 4,0 0,0--> 12,5%

APROVECHAMIENTO 0,13 ( 12,5%)

-----  
-----  
ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)  
-----  
-----

n 0 1 2 3 4 5 6  
-----  
-----

TÉRMINOS DE SECCIÓN  
-----  
-----

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 3 2 2 4

Ax,eff (cm2) ----- 15,25

Ay,eff ----- 9,79

Az,eff ----- 5,42

Wx,eff (cm3) ----- 1,52

Wy,eff ----- 57,37

Wz,eff ----- 84,64

Ix,eff (cm4) ----- 0,46

Iy,eff ----- 288,68

Iz,eff ----- 856,19

eN,y (cm) ----- 0,12

eN,z ----- 0,03  
-----  
-----

ESFUERZOS SIMPLES  
-----  
-----

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 399,4

Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,4%

Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5

Vy / Vc,Rd,y 2,4% 0,4% 2,4% 0,6% 2,4% 2,4% 2,3%

Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7

Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,2% 0,0% 0,0% 0,0%

Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 16,7 18,4 18,4 15,0

My / Mc,Rd,y 0,1% 0,0% 0,1% 0,5% 0,1% 0,1% 0,1%

Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 24,2 29,7 29,7 22,2

Mz / Mc,Rd,z 9,8% 1,8% 9,8% 3,1% 9,8% 9,8% 0,1%

T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3

Mx / T,Rd 5,6% 1,4% 5,6% 1,4% 5,6% 5,6% 5,6%

-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

N + M 10,3% 1,9% 10,3% 3,7% 10,3% 10,3% 0,6%

N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vp1,T,Rd,y 165,6 173,0 165,6 173,0 165,6 165,6 165,6

T + Vy 2,5% 0,4% 2,5% 0,6% 2,5% 2,5% 2,4%

Vp1,T,Rd,z 82,8 86,5 82,8 86,5 82,8 82,8 82,8

T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,2% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----

Nb,Rd 296,7 --- 296,7 296,7 296,7 296,7 273,1

Fx / Nb,Rd 0,6% --- 0,6% 0,1% 0,6% 0,6% 0,6%

lambda,red,y 0,279 --- 0,279 0,279 0,279 0,279 0,261

lambda,red,z 0,818 --- 0,818 0,818 0,818 0,818 0,766

Ji,y 0,960 --- 0,960 0,960 0,960 0,960 0,969

Ji,z 0,651 --- 0,651 0,651 0,651 0,651 0,684

Ncr,y 6157,8 --- 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8

Ncr,z 715,4 --- 715,4 715,4 715,4 715,4 715,4

-----  
PANDEO LATERAL  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000

lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000

Mcr 5,8 1,1 5,8 1,5 5,8 5,8 0,1

-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----



CTE DB SE-A (6.51) 9,5% --- 9,5% 3,1% 9,5% 9,5% 12,5%  
 CTE DB SE-A (6.52) 5,8% --- 5,8% 2,5% 5,8% 5,8% 10,0%  
 k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,000 1,001  
 k,z 1,004 --- 1,004 1,001 1,004 1,004 1,003  
 k,LT 0,879 --- 0,879 1,000 0,879 0,879 1,000  
 cm,y 0,661 --- 0,661 0,400 0,661 0,661 0,661  
 cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
 cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
 N,Ed 1,7 --- 1,7 0,4 1,7 1,7 1,7  
 M,Ed,y 0,0 --- 0,0 0,1 0,0 0,0 0,0  
 M,Ed,z 2,9 --- 2,9 0,7 2,9 2,9 2,9

VIGA 15 ( RHSC-200x100x3 ) l/lb:101cm/101cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,76 Lambda( 0,62; 0,64) B(3,793;2,302)

Cálculo de 2º orden : X: 0,65 Lambda( 0,82; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,005;-0,009) / (+0,000;-0,000) < +0,289

F. por integridad V/H(+0,005;-0,009) / (+0,001;-0,000) < +0,252

F. por apariencia V/H(+0,000;-0,005) / (+0,000;+0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

0 Co 4(2) 0 -2,0 -0,9 0,0( 0,1) -5,4( -5,4) -5,2 -0,0--> 18,9%  
 1 Tr 10(1) 0 0,4 0,2 -0,0( -0,0) 1,0( 1,0) 0,9 0,0--> 3,4%  
 2 Mx 4(2) 0 -2,0 -0,9 0,0( 0,1) -5,4( -5,4) -5,2 -0,0--> 18,9%  
 3 My 4(2) 101 -2,0 -0,9 0,1( 0,1) -0,3( -5,4) -5,0 -0,0--> 22,2%  
 4 Mz 4(2) 0 -2,0 -0,9 0,0( 0,1) -5,4( -5,4) -5,2 -0,0--> 18,9%  
 5 V 4(2) 0 -2,0 -0,9 0,0( 0,1) -5,4( -5,4) -5,2 -0,0--> 18,9%  
 6 Sm 4(2) 101 -2,0 -0,9 0,1( 0,1) -0,3( -5,4) -5,0 -0,0--> 22,2%

APROVECHAMIENTO 0,22 ( 22,2%)

-----  
-----  
ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

-----  
-----  
n 0 1 2 3 4 5 6

-----  
-----  
TÉRMINOS DE SECCIÓN

-----  
-----  
Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 4 2 2 4

Ax,eff (cm2) --- --- --- 17,09 ----- 17,09

Ay,eff --- --- --- 9,79 --- --- 9,79

Az,eff --- --- --- 5,44 --- --- 5,44

Wx,eff (cm3) --- --- --- 1,71 ----- 1,71

Wy,eff --- --- --- 63,37 --- --- 63,37

Wz,eff --- --- --- 88,34 --- --- 88,34

Ix,eff (cm4) --- --- --- 0,51 ----- 0,51

Iy,eff --- --- --- 318,23 --- --- 318,23

Iz,eff --- --- --- 905,93 --- --- 905,93

eN,y (cm) --- --- --- -0,25 ----- 0,25

eN,z --- --- --- 0,05 ----- 0,05

-----  
-----  
ESFUERZOS SIMPLES

-----  
-----  
Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 447,7 455,9 455,9 447,7

Ex / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,5% 0,4% 0,4% 0,5%

Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5

Vy / Vc,Rd,y 2,9% 0,5% 2,9% 2,8% 2,9% 2,9% 2,8%

Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7

Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 16,6 18,4 18,4 16,6

My / Mc,Rd,y 0,2% 0,0% 0,2% 0,5% 0,2% 0,2% 0,5%



COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO

-----  
 -----  
 CTE DB SE-A (6.51) 17,4% --- 17,4% 22,2% 17,4% 17,4% 22,2%  
 CTE DB SE-A (6.52) 10,7% --- 10,7% 17,7% 10,7% 10,7% 17,7%  
 k,y 1,000 --- 1,000 1,001 1,000 1,000 1,001  
 k,z 1,004 --- 1,004 1,003 1,004 1,004 1,003  
 k,LT 0,879 --- 0,879 1,000 0,879 0,879 1,000  
 cm,y 0,785 --- 0,785 0,785 0,785 0,785 0,785  
 cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
 cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
 N,Ed 2,0 --- 2,0 2,0 2,0 2,0 2,0  
 M,Ed,y 0,1 --- 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1  
 M,Ed,z -5,4 --- -5,4 -5,4 -5,4 -5,4 -5,4  
 -----  
 -----

VIGA 14 ( RHSC-200x100x3 ) l/lb:100cm/100cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,31 Lambda( 1,53; 0,67) B(9,421;2,443)

Cálculo de 2º orden : X: 0,66 Lambda( 0,81; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,003;-0,002) / (+0,000;-0,000) < +0,286

F. por integridad V/H(+0,004;-0,002) / (+0,000;-0,000) < +0,250

F. por apariencia V/H(+0,002;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

-----  
 -----  
 0 Co 4(2) 0 -2,0 -0,4 -0,0( -0,0) -2,5( -2,5) -2,7 -0,0--> 8,8%  
 1 Tr 10(1) 0 0,4 0,1 0,0( 0,0) 0,5( 0,5) 0,6 0,0--> 1,7%  
 2 Mx 4(2) 0 -2,0 -0,4 -0,0( -0,0) -2,5( -2,5) -2,7 -0,0--> 8,8%  
 3 My 19(2) 0 -0,6 -0,1 -0,0( -0,0) -0,6( -0,6) -0,6 -0,0--> 2,3%  
 4 Mz 4(2) 0 -2,0 -0,4 -0,0( -0,0) -2,5( -2,5) -2,7 -0,0-->8,8%  
 5 V 4(2) 100 -2,0 -0,4 -0,0( -0,0) 0,3( -2,5) -2,9 -0,0-->9,9%

6 Sm 4(2) 90 -2,0 -0,4 -0,0( -0,0) 0,0( -2,5) -2,8 -0,0--> 10,8%

APROVECHAMIENTO 0,11 ( 10,8%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 2 2 3 4

Ax,eff (cm2) ----- 15,15

Ay,eff ----- 9,79

Az,eff ----- 5,42

Wx,eff (cm3) ----- 1,52

Wy,eff ----- 56,83

Wz,eff ----- 84,89

Ix,eff (cm4) ----- 0,45

Iy,eff ----- 286,05

Iz,eff ----- 857,82

eN,y (cm) ----- 0,10

eN,z ----- 0,03

ESFUERZOS SIMPLES

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 396,9

Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,5%

Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5

Vy / Vc,Rd,y 1,5% 0,3% 1,5% 0,3% 1,5% 1,6% 1,6%

Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7

Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4 16,7 14,9  
My / Mc,Rd,y 0,1% 0,0% 0,1% 0,2% 0,1% 0,1% 0,1%  
Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7 24,2 22,2  
Mz / Mc,Rd,z 8,3% 1,6% 8,3% 2,0% 8,3% 1,3% 0,1%  
T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3  
Mx / T,Rd 2,1% 0,5% 2,1% 0,3% 2,1% 2,1% 2,1%

-----  
ESFUERZOS COMBINADOS  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 8,8% 1,7% 8,8% 2,3% 8,8% 1,8% 0,7%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 171,8 174,6 171,8 174,9 171,8 171,8 171,8  
T + Vy 1,6% 0,3% 1,6% 0,4% 1,6% 1,7% 1,7%  
Vp1,T,Rd,z 85,9 87,3 85,9 87,5 85,9 85,9 85,9  
T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----

Nb,Rd 299,1 --- 299,1 299,1 299,1 299,1 273,8  
Fx / Nb,Rd 0,7% --- 0,7% 0,2% 0,7% 0,7% 0,7%  
lambda,red,y 0,276 --- 0,276 0,276 0,276 0,276 0,258  
lambda,red,z 0,810 --- 0,810 0,810 0,810 0,810 0,756  
Ji,y 0,961 --- 0,961 0,961 0,961 0,961 0,971  
Ji,z 0,656 --- 0,656 0,656 0,656 0,656 0,690  
Ncr,y 6281,5 --- 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5  
Ncr,z 729,8 --- 729,8 729,8 729,8 729,8 729,8

-----  
PANDEO LATERAL  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000

Mcr 4,9 0,9 4,9 1,2 4,9 0,6 0,1

-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 8,2% --- 8,2% 2,1% 8,2% 9,9% 10,8%

CTE DB SE-A (6.52) 5,0% --- 5,0% 1,3% 5,0% 7,9% 8,6%

k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,001 1,001

k,z 1,004 --- 1,004 1,001 1,004 1,003 1,003

k,LT 0,876 --- 0,876 0,876 0,876 1,000 1,000

cm,y 0,748 --- 0,748 0,573 0,748 0,748 0,748

cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900

cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900

N,Ed 2,0 --- 2,0 0,6 2,0 2,0 2,0

M,Ed,y -0,0 --- -0,0 -0,0 -0,0 -0,0 -0,0

M,Ed,z -2,5 --- -2,5 -0,6 -2,5 -2,5 -2,5  
-----  
-----

VIGA 13 ( RHSC-200x100x3 ) 1/lb:101cm/101cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,30 Lambda( 1,54; 0,68) B(9,421;2,443)

Cálculo de 2º orden : X: 0,65 Lambda( 0,82; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:2 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,008;-0,005) / (+0,000;-0,001) < +0,289

F. por integridad V/H(+0,009;-0,004) / (+0,000;-0,001) < +0,252

F. por apariencia V/H(+0,005;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %  
-----  
-----

0 Co 4(2) 0 -1,9 0,0 -0,1( -0,1) -2,9( -2,9) -0,4 0,0--> 10,7%

1 Tr 10(1) 0 0,4 -0,0 0,0( 0,0) 0,6( 0,6) 0,1 -0,0--> 2,0%

2 Mx 4(2) 0 -1,9 0,0 -0,1( -0,1) -2,9( -2,9) -0,4 0,0--> 10,7%

3 My 4(2) 101 -1,9 0,0 -0,1( -0,1) -2,5( -2,9) -0,6 0,0--> 9,8%

4 Mz 4(2) 0 -1,9 0,0 -0,1( -0,1) -2,9( -2,9) -0,4 0,0-->10,7%

5 V 4(2) 101 -1,9 0,0 -0,1( -0,1) -2,5( -2,9) -0,6 0,0-->9,8%

6 Sm 4(2) 0 -1,9 0,0 -0,1( -0,1) -2,9( -2,9) -0,4 0,0-->10,7%

-----

-----

APROVECHAMIENTO 0,11 ( 10,7%)

-----

-----

-----

-----

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

-----

-----

n 0 1 2 3 4 5 6

-----

-----

TÉRMINOS DE SECCIÓN

-----

-----

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 2 2 2 2

-----

-----

ESFUERZOS SIMPLES

-----

-----

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,4% 0,4% 0,4%

Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5

Vy / Vc,Rd,y 0,2% 0,1% 0,2% 0,3% 0,2% 0,3% 0,2%

Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7

Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4 18,4

My / Mc,Rd,y 0,3% 0,1% 0,3% 0,4% 0,3% 0,4% 0,3%

Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7 29,7

Mz / Mc,Rd,z 9,9% 1,9% 9,9% 8,3% 9,9% 8,3% 9,9%

T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3

Mx / T,Rd 0,1% 0,0% 0,1% 0,1% 0,1% 0,1% 0,1%

-----

-----

ESFUERZOS COMBINADOS

-----

-----



Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
N + M 10,7% 2,0% 10,7% 9,1% 10,7% 9,1% 10,7%  
N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
Vp1,T,Rd,y 175,3 175,4 175,3 175,3 175,3 175,3 175,3  
T + Vy 0,2% 0,1% 0,2% 0,3% 0,2% 0,3% 0,2%  
Vp1,T,Rd,z 87,6 87,7 87,6 87,6 87,6 87,6 87,6  
T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 296,7 --- 296,7 296,7 296,7 296,7 296,7  
Fx / Nb,Rd 0,7% --- 0,7% 0,7% 0,7% 0,7% 0,7%  
lambda,red,y 0,279 --- 0,279 0,279 0,279 0,279 0,279  
lambda,red,z 0,818 --- 0,818 0,818 0,818 0,818 0,818  
Ji,y 0,960 --- 0,960 0,960 0,960 0,960 0,960  
Ji,z 0,651 --- 0,651 0,651 0,651 0,651 0,651  
Ncr,y 6157,8 --- 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8  
Ncr,z 715,4 --- 715,4 715,4 715,4 715,4 715,4

-----  
-----  
PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 5,9 1,1 5,9 4,9 5,9 4,9 5,9

-----  
-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 9,8% --- 9,8% 9,8% 9,8% 9,8% 9,8%  
CTE DB SE-A (6.52) 6,2% --- 6,2% 6,2% 6,2% 6,2% 6,2%  
k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
k,z 1,004 --- 1,004 1,004 1,004 1,004 1,004  
k,LT 0,879 --- 0,879 0,879 0,879 0,879 0,879

cm,y 0,988 --- 0,988 0,988 0,988 0,988 0,988  
 cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
 cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
 N,Ed 1,9 --- 1,9 1,9 1,9 1,9 1,9  
 M,Ed,y -0,1 --- -0,1 -0,1 -0,1 -0,1 -0,1  
 M,Ed,z -2,9 --- -2,9 -2,9 -2,9 -2,9 -2,9

VIGA 12 ( RHSC-200x100x3 ) l/lb:100cm/100cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,31 Lambda( 1,53; 0,67) B(9,421;2,443)

Cálculo de 2° orden : X: 0,66 Lambda( 0,81; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:2 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,006;-0,004) / (+0,000;-0,000) < +0,286

F. por integridad V/H(+0,006;-0,003) / (+0,000;-0,000) < +0,250

F. por apariencia V/H(+0,003;+0,000) / (+0,000;-0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

0	Co	4(2)	0	-2,0	0,4	-0,0	( -0,0)	-1,1	( -2,9)	1,9	0,0	-->	9,8%
1	Tr	10(1)	0	0,4	-0,1	0,0	( 0,0)	0,2	( 0,6)	-0,3	-0,0	-->	0,8%
2	Mx	4(2)	0	-2,0	0,4	-0,0	( -0,0)	-1,1	( -2,9)	1,9	0,0	-->	9,8%
3	My	19(2)	100	-0,6	0,1	-0,1	( -0,1)	-0,7	( -0,7)	0,4	0,1	-->	3,5%
4	Mz	4(2)	100	-2,0	0,4	-0,0	( -0,0)	-2,9	( -2,9)	1,7	0,0	-->	10,6%
5	V	4(2)	0	-2,0	0,4	-0,0	( -0,0)	-1,1	( -2,9)	1,9	0,0	-->	9,8%
6	Sm	4(2)	100	-2,0	0,4	-0,0	( -0,0)	-2,9	( -2,9)	1,7	0,0	-->	10,6%

APROVECHAMIENTO 0,11 ( 10,6%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

-----  
-----  
n 0 1 2 3 4 5 6  
-----  
-----

TÉRMINOS DE SECCIÓN  
-----  
-----

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 3 2 2 2  
-----  
-----

ESFUERZOS SIMPLES  
-----  
-----

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9

Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,4%

Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5

Vy / Vc,Rd,y 1,1% 0,2% 1,1% 0,2% 1,0% 1,1% 1,0%

Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7

Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0%

Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 16,7 18,4 18,4 18,4

My / Mc,Rd,y 0,2% 0,0% 0,2% 0,4% 0,3% 0,2% 0,3%

Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 24,2 29,7 29,7 29,7

Mz / Mc,Rd,z 3,8% 0,7% 3,8% 2,9% 9,9% 3,8% 9,9%

T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3

Mx / T,Rd 2,4% 0,6% 2,4% 0,4% 2,4% 2,4% 2,4%  
-----  
-----

ESFUERZOS COMBINADOS  
-----  
-----

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

N + M 4,5% 0,8% 4,5% 3,5% 10,6% 4,5% 10,6%

N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%

Vp1,T,Rd,y 171,3 174,4 171,3 174,8 171,3 171,3 171,3

T + Vy 1,1% 0,2% 1,1% 0,2% 1,0% 1,1% 1,0%

Vp1,T,Rd,z 85,6 87,2 85,6 87,4 85,6 85,6 85,6

T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,1% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 299,1 --- 299,1 299,1 299,1 299,1 299,1

Ex / Nb,Rd 0,7% --- 0,7% 0,2% 0,7% 0,7% 0,7%

lambda,red,y 0,276 --- 0,276 0,276 0,276 0,276 0,276

lambda,red,z 0,810 --- 0,810 0,810 0,810 0,810 0,810

Ji,y 0,961 --- 0,961 0,961 0,961 0,961 0,961

Ji,z 0,656 --- 0,656 0,656 0,656 0,656 0,656

Ncr,y 6281,5 --- 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5 6281,5

Ncr,z 729,8 --- 729,8 729,8 729,8 729,8 729,8  
-----  
-----

PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000

lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000

Mcr 2,3 0,4 2,3 1,4 5,9 2,3 5,9  
-----  
-----

COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 9,8% --- 9,8% 3,0% 9,8% 9,8% 9,8%

CTE DB SE-A (6.52) 6,1% --- 6,1% 2,5% 6,1% 6,1% 6,1%

k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000

k,z 1,004 --- 1,004 1,001 1,004 1,004 1,004

k,LT 0,876 --- 0,876 1,000 0,876 0,876 0,876

cm,y 0,927 --- 0,927 0,495 0,927 0,927 0,927

cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900

cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900

N,Ed 2,0 --- 2,0 0,6 2,0 2,0 2,0

M,Ed,y -0,0 --- -0,0 -0,1 -0,0 -0,0 -0,0

M,Ed,z -2,9 --- -2,9 -0,7 -2,9 -2,9 -2,9  
-----  
-----

VIGA 7 ( RHSC-200x100x3 ) 1/lb:101cm/101cm

Acero estructural S275

Límite elástico : 275 MPa

Tensión de rotura : 430 MPa

Cálculo de 1er. orden: X: 0,81 Lambda( 0,50; 0,56) B(3,043;2,011)

Cálculo de 2º orden : X: 0,65 Lambda( 0,82; 0,28) B(5,000;1,000)

ALAS CLASE:2 ALMA CLASE:4 ( n=6)

F. por confort V/H(+0,002;-0,003) / (+0,000;-0,000) < +0,289

F. por integridad V/H(+0,002;-0,003) / (+0,000;-0,000) < +0,252

F. por apariencia V/H(+0,000;-0,002) / (+0,000;+0,000) < +2,000

COMBINACIONES PRINCIPALES

n TIPO COMB. X(cm) Fx(kN) Mx(kNm) My(kNm) (My1) Mz(kNm) (Mz1) Vy(kN) Vz(kN) %

0 Co 4(2) 0 -2,0 1,0 0,0( 0,0) 3,0( 3,0) 4,2 -0,0--> 10,7%

1 Tr 10(1) 0 0,4 -0,2 -0,0( -0,0) -0,5( -0,5) -0,7 0,0--> 1,9%

2 Mx 4(2) 0 -2,0 1,0 0,0( 0,0) 3,0( 3,0) 4,2 -0,0--> 10,7%

3 My 19(2) 0 -0,5 0,2 0,1( 0,1) 0,7( 0,7) 1,1 0,1--> 3,6%

4 Mz 4(2) 0 -2,0 1,0 0,0( 0,0) 3,0( 3,0) 4,2 -0,0--> 10,7%

5 V 4(2) 0 -2,0 1,0 0,0( 0,0) 3,0( 3,0) 4,2 -0,0--> 10,7%

6 Sm 4(2) 70 -2,0 1,0 0,0( 0,0) 0,1( 3,0) 4,1 -0,0--> 12,7%

APROVECHAMIENTO 0,13 ( 12,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN) (kNm)

n 0 1 2 3 4 5 6

TÉRMINOS DE SECCIÓN

Alas clase 2 2 2 2 2 2 2

Alma clase 2 1 2 3 2 2 4

Ax,eff (cm2) ----- 16,65

Ay,eff ----- 9,83

Az,eff --- --- --- --- --- --- 5,44  
 Wx,eff (cm3) ----- 1,67  
 Wy,eff --- --- --- --- --- --- 61,26  
 Wz,eff --- --- --- --- --- --- 86,84  
 Ix,eff (cm4) ----- 0,50  
 Iy,eff --- --- --- --- --- --- 311,06  
 Iz,eff --- --- --- --- --- --- 897,79  
 eN,y (cm)----- 0,34  
 eN,z ----- 0,08

ESFUERZOS SIMPLES

Nt,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9  
 Nc,Rd 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 455,9 436,1  
 Fx / N,Rd 0,4% 0,1% 0,4% 0,1% 0,4% 0,4% 0,5%  
 Vc,Rd,y 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5 175,5  
 Vy / Vc,Rd,y 2,4% 0,4% 2,4% 0,6% 2,4% 2,4% 2,3%  
 Vc,Rd,z 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7 87,7  
 Vz / Vc,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,2% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Mc,Rd,y 18,4 18,4 18,4 16,7 18,4 18,4 16,0  
 My / Mc,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,5% 0,0% 0,0% 0,1%  
 Mc,Rd,z 29,7 29,7 29,7 24,2 29,7 29,7 22,7  
 Mz / Mc,Rd,z 10,2% 1,8% 10,2% 3,0% 10,2% 10,2% 0,5%  
 T,Rd 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3 17,3  
 Mx / T,Rd 5,6% 1,4% 5,6% 0,9% 5,6% 5,6% 5,6%

ESFUERZOS COMBINADOS

Mv,Rd,y 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 My / Mv,Rd,y 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Mv,Rd,z 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 Mz / Mv,Rd,z 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 N + M 10,7% 1,9% 10,7% 3,6% 10,7% 10,7% 1,1%  
 N + M + V 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0% 0,0%  
 Vpl,T,Rd,y 165,7 173,0 165,7 174,0 165,7 165,7 165,7

T + Vy 2,5% 0,4% 2,5% 0,6% 2,5% 2,5% 2,5%  
Vpl,T,Rd,z 82,9 86,5 82,9 87,0 82,9 82,9 82,9  
T + Vz 0,0% 0,0% 0,0% 0,2% 0,0% 0,0% 0,0%

-----  
-----  
INESTABILIDAD - PANDEO  
-----  
-----

Nb,Rd 296,7 --- 296,7 296,7 296,7 296,7 288,8  
Fx / Nb,Rd 0,7% --- 0,7% 0,2% 0,7% 0,7% 0,7%  
lambda,red,y 0,279 --- 0,279 0,279 0,279 0,279 0,273  
lambda,red,z 0,818 --- 0,818 0,818 0,818 0,818 0,800  
Ji,y 0,960 --- 0,960 0,960 0,960 0,960 0,963  
Ji,z 0,651 --- 0,651 0,651 0,651 0,651 0,662  
Ncr,y 6157,8 --- 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8 6157,8  
Ncr,z 715,4 --- 715,4 715,4 715,4 715,4 715,4

-----  
-----  
PANDEO LATERAL  
-----  
-----

Ji,LT 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000  
lambda,red,LT 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
Mcr 6,0 1,1 6,0 1,5 6,0 6,0 0,2

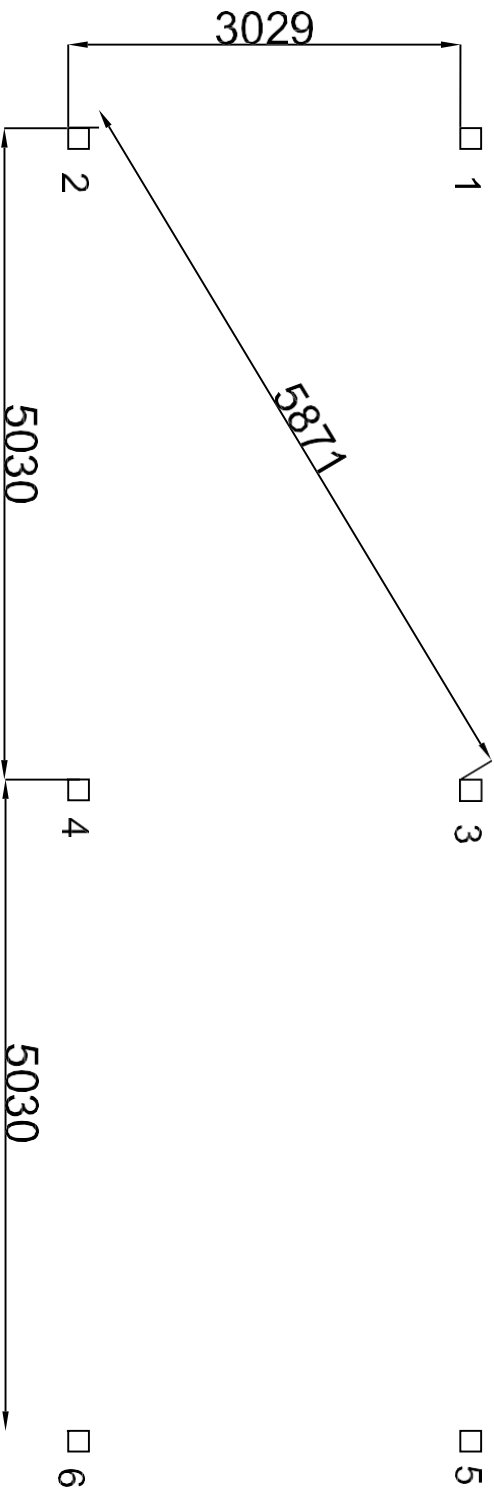
-----  
-----  
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO  
-----  
-----

CTE DB SE-A (6.51) 9,9% --- 9,9% 3,1% 9,9% 9,9% 12,7%  
CTE DB SE-A (6.52) 6,1% --- 6,1% 2,5% 6,1% 6,1% 10,1%  
k,y 1,000 --- 1,000 1,000 1,000 1,000 1,001  
k,z 1,004 --- 1,004 1,001 1,004 1,004 1,003  
k,LT 0,879 --- 0,879 1,000 0,879 0,879 1,000  
cm,y 0,744 --- 0,744 0,400 0,744 0,744 0,744  
cm,z 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
cm,LT 0,900 --- 0,900 0,900 0,900 0,900 0,900  
N,Ed 2,0 --- 2,0 0,5 2,0 2,0 2,0  
M,Ed,y 0,0 --- 0,0 0,1 0,0 0,0 0,0  
M,Ed,z 3,0 --- 3,0 0,7 3,0 3,0 3,0

# **DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA PARA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARALA CARGA DE BICICLETAS ELÉCTRICAS**

**ANEXO B: Planos de Fabricación**





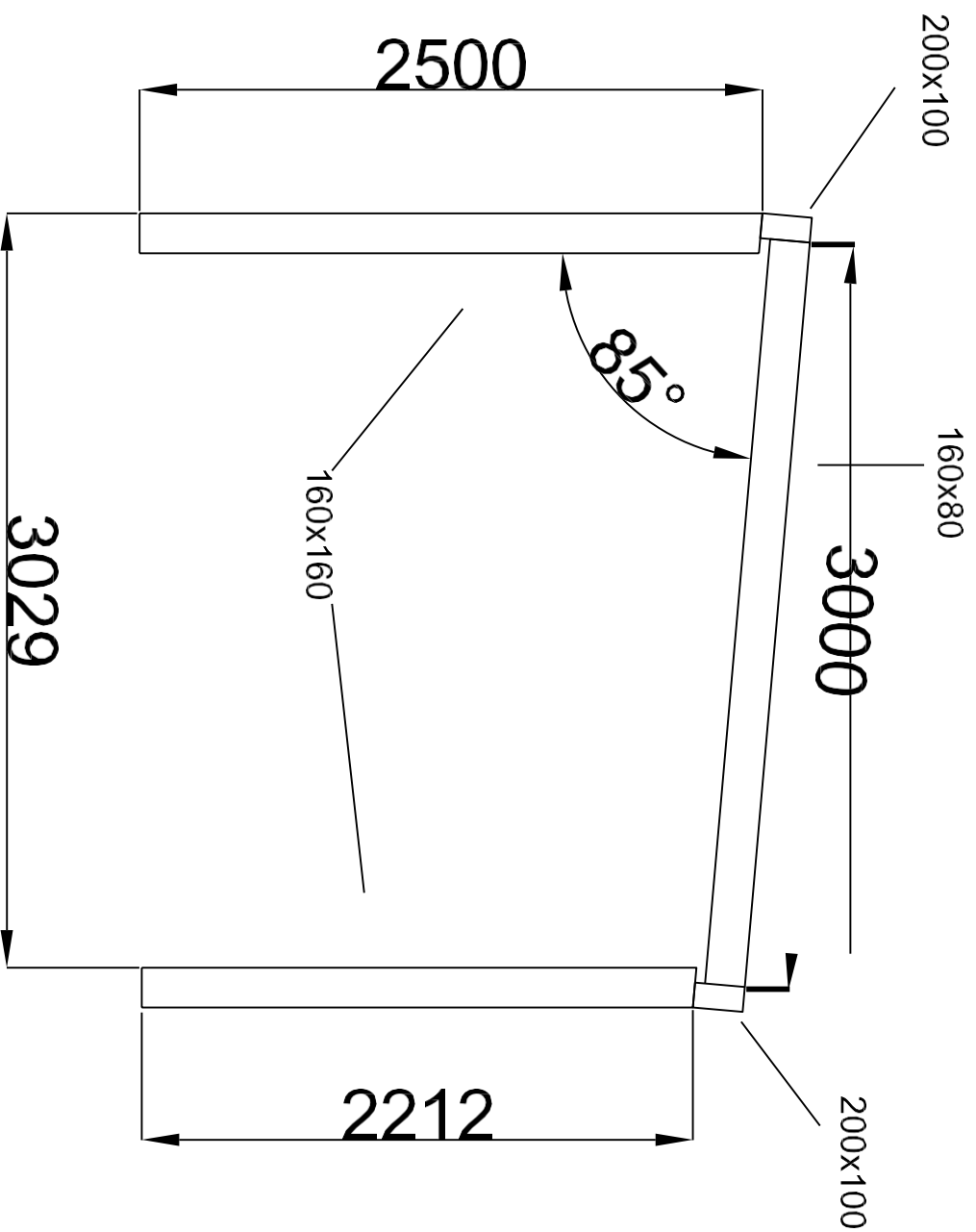
# SUR

FECHA	MATERIAL	ACABADO	TOLERANCIAS

ESCALA: 1:40  
 NOMBRE: Xavier Fuertes



Nº DE PLANO REFERENCIA NIVEL  
 Distribucion en planta de los pilares

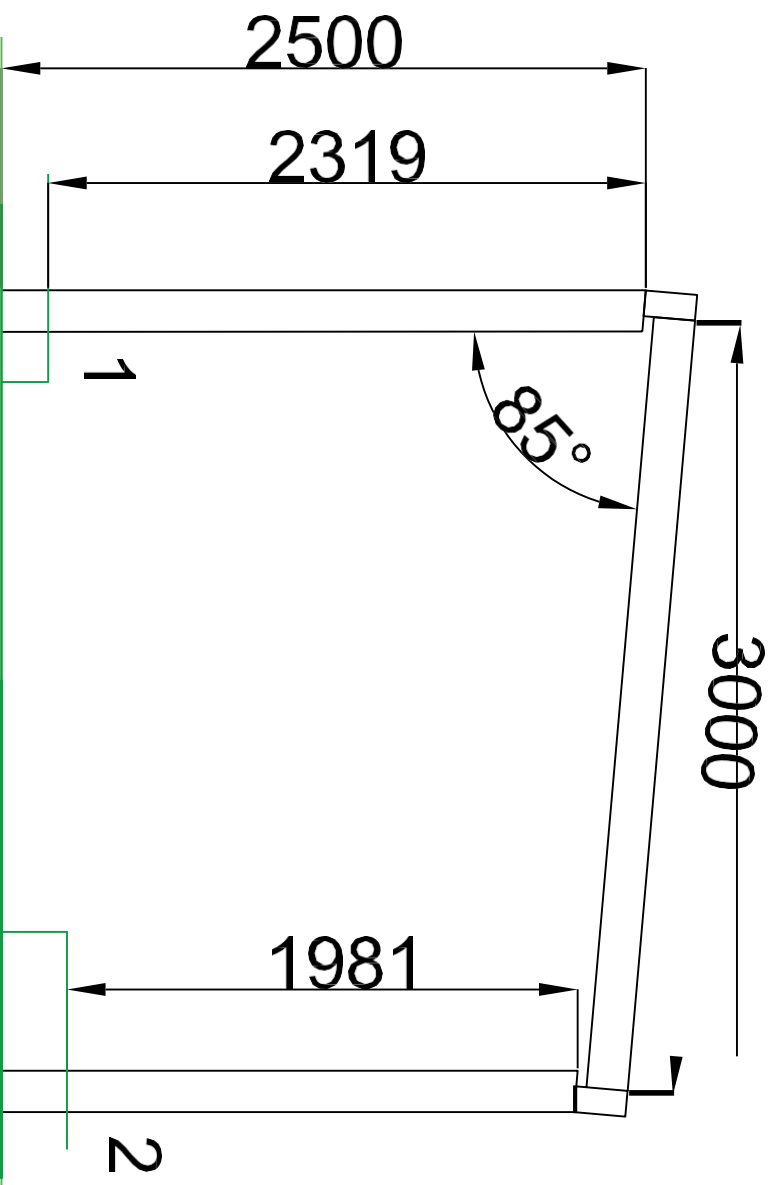


FECHA	MATERIAL	ACABADO	TOLERANCIAS

ESCALA: 1:20  
 NOMBRE: Xavier Fuertes

INDUSTRIAS,  
  
 ALCOY.S.L.

Nº DE PLANO: Vista Perfil General  
 REFERENCIA:  
 NIVEL:



FECHA	MATERIAL	ACABADO	TOLERANCIAS
	S-275-JR		

ESCALA: NOMBRE:

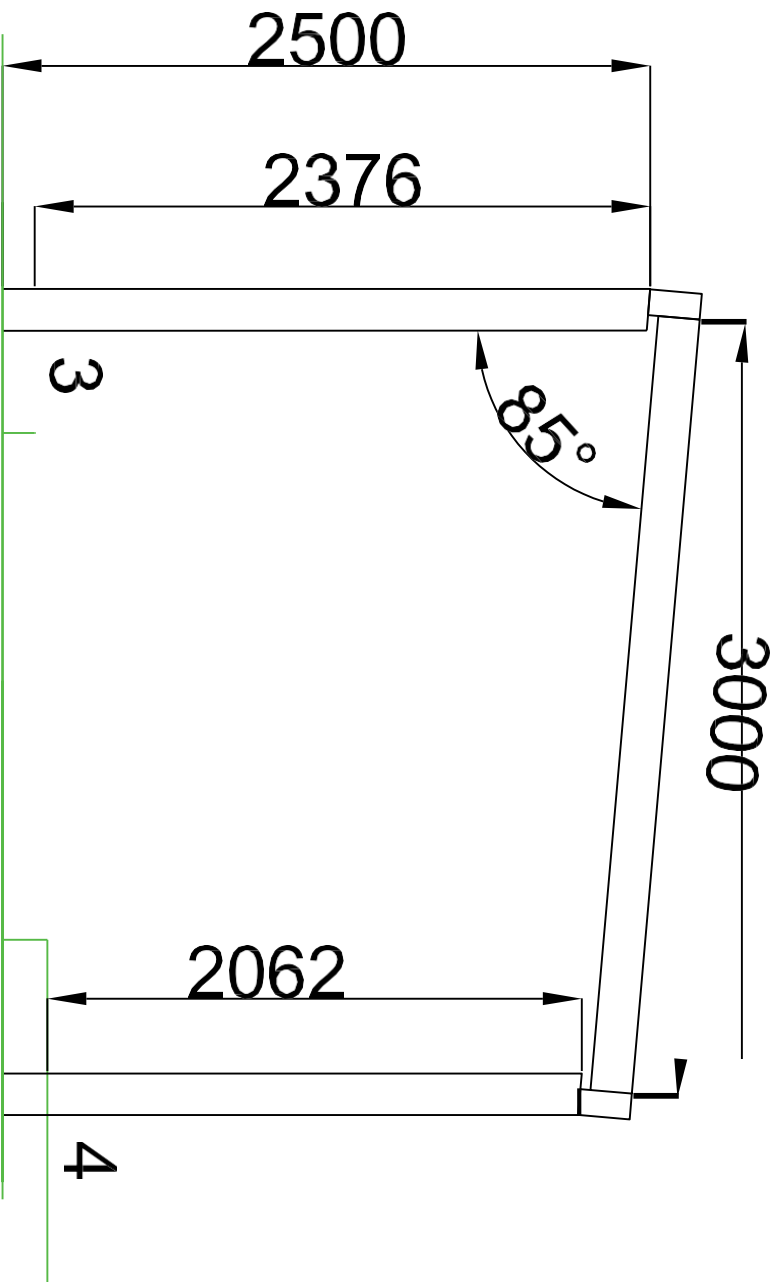
1:20

Xavier Fuertes

INDUSTRIAS,  ALCOY.S.L.

Nº DE PLANO REFERENCIA NIVEL

Vista Lateral Seccion de Pilares 1-2



FECHA	MATERIAL	ACABADO	TOLERANCIAS
	S-275-JR		

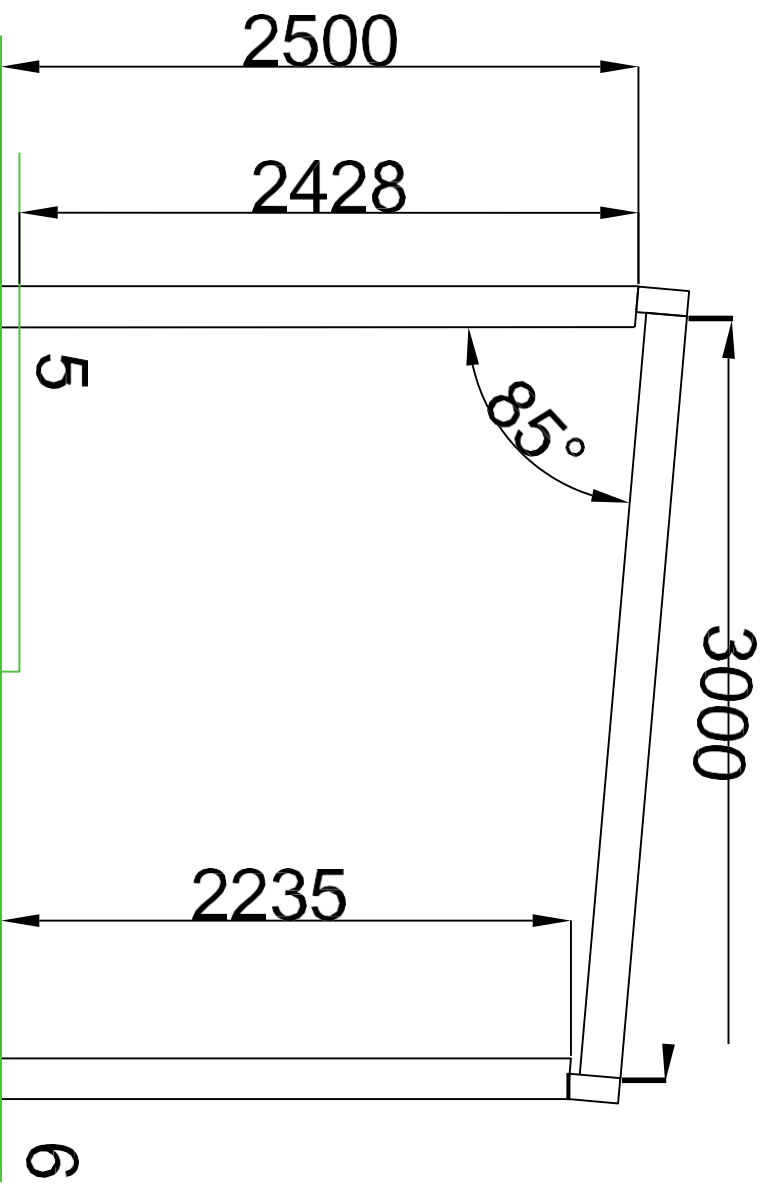
INDUSTRIAS,



ALCOY.S.L.


ESCALA: 1:20  
 NOMBRE: Xavier Fuertes

Nº DE PLANO: Vista Lateral Sección de Pilares 3-4  
 REFERENCIA: NIVEL:

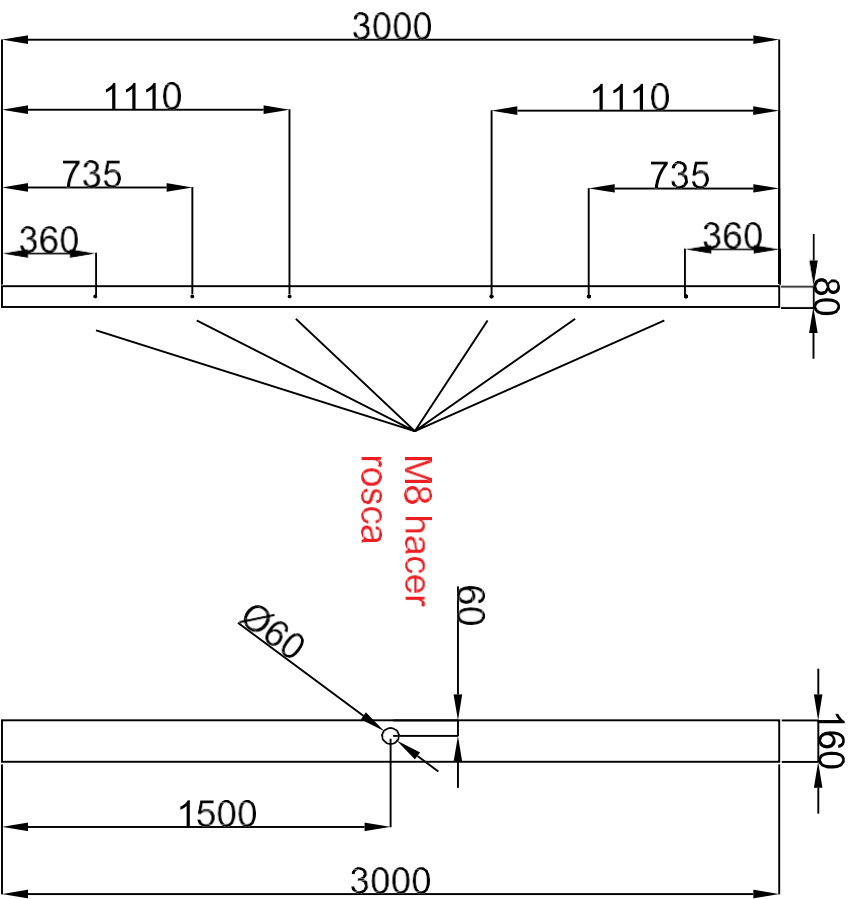


FECHA	MATERIAL	ACABADO	TOLERANCIAS
	S-275-JR		

ESCALA: 1:20  
 NOMBRE: Xavier Fuertes

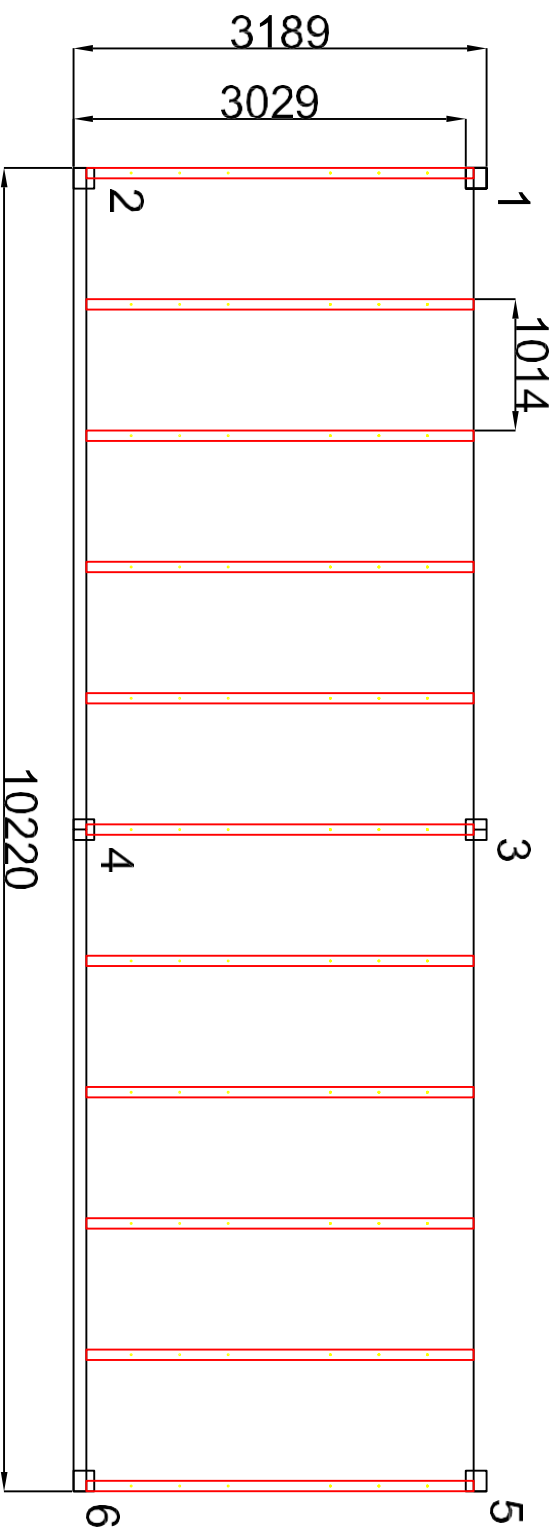
INDUSTRIAS,  ALCOY.S.L.

Nº DE PLANO REFERENCIA NIVEL  
 Vista Lateral Seccion de Pilares 5-6

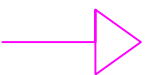


FECHA	MATERIAL	ACABADO	TOLERANCIAS
ESCAL.: <b>1:20</b> NOMBRE: <b>Xavier Fuertes</b>			

INDUSTRIAS,		
ALCOY.S.L.		
Nº DE PLANO	REFERENCIA	NIVEL
<b>Vistas Diagonales</b>		



SUR

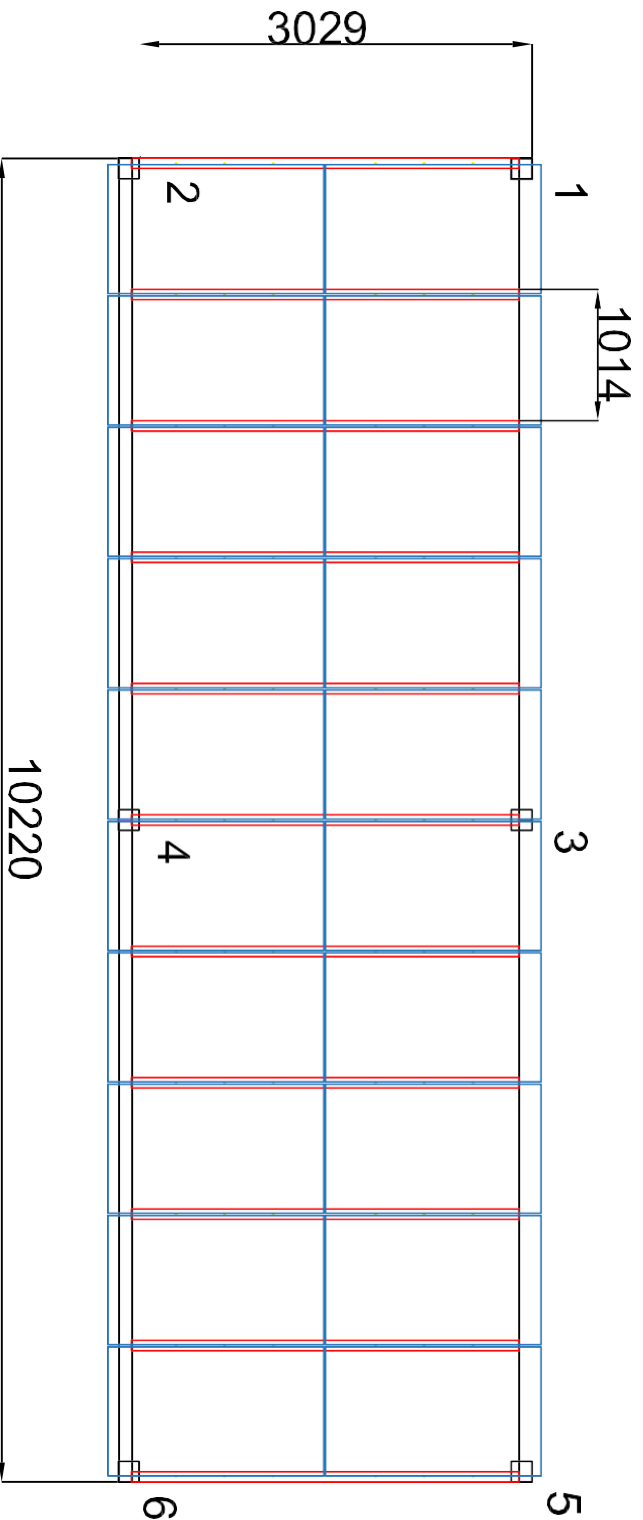


FECHA	MATERIAL	ACABADO	TOLERANCIAS

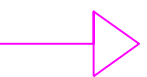
ESCALA: 1:40  
 NOMBRE: Xavier Fuertes



Nº DE PLANO REFERENCIA NIVEL  
 Vista planta



**SUR**



FECHA	MATERIAL	ACABADO	TOLERANCIAS

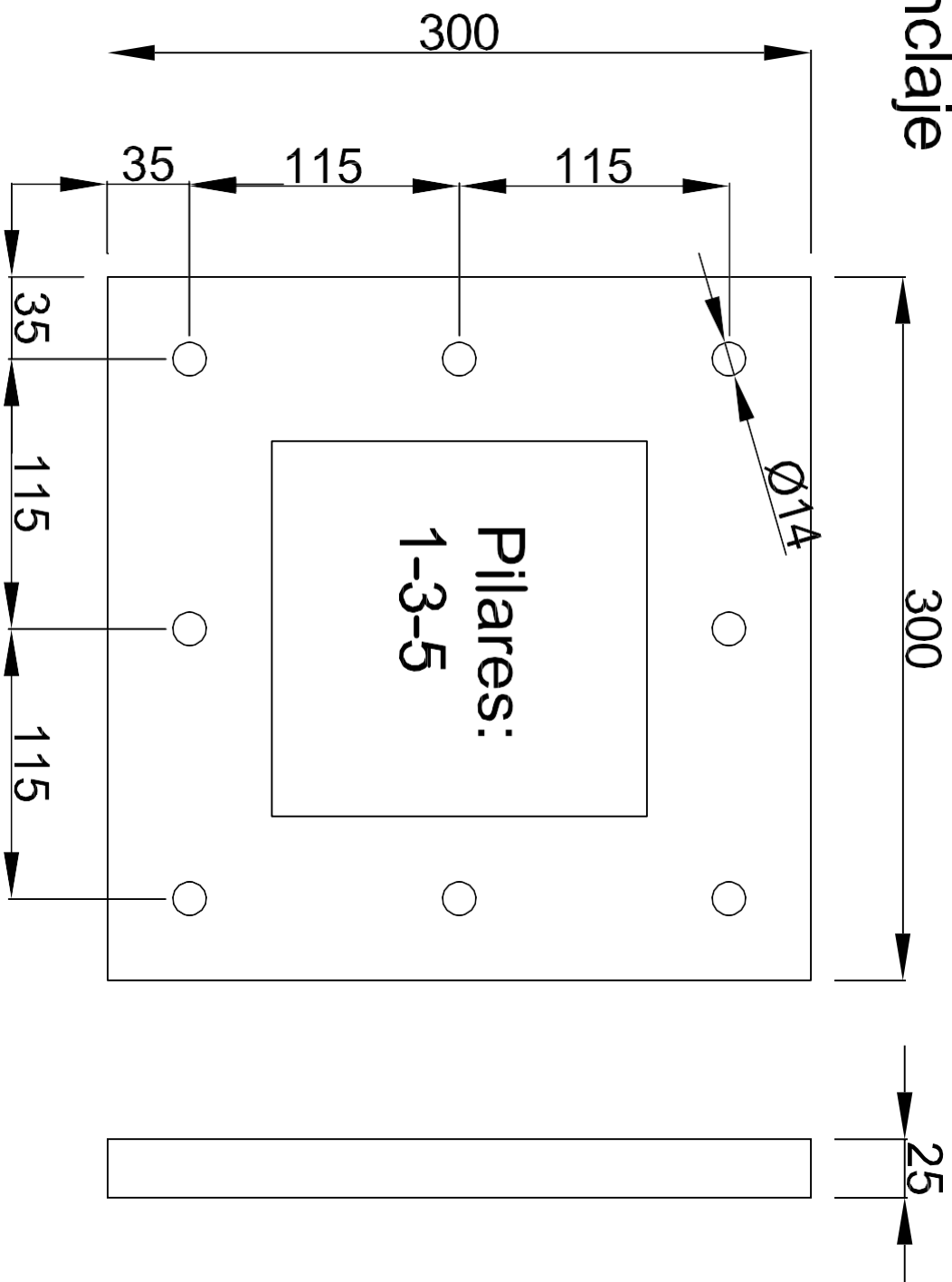
ESCALA: 1:40  
 NOMBRE: Xavier Fuertes




Nº DE PLANO REFERENCIA NIVEL  
 Vista planta con placas



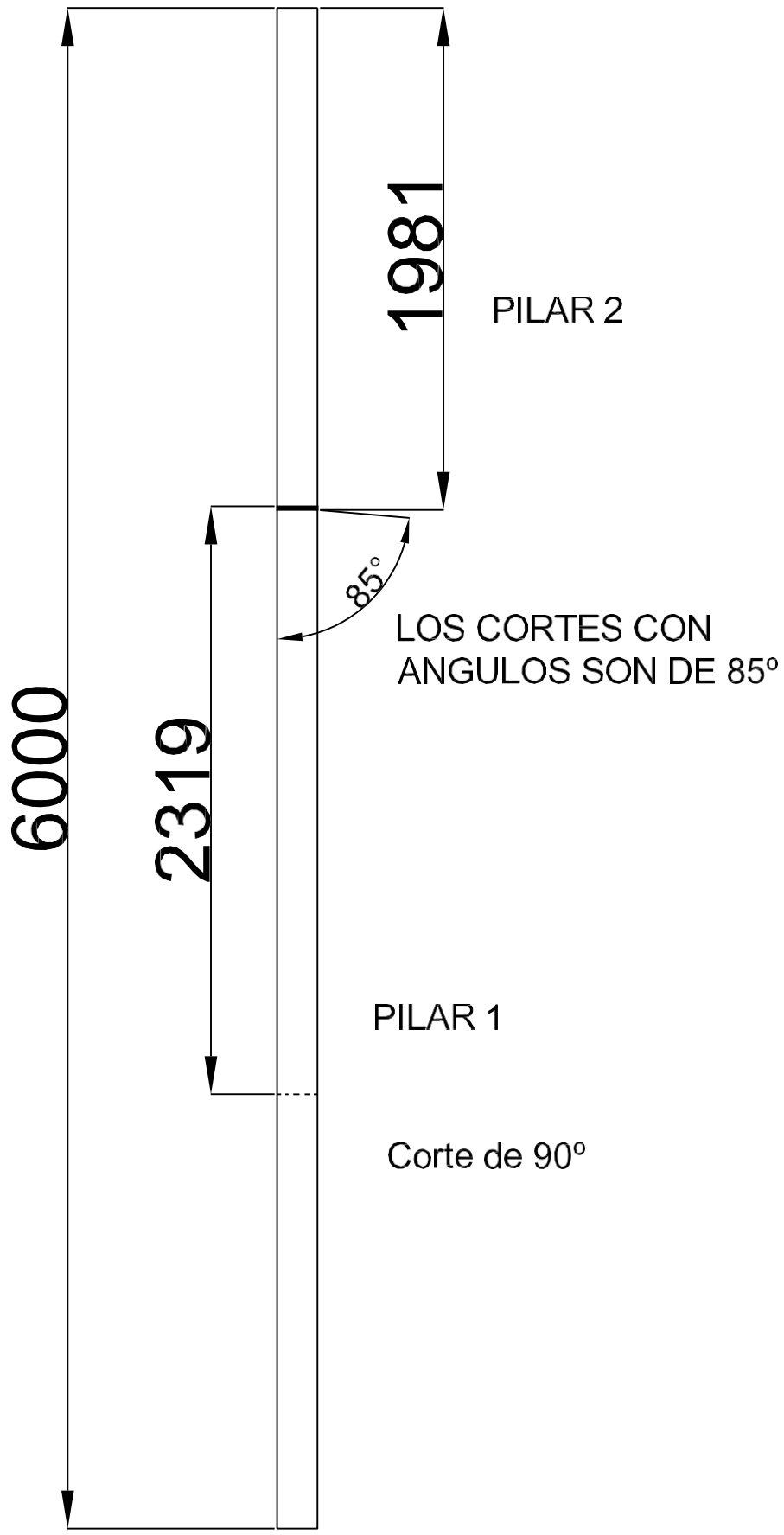
# Placa anclaje




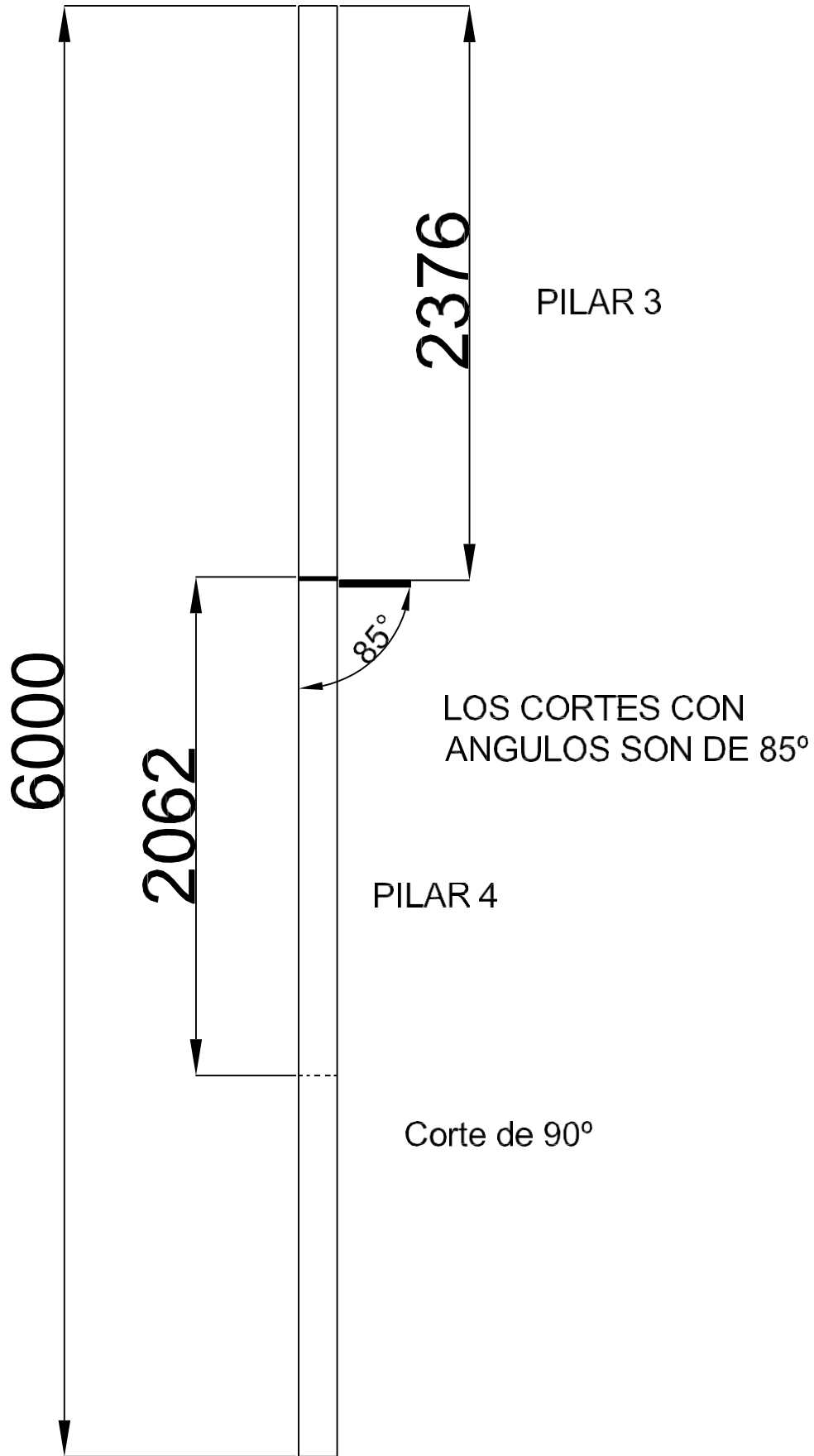
FECHA	MATERIAL	ACABADO	TOLERANCIAS
ESCALA: 1:2		NOMBRE: Xavier Fuertes	

INDUSTRIAS,		ALCOY.S.L.
Nº DE PLANO		
Placa de Anclaje pilares impares		

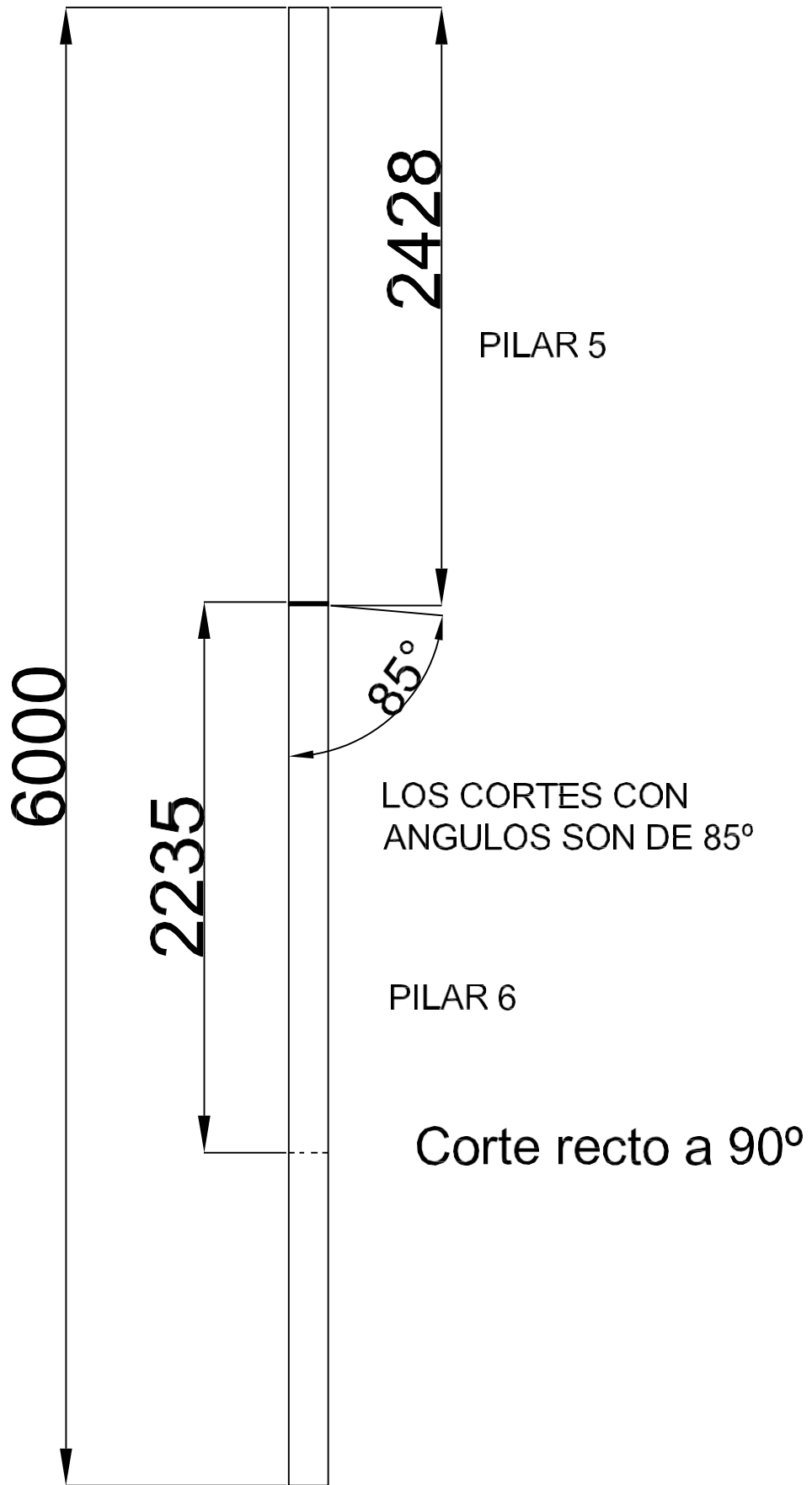




FECHA	MATERIAL	ACABADO	TOLERANCIAS	 INDUSTRIAS, ALCOY.S.L.		
-/-	- S-275-JR	-	-			
ESCALA:	NOMBRE:			Nº DE PLANO	REFERENCIA	NIVEL
1:12.5	- Xavier Fuertes			- Cortes para la fabricación de los pilares -		



FECHA	MATERIAL	ACABADO	TOLERANCIAS	INDUSTRIAS, <b>Seguí</b> ALCOY.S.L.		
-/-	- S-275-JR	-	-	Nº DE PLANO	REFERENCIA	NIVEL
ESCAL:: 1:12.5	NOMBRE: - <b>Xavier Fuertes</b>			- Cortes para la fabricación de los pilares -		



FECHA	MATERIAL	ACABADO	TOLERANCIAS	INDUSTRIAS, <b>Seguí</b> ALCOY.S.L.		
-/-	- S-275-JR	-	-	Nº DE PLANO	REFERENCIA	NIVEL
ESCAL:: 1:12.5	NOMBRE: - <b>Xavier Fuertes</b>			Cortes para fabricación de los pilares		



**DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA  
PARA INSTALACIÓN  
FOTOVOLTAICA PARA LA CARGA  
DE BICICLETAS ELÉCTRICAS**

**ANEXO C: PLAN DE SEGURIDAD**

# Plan de Seguridad y Salud

Adaptado al Real Decreto 1627/97 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, a la Ley 54/2003 y al RD 171/2004 al RD 2177/2004 y a las recomendaciones establecidas en la "Guía Técnica" publicada por el INSH.

Planta de generación solar fotovoltaica, Estación de potencia Centro de generación con protección y medida en M.T. conectada a la red de distribución pública.

38° 41' 41" N    0° 28' 46" W

CONTRATISTA:



INDUSTRIAS SEGUI ALCOY S.L.

CIF: 0B54178223

Calle Fila Verdes, 27, 03801 Alcoy, Alacant

Enero 2020



# ÍNDICE DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

## 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Objeto
- 1.2 Datos de la obra

## 2. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES EN LA OBRA

## 3. MEMORIA DESCRIPTIVA

- 3.1 Previos
- 3.2 Instalaciones provisionales
- 3.3 Riesgos y medidas preventivas de los trabajos.

## 4. COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

## 5. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

## 6. LIBRO DE INCIDENCIAS

## 7. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

## 8. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

# 1. INTRODUCCIÓN

Se elabora el presente ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD, dado que en el proyecto de obras redactado y del que este documento forma parte, no se dan ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

## 1.1 Objeto

El estudio básico tiene por objeto precisar las normas de seguridad y salud aplicables en la obra, conforme especifica el apartado 2 del artículo 6 del citado Real Decreto.

Igualmente se especifica que a tal efecto debe contemplar:

- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias;
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto);
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

## 1.2 Datos de obra

La obra por ejecutar se trata de una estructura metálica para la instalación de pacas solares, y se utilizará como estación de carga de bicicletas eléctricas. Se realizará en Alcoy, en el centro Joven Cervantes, con las coordenadas; 38° 41' 41'' N, 0° 28' 46'' W.

## 2.NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES EN LA OBRA

La normativa de seguridad y salud aplicable a las obras de construcción objeto del presente estudio es la siguiente:

- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995 de 8 de noviembre, BOE n°269 del (10/11/95).
- Ordenanza Laboral de la Construcción de 28 de agosto de 1970 en su capítulo XVI excepto secciones primera y segunda.
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual (R.D. 773 1997 del 30 de mayo. BOE 12/6/97).
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo (R.D. 1215/1997 del 18/7/97 BOE 7/8/97).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Decreto 842/2002 BOE 18/09/2002).
- Disposiciones Mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (R.D. 485/1997 del 14 de abril. BOE 23/4/97).
- Orden por la que se establece el modelo de Libro de Incidencias correspondiente a las obras en las que sea obligatorio un estudio de Seguridad en el Trabajo (O.M.20/9/86 BOE 13/10/97).
- Listado y Normas adoptadas en el ámbito de la directiva 89/686/CEE "EPI" (R.D. 1407/1992 del 20/10/92 BOE 28/5/96).
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los Trabajadores. (R.D. 487/1997 del 14 de abril. BOE 23/4/97).
- Disposiciones mínimas de Seguridad en los lugares de trabajo. (R.D. 486/1997 del 14 de abril. BOE 23/4/97).

- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción (R.D. 1627/1997 del 24/10/97).
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas. (R.D. 1494/1986 del 26 de mayo. BOE 21/7/86).
- Reglamento de los Servicios de Prevención (R.D. 39/1997 del 17/1/97 BOE 31/1/97).
- Reglamento de Aparatos Elevadores para obras. (O.M. 23/5/77 BOE 14/5/77).
- Estatuto de los Trabajadores.

### 3.MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 3.1 Previos

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

**PROHIBIDO APARCAR EN LA ZONA DE ENTRADA DE VEHICULOS**  
**PROHIBIDO EL PASO DE PETONES POR ENTRADA DE VEHICULOS**  
**USO OBLIGATORIO DEL CASCO DE SEGURIDAD**  
**PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA**  
 etc.

#### 3.2 Riesgos y medidas preventivas de los trabajos.

##### 3.2.1 TRABAJOS VERTICALES

#### **RIESGOS GENÉRICOS MÁS FRECUENTES**

##### ***CAÍDAS DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL***

El principal riesgo que puede darse en la realización de trabajos mediante el uso de técnicas verticales es el riesgo de caídas en altura

## Causas

- Rotura de cuerdas por:
  - Uso inadecuado de cuerdas
  - Mantenimiento inadecuado de cuerdas
  - Uso de productos corrosivos sin protección de cuerda
  - Uso de herramientas mecánicas/manuales cortantes o punzantes sin protección de cuerda
  - Trabajos de soldadura sin protección de cuerda
  - Condiciones climáticas adversas
- Fallo en los elementos de conexión o en algún otro elemento de la cadena
- Montaje inadecuado de la cabecera
- Inobservancia de los procedimientos de seguridad específicos en los trabajos verticales
- Inobservancia de los procedimientos de seguridad en el uso de escaleras de mano y en el uso/montaje de andamios tubulares
- Falta de utilización de los EPI's
- Falta de formación e información a los trabajadores

### ***CAÍDAS DE OBJETOS DESPRENDIDOS Y MANIPULADOS***

Las caídas de objetos pueden ser tanto herramientas como materiales y pueden afectar tanto a los trabajadores como a terceros

## Causas

- Inobservancia de los procedimientos de seguridad en el montaje de tendidos.
- Falta de utilización de los EPI's
- Inobservancia de los procedimientos de seguridad en el transporte y uso de herramientas y material
- Falta de utilización de los Equipos Colectivos de protección
- Falta de formación e información a los trabajadores

### ***GOLPES Y CORTES POR USO DE HERRAMIENTAS/MÁQUINAS***

Este riesgo es uno de los más frecuentes cuando se trabaja con herramientas/máquinas.

## Causas

- Falta de utilización de los EPI's
- Inobservancia de los procedimientos de seguridad en el transporte y uso de herramientas/máquinas.

- Uso inadecuado de herramientas/máquinas.
- Uso de herramientas/máquinas obsoletas o en mal estado
- Falta de formación e información a los trabajadores

### ***POSICIONES FORZADAS***

#### Causas

- Inobservancia de los procedimientos de trabajo, en concreto de la programación de pausas periódicas para el descanso de los trabajadores.
- Hacer uso de asiento (silla de trabajo) que no cumple con los requisitos ergonómicos mínimos o carece de los accesorios apropiados para realizar la tarea.
- Falta de formación e información a los trabajadores.

### ***RIESGOS ASOCIADOS A CONDICIONES CLIMÁTICAS ADVERSAS***

#### Causas

- Inobservancia de los procedimientos de seguridad en cuanto a la suspensión de los trabajos en regímenes de fuerte viento o lluvias, o de cualquier otra circunstancia meteorológica que ponga en compromiso la seguridad de los trabajadores
- Falta de formación e información a los trabajadores

### **MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LOS RIESGOS GENÉRICOS MÁS FRECUENTES**

#### ***CAÍDAS DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL***

- Los trabajadores deben velar por el perfecto estado de conservación y uso del Equipo Vertical Personal, consultando cualquier duda sobre su correcta utilización. Así mismo solicitará uno nuevo en caso de deterioro o ante cualquier duda razonable sobre el correcto funcionamiento o grado de seguridad de alguno de sus elementos o de su totalidad
- Es obligatorio el uso de doble cuerda (trabajo y seguridad) en los tendidos de trabajo.
- Cuando se haga uso de herramientas calorífugas, el trabajador se suspenderá de cables de acero (5 mm diámetro) o cadenas metálicas, en los últimos 2 metros por encima del trabajador.
- Todos los elementos que componen el Equipo Vertical Personal deben estar sometido a un programa de verificación, comprobación y

mantenimiento periódico.

La decisión de si un elemento constructivo es seguro, deberá tomarse basándose en la experiencia, inspección y conocimiento de la resistencia de los materiales.

Una vez realizada la instalación de cabecera, que es la responsable de la sujeción primaria del tendido de trabajo, se procede a la instalación de la zona vertical

En las tareas de montaje de la cabecera se tendrán en cuenta las siguientes normas:

- Deben instalarse sistemas de protección colectiva: barandillas, entablados (huecos horizontales) en todas aquellas zonas en que exista la mas mínima posibilidad de caída de altura y no se encuentren elementos arquitectónicos del propio edificio que ya cumplan esta función (barandillas, escaleras, etc).
- Solo en las zonas en que se realizan los trabajos mediante técnicas de trabajos verticales (que se realizan mediante un equipo de trabajo y EPIs) no será necesaria la colocación de protecciones colectivas, excepto en aquellas zonas en que puedan situarse operarios que no realizan trabajos suspendidos de cuerdas

#### Barandillas

- Se instalaran en lugares donde exista posibilidad de caída a distinto nivel.
- La altura de las barandillas será de 90 cm. Como mínimo, tendrá una barra horizontal intermedia y otra a nivel de suelo (rodapié). Anchura de las tablas utilizadas será de 15 cm.
- Las barandillas deben resistir una carga de 150 Kg. por ml.
- La distancia entre soportes será no superior a 2,5 m. (tipo sargento).
- Prestar especial atención a la rigidez del conjunto.

#### Pasamanos

- Si por circunstancias diversas, (funcionalidad, imposibilidad técnica, duración limitada del trabajo, etc.) no se instalaran barandillas, se procedería a la instalación de pasamanos realizados con cuerda, los cuales permiten el correcto anclaje de seguridad de los operarios a través del cabo de anclaje del arnés de seguridad. Pasamanos anclados a elementos constructivos del edificio o mediante anclajes empotrados o químicos.

## Entablados

- Realizados con tablones y planchas de madera, deben quedar sujetos de manera que no se pueden deslizar. Protección adecuada para protección de huecos horizontales pequeños.

Cuando se haga uso de escaleras manuales se respetarán las siguientes normas:

No situar la escalera detrás de una puerta que previamente no se ha cerrado. No podrá ser abierta accidentalmente.

Limpiar de objetos las proximidades del punto de apoyo de la escalera.

Las superficies deben ser planas, horizontales, resistentes, estables y no deslizantes. La ausencia de cualquiera de estas condiciones pueden provocar graves accidentes.

Como medida excepcional se podrá equilibrar una escalera sobre un suelo desnivelado a base de prolongaciones sólidas con collar de fijación.

Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal. Cuando se utilicen para acceder a lugares elevados sus largueros deberán prolongarse al menos un metro por encima de ésta.

El ascenso y descenso de la escalera se debe hacer siempre de cara a la misma teniendo libres las manos y utilizándolas para subir o bajar los escalones. Cualquier objeto a transportar se debe llevar colgando al cuerpo o cintura.

Las escaleras no deben utilizarse para otros fines distintos de aquellos para los que han sido construidas. Así, no se deben utilizar las escaleras dobles como simples. Tampoco se deben utilizar en posición horizontal para servir de puentes, pasarelas o plataformas. Por otro lado, no deben utilizarse para servir de soportes a un andamiaje ni como plataformas de trabajo.

- En cuanto a la elección y montaje de **andamios**, se debe respetar en todo momento la legislación vigente en la materia. En particular:

La estructura de los andamios debe estar formada por tubos de acero (pintados o galvanizados) o de aluminio, exentos de cualquier anomalía.



Las plataformas de trabajo deben ser de madera tratada o de aluminio.

El acceso a las plataformas de trabajo se debe realizar mediante escaleras en progresión vertical, inclinadas o desde las plantas del edificio mediante pasarelas.

Las escaleras deben tener una anchura mínima de 40 cm aunque se recomienda que no sea inferior a 50 cm. En el caso de escaleras de acceso vertical, éstas deben estar provistas de guardacuerpos.

Las pasarelas deben tener el piso unido y estarán instaladas de forma que no puedan bascular o deslizar. Por tanto deben permanecer solidarias a las estructuras portantes.

Siempre que estén situadas a una altura de 2 m o más, deberán disponer de barandillas de seguridad a ambos lados (pasamano a 900 mm, barra intermedia a 450 mm y rodapié de 150 mm de altura respecto a la superficie de la propia pasarela).

La resistencia de la pasarela será la adecuada para soportar el peso de las personas que la utilicen además de tener la superficie antideslizante.

En cualquier caso, se evitará la utilización simultánea por parte de dos o más trabajadores de las pasarelas o escaleras.

Los andamios deben montarse sobre una superficie plana y compactada o en su defecto sobre tablas, tablones planos de reparto o durmientes y debe estar claveteado en la base de apoyo del andamio. No se debe permitir el apoyo sobre ladrillos, bovedillas, etc.

#### **- *GOLPES Y CORTES POR USO DE HERRAMIENTAS/MÁQUINAS***

- En cuanto al uso de herramientas/máquinas debemos tener en cuenta las siguientes medidas preventivas:

Selección de la herramienta/máquina correcta para el trabajo a realizar. Mantenimiento de las herramientas/máquinas en buen estado.

Uso correcto de las herramientas/máquinas. Evitar un entorno que dificulte su uso correcto.

Guardar las herramientas/máquinas en lugar seguro.

Asignación personalizada de las herramientas/máquinas siempre que sea posible.

El mantenimiento general de las herramientas/máquinas manuales deberá ser realizado por trabajadores cualificados y siempre siguiendo las instrucciones del fabricante, evitando en todo caso efectuar reparaciones provisionales.

- Para el transporte de las herramientas/máquinas se deben tomar las siguientes medidas (Ver *Riesgo de Caída de objetos desprendidos y manipulados*):

El transporte de herramientas/máquinas se debe realizar en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados para ello.

Las herramientas no se deben llevar en los bolsillos sean punzantes o cortantes o no.

Cuando se deban subir escaleras o realizar maniobras de ascenso o descenso, las herramientas/máquinas se llevarán de forma que las manos queden libres.

- Información y formación específica en riesgos de sus tareas.
- Uso de los Equipos de Protección Individual

### ***POSICIONES FORZADAS***

- Uso de los Equipos de Protección individual
- Respeto de las pausas periódicas establecidas en la programación de trabajo
- Limitación de los tiempos de trabajo
- Aplicación de las técnicas y procedimientos de seguridad en los trabajos verticales
- Mientras no exista homologación de sillas o asientos de trabajo, estas deberán, no solo garantizar la seguridad de trabajador en todo momento, si no que su diseño las harán cómodas para el trabajador y provistas de todos los accesorios necesarios para realizar sus tareas.
- Información y formación específica en riesgos de sus tareas.

### ***- RIESGOS ASOCIADOS A CONDICIONES CLIMÁTICAS ADVERSAS***

- En general, se suspenderán las actividades cuando las condiciones meteorológicas (lluvia, viento, nieve o hielo, tormentas eléctricas,...) puedan poner en compromiso la seguridad de los trabajadores. Se deben suspender los trabajos en regímenes de viento iguales o superiores a 15 metros por segundo.

- Ropa de trabajo adecuada

## EQUIPOS

### - ***EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (Variarán en función de la tarea a realizar)***

- Casco de seguridad
- Guantes
- Ropa de trabajo
- Calzado de seguridad

### - ***EQUIPO DE TRABAJO O SUSPENSIÓN:***

- Arnés de suspensión.
- Cabo de anclaje
- Mosquetones con seguro.
- Descendedor autoblocante
- Bloqueadores de ascenso.
- Cuerda de suspensión

### - ***EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL ANTICAÍDAS***

- Arnés anticaídas.
- Cabo de anclaje.
- Mosquetones con seguro automático.
- Bloqueadores anticaídas.
- Cuerda de Seguridad.

### - ***PROTECCIONES A TERCEROS.***

- Medios más habituales: Andamios de protección hasta 4 m, con viseras, plataformas y toldos, Redes y Bandejas colgantes.
- Se cumplirá la normativa específica sobre los sistemas de protección de la vía pública a cumplir en cada municipio.
- Cuando el trabajo a realizar sea de corta duración y el área de trabajo sea pequeña, se instalará una red de protección que envuelva la zona de trabajo.
- Cuando se interviene en la totalidad de la fachada, una protección en la primera planta es imprescindible, y el andamio tubular es lo más adecuado. La protección consta de una plataforma rígida y una lona protectora

## TRANSPORTE DE MATERIALES DE TRABAJO Y DE HERRAMIENTAS

Las herramientas y materiales más pequeños, se transportarán en la bolsa de trabajo (petate) o en un cubo, cesta o caja. Para evitar caídas accidentales de estos objetos se debe colocar el cubo o petate debajo del punto de instalación.

También es posible asegurar las herramientas con cordinos a las cintas que los arneses tienen destinadas a tal fin.

Las herramientas de mayor tamaño no se llevarán en bolsas de trabajo sin asegurarlas mediante un cordino independiente. Este podrá estar anclado a una cuerda auxiliar de suspensión para herramientas o directamente a las anillas dispuestas en el arnés del trabajador o a la silla.

Las herramientas que resultan incómodas suspendidas del arnés (y obligatoriamente, las que pesen más de 10 Kilos), deben anclarse directamente a la cuerda auxiliar, instalada expresamente para este fin.

Los materiales líquidos como el agua, se transportará mediante recipientes cerrados. Cuando se trate de pinturas, se usará contenedores de pintura de paredes altas, no llenándose más de un tercio de la altura del mismo. Cuando se trate de productos químicos potencialmente agresivos, se tomarán medidas de protección suplementarias tanto para el trabajador como para las cuerdas (uso de fundas 1,5 metros por encima del trabajador)

Cuando se utilicen herramientas de corte, se sustituirá el cabo de anclaje por cadena metálica.

En ningún caso se dejará colgada la herramienta del cable de suministro de energía.

Es importante que la conexión entre el cable de la máquina y el cable de extensión no se pueda desenchufar de manera accidental o por efecto del peso del cable. Para evitar que esto suceda, se realizará un nudo simple con ambos cables (sin apretarlo) de tal forma que el punto de conexión no sufra ninguna tensión.

### *Se suspenderán los trabajos exteriores con herramientas eléctricas durante los periodos lluviosos.*

Cuando se haga uso de herramientas calorífugas, el trabajador se suspenderá de cables de acero (5 mm diámetro) o cadenas metálicas, en los últimos 2 metros por encima del trabajador. Esta medida de protección se llevará a cabo mediante la colocación de un bloqueador en la cuerda de trabajo del cual se sujeta el cable o la cadena, estando el trabajador anclado al final de este elemento.

Las herramientas cortantes deberán estar protegidas en su parte cortante con un resguardo retráctil, de tal forma que solo se retirará durante el tiempo de uso.

## 1. SOLDADURA

### Riesgos más frecuentes

- Los derivados de las radiaciones del arco voltaico.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Quemaduras.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños (picado de cordón de soldadura).

### Procedimientos de trabajo seguro

- Soldadura

Es obligatoria la sustitución del cabo de anclaje por cadena metálica, en todos los trabajos que impliquen soldadura o que puedan comprometer las condiciones de seguridad del cabo de anclaje.

Las herramientas de mayor tamaño no se llevarán en bolsas de trabajo sin asegurarlas mediante un cordino independiente. Este podrá estar anclado a una cuerda auxiliar de suspensión para herramientas o directamente a las anillas dispuestas en el arnés del trabajador o a la silla.

Controlar cables y aislamientos antes de usar.

Si los terminales o enchufes están en mal estado, comunicarlo inmediatamente a su superior.

Revisar los aislamientos de los cables eléctricos al comenzar cada tarea desechando todos aquellos que no están en perfecto estado.

En ningún caso se dejará colgada la herramienta del cable de suministro de energía.

Es importante que la conexión entre el cable de la máquina y el cable de extensión no se pueda desenchufar de manera accidental o por efecto del peso del cable. Para evitar que esto suceda, se realizará un nudo simple con ambos cables (sin apretarlo) de tal forma que el punto de conexión no sufra ninguna tensión.

Se evitará que los cables descansen sobre objetos calientes, charcos, bordes afilados o cualquier otro lugar que pudieran dañarlos.

Se evitará que pasen vehículos por encima o que sean golpeados o que las chispas de soldadura caigan sobre los cables.

Cuando los cables de soldar opongan resistencia al manejarlos, no se tirara de ellos.

El cable de masa se conectara sobre la pieza a soldar o lo mas cerca que sea posible.

Antes de realizar cualquier modificación en la maquina de soldar se cortará la corriente, incluso cuando la movemos.

No dejar conectadas las maquinas de soldar en los momentos de suspender momentáneamente las tareas.

Los trabajos de soldadura se realizarán con los Equipos de protección individual necesarias: gafas y pantalla, guantes, mandil, polainas, etc.

El descascarillado de los cordones de soldadura se realizará con protección ocular.

Se suspenderán los trabajos de soldadura bajo el régimen de lluvias, en prevención del riesgo eléctrico.

Los porta electrodos tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad. Se controlará que el soporte utilizado no esté deteriorado.

Las operaciones de soldadura en zonas húmedas o muy conductoras de la electricidad no se realizarán con tensión superior a 50 voltios. El grupo de soldadura estará en el exterior del recinto en el que se efectúe la operación de soldar.

Las operaciones de soldadura en condiciones normales no se realizarán con tensiones superiores a 150 voltios si los equipos están alimentados por corriente continua.

### Equipos de protección individual

Casco de seguridad.

Pantalla de soldadura de sustentación manual.

Gafas de seguridad para protección de radiaciones por arco voltaico Mono de trabajo.

Botas de seguridad.

Guantes de cuero.

Manguitos, polainas y mandil de cuero.

Guantes aislantes (maniobras en el grupo bajo tensión).

El Equipo Vertical Personal se complementará con una cadena que sustituirá al cabo de anclaje en la zona en la que se estén realizando los trabajos de soldadura.

## 2. RIESGOS Y MEDIDAS EN EL USO DE MÁQUINAS/HERRAMIENTAS

### HERRAMIENTAS MANUALES

- En cuanto al uso de herramientas debemos tener en cuenta las siguientes medidas preventivas:
  - Selección de la herramienta correcta para el trabajo a realizar. Mantenimiento de las herramientas en buen estado.
  - Uso correcto de las herramientas.
  - Evitar un entorno que dificulte su uso correcto. Guardar las herramientas en lugar seguro.
  - Asignación personalizada de las herramientas siempre que sea posible.

El mantenimiento general de las herramientas/máquinas manuales deberá ser realizado por trabajadores cualificados y siempre siguiendo las instrucciones del fabricante, evitando en todo caso efectuar reparaciones provisionales.

- Para el transporte de las herramientas se deben tomar las siguientes medidas:
  - El transporte de herramientas se debe realizar en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados para ello.
  - Las herramientas no se deben llevar en los bolsillos sean punzantes o cortantes o no.
  - Cuando se deban subir escaleras o realizar maniobras de ascenso o descenso, las herramientas se llevarán de forma que las manos queden libres.
- Información y formación específica en riesgos de sus tareas.
- Uso de los Equipos de Protección Individual

### 3. RIESGOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA EL USO DE MEDIOS AUXILIARES

#### ANDAMIOS TRANSPORTABLES

##### **Riesgos más frecuentes**

- Caídas al mismo y a distinto nivel
- Caída de objetos
- Golpes por objetos
- Sobreesfuerzos

##### Procedimientos de trabajo seguro

Las plataformas de trabajo no sobresaldrán por los laterales más de 40 cm. para evitar el riesgo de vuelco.

La distancia entre borriquetas no será superior a 2,5m. para evitar grandes flechas.

Las plataformas de trabajo tendrán una anchura mínima de 60 cm.

Los andamios móviles, las ruedas no serán nunca soporte del andamio cuando se trabaje en el, debiendo quedar calzados con gatos.

Los trabajos en andamios de borriquetas en los balcones, tendrán que ser protegidos de los riesgos de caídas de alturas a distinto nivel mediante la colocación de cuerdas de seguridad ancladas a puntos fuertes de la estructura, cuerdas a las que nos uniremos mediante la boga de anclaje del arnés de seguridad.

##### Equipos de protección individual

Calzado antideslizante.

Ropa de trabajo.

Casco de polietileno, preferible con barbuquejo.

Arnés de seguridad



#### 4. COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación de los coordinadores en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

1. Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
2. Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
3. Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
4. Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
6. Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador

#### 5. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, el Contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un **plan de seguridad y salud** en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud o por la Dirección Facultativa, en su caso. Durante la ejecución de la obra, este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del coordinador en materia de seguridad y salud. Cuando no fuera necesaria la designación del coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas; por lo que el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los antedichos, así como de la Dirección Facultativa.

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
  - Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros
  - Recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - Cooperación entre todos los intervinientes en la obra
  - Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

## **6. LIBRO DE INCIDENCIAS**

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicado y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 h una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente, notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

## **7. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Cuando el coordinador durante la ejecución de las obras, observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos, o en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados por la paralización a los representantes de los trabajadores.

## **8. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

