



industriales  
etsii

Escuela Técnica  
Superior  
de Ingeniería  
Industrial

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

**Diseño del brazo actuador de un dispositivo estampador para el marcado en serie de la marca de fabricante en el mango de útiles herramientas durante su proceso de fabricación en serie.**

Documento N°1 MEMORIA

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

El graduado, Miguel Navarro Agüera  
Cartagena, 23 de JULIO 2017

1. Introducción.....	1
2. Objeto.....	1
3. Titular.....	1
4. Situación de la Instalación.....	2
5. Legislación y normativa aplicable.....	2
5.1 Normativa diseño industrial.....	2
5.2 Normativa industrial.....	3
5.3 Normativa para aceros.....	3
5.4 Acotación.....	3
5.5 Normativa de fabricación.....	4
5.6 Códigos de diseño.....	4
5.7 Reglamento de seguridad en máquinas.....	4
6. Características físicas y geométricas de la pieza a estampar.....	4
6.1 Introducción.....	4
6.2 Características geométricas de la pieza.....	4
6.3 Breve estudio del material de la pieza.....	5
6.4 Descripción de la instalación.....	6
7. Principio de funcionamiento.....	9
8. Plazo de ejecución de la instalación.....	9
9. Estudio de seguridad y salud.....	9
10. Forma de pago.....	10
11. Memoria medioambiental.....	10
12. Conservación y mantenimiento.....	11
13. Presupuesto.....	12
14. Bibliografía.....	12
15. Agradecimientos.....	13
16. Documentos de que consta este proyecto.....	13
17. Conclusión a la memoria.....	14

## **1. INTRODUCCIÓN**

Este proyecto de fin de grado ha sido ofrecido y dirigido por el profesor D. Mariano Saura e Ignacio Gonzalez, de el departamento de Ingeniería Mecánica de la Escuela superior de Ingeniería Industrial la Universidad Politécnica de Cartagena, a fin de completar los estudios y la obtención del título de graduado en Ingeniería Industrial.

## **2. OBJETO**

Dada la necesidad de que toda herramienta debe poder ser identificada antes y durante su manejo mediante datos que sirven para facilitar la búsqueda de la misma, como son la marca del fabricante, su modelo o su número de serie, se hace necesario que todos estos datos sean estampados en el cuerpo de la herramienta. El presente proyecto tiene por objeto el diseño de una estampadora mecánica, para el sellado en llaves combinadas de boca fija, de la marca, número de serie y modelo del fabricante, y siguiendo las siguientes especificaciones:

- El proceso de sellado se producirá en el paso previo a los tratamientos térmicos en la cadena de formación de la herramienta.
- La pieza será situada en el punto de sellado por un operario.
- El sello de la estampadora será intercambiable dependiendo de la llave.
- La instalación será diseñada en base a un mecanismo de sellado por medio de una cadena cinemática biela-manivela.

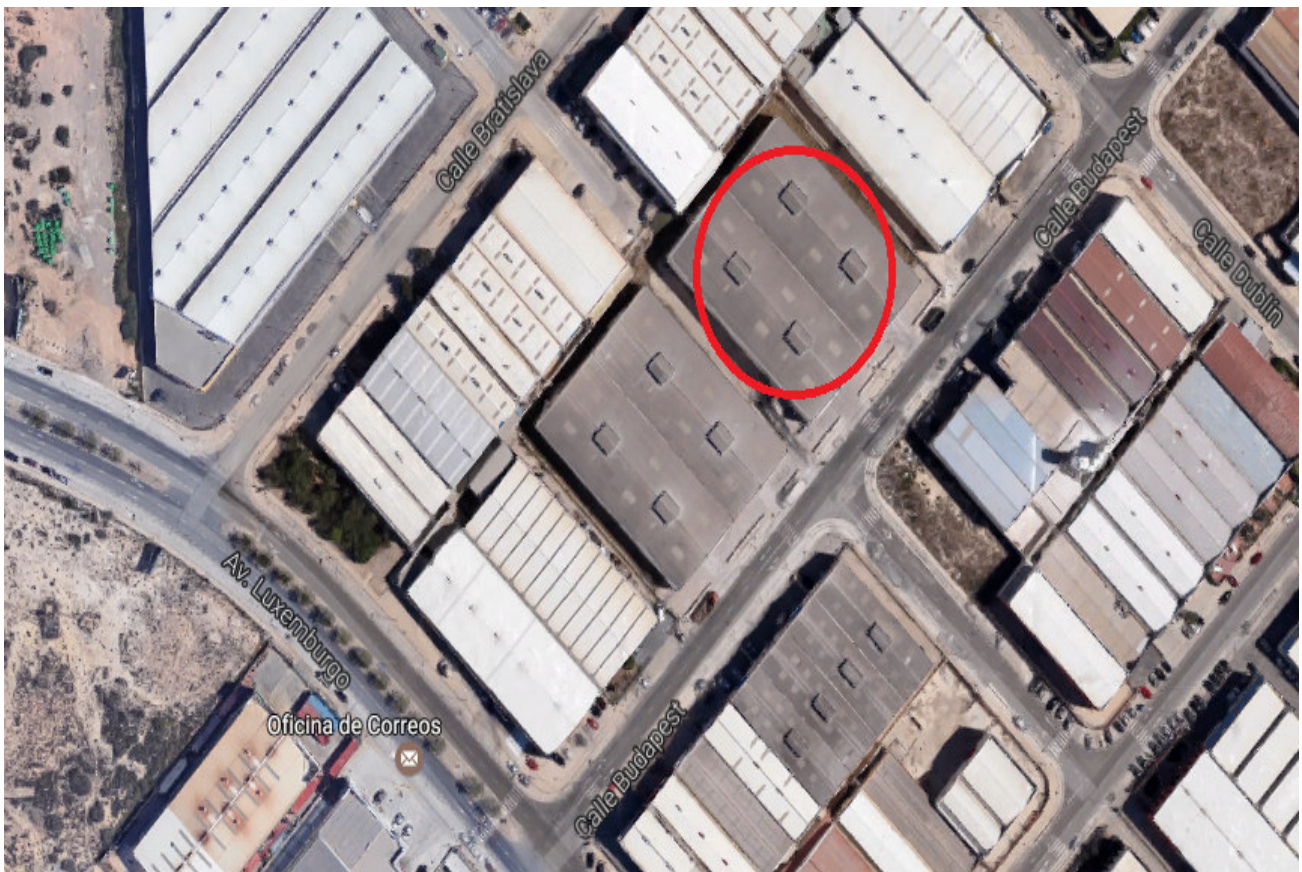
## **3. TITULAR**

Proyecto realizado por el alumno de Grado en Ingeniería Mecánica, Miguel Navarro Agüera. Tutelado por los profesor de la UPCT Mariano Saura e Ignacio Gonzalez. Servirá como Trabajo Fin de Grado para el alumno, y solo será empleado para fines docentes y educativos.

## **4. SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN**

La instalación estará situada en una nave en el Polígono Industrial Cabezo Beaza de Cartagena.

### **Plano de situación.**



## **5. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE**

### **5.1. NORMATIVA DISEÑO INDUSTRIAL**

#### **5.1.1. SOBRE EJES:**

- Norma DIN 748 sobre extremos de ejes cilíndricos

#### **5.1.2. SOBRE RODAMIENTOS y COJINETES:**

- Norma UNE 18 113 83 1R sobre rodamientos. Capacidad de carga dinámica y vida útil. Métodos de cálculo.
- Norma UNE 18 037 84 1R Rodamientos radiales. Medidas principales. Plan general.

#### **5.1.3. SOBRE CHAVETAS:**

- Norma DIN sobre chavetas. Ranuras. Dimensiones y aplicación.

## **5.2. NORMATIVA INDUSTRIAL**

### **5.2.1. NACIONAL**

- Ley 21/1992 de 16 de julio, de Industria.
- Real Decreto 697/1995, de 28 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Registro de Establecimientos Industriales de ámbito estatal.
- Real Decreto 251/1997, de 21 de febrero de 1987, por el que se aprueba el Reglamento del Consejo de Coordinación de la Seguridad Industrial
- Real Decreto 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del Registro Integrado Industrial.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio

### **5.2.2. REGIONAL**

- Orden Consejería De Industria, Trabajo y Turismo, 14 Julio 1997 4/8/1997 Contenido de proyectos. Contenido mínimo de los proyectos técnicos de determinados tipos de instalaciones industriales. Ley de contenidos mínimos de la región de Murcia (C.A.R.M).

## **5.3. NORMATIVA PARA ACEROS**

- Norma AISI/SAE sobre aceros y aleaciones de materiales no ferrosos.

## **5.4. ACOTACIÓN**

- Norma UNE 1 039 94 sobre dibujos técnicos. Principios generales de acotación, definiciones métodos de ejecución e instalaciones especiales
- Norma UNE 1 121 75/3 sobre dibujos técnicos. Tolerancias de forma y posición.



### **5.5. NORMATIVA DE FABRICACION**

- Normativa DIN sobre procesos de fabricación.

### **5.6. CÓDIGOS DE DISEÑO**

- Código de diseño AGMA para el cálculo de diámetros de ejes a estática y a fatiga.

### **5.7. REGLAMENTO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS**

- Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas. B.O.E. nº 173 21 de julio de 1986. El Convenio 119, de la Organización Internacional del Trabajo.
- Orden de 8 de abril de 1991 por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MSG-SM-1 del REGLAMENTO DE SEGURIDAD EN LAS MAQUINAS, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de PROTECCIÓN USADOS.
- REAL DECRETO 1435/1992, de 27 de noviembre, que transpone a la legislación española: Directiva 89/392/CEE " DIRECTIVA MAQUINAS " (Seguridad en maquinaria estática).
- Directiva 91/368/CEE, Modifica la directiva 89/392/CEE e incorpora la maquinaria móvil.

## **6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GEOMÉTRICAS DE LA PIEZA A ESTAMPAR.**

### **6.1 INTRODUCCIÓN**

Las llaves combinadas de boca fija presentan dos aberturas en forma de U (que coinciden con las caras opuestas de un tornillo o una tuerca de cabeza cuadrada o hexagonal) en ambos extremos, con un tamaño diferente en cada extremo que combina cifras consecutivas o con diferencia de dos milímetros en las medidas grandes.

### **6.2 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA PIEZA.**

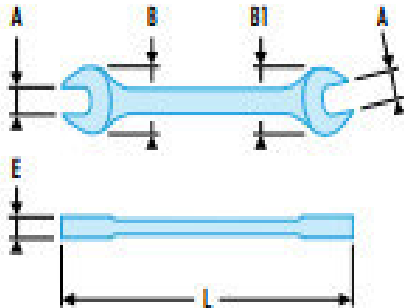
Las medidas y especificaciones de las llaves de boca fija, responden a las normas ISO 10102, DIN 3110, NF ISO 3318 Y NF ISO 10102, y el mercado dispone, generalmente , de los siguientes tamaños de abertura, dependiendo del fabricante:

- Dimensiones métricas: de 3,2 x 5,5 mm a 46 x 50 mm (por ejemplo 6 x 7, 10

DISEÑO MECANISMO ESTAMPACIÓN EN LLAVES COMBINADAS DE BOCA FIJA  
(MEMORIA)

x 11, 14 x 15 mm, etc.).

Dado que las llaves combinadas de boca fija tienen un tamaño normalizado, hemos accedido al catálogo de llaves de boca fija del Grupo Pegamo, del que hemos obtenido esta tabla.



**NF ISO 10102, NF ISO 3318, NF ISO 1711-1, NF ISO 691, ISO 10102, ISO 3318, ISO 1711-1, ISO 691, DIN ISO 1711-1, DIN ISO 691, DIN 3110**

- Llaves fijas = las horquillas son más finas que una llave fija estándar para un mejor acceso. Ejemplos: abrazaderas de freno, contratuercas de flexibles hidráulicos.
- Cabezas inclinadas a 15°.
- Dimensiones métricas: de 3,2 a 42 mm.
- Presentación: cromada satinada.

⇒	A [mm]	B x B1 [mm]	E [mm]	L [mm]	ΔΔ [g]
44.3,2X5,5	3,2x5,5	11,0 x 13,5	3,0	90	10
44.4X5	4x5	11,0 x 13,5	3,0	90	10
44.6X7	6x7	15,0 x 17,5	3,5	120	20
44.8X9	8x9	18,5 x 21,0	3,8	137	30
44.8X10	8x10	19,0 x 23,0	4,2	143	40
44.10X11	10x11	23,0 x 25,0	4,7	152	50
44.10X13	10x13	23,0 x 29,0	5,1	162	60
44.11X13	11x13	25,5 x 29,0	5,1	167	65
44.12X13	12x13	25,5 x 29,0	5,1	167	65
44.12X14	12x14	29,0 x 33,5	5,5	177	80
44.14X15	14x15	31,0 x 33,0	5,5	182	90
44.13X17	13x17	31,0 x 37,0	6,3	192	120
44.16X17	16x17	35,5 x 37,0	6,3	200	120
44.16X18	16x18	37,0 x 42,0	6,8	210	145
44.17X19	17x19	37,0 x 42,0	6,8	210	145
44.18X19	18x19	39,0 x 42,0	7,3	220	160
44.20X22	20x22	43,0 x 48,5	7,5	240	200
44.21X23	21x23	47,0 x 50,5	8,3	242	220
44.22X24	22x24	47,5 x 52,0	8,8	261	260
44.24X27	24x27	51,0 x 58,0	8,8	270	325
44.25X28	25x28	56,0 x 61,6	8,8	282	360
44.26X28	26x28	56,0 x 61,6	8,8	282	360
44.27X29	27x29	59,0 x 64,0	9,5	301	450
44.27X30	27x30	59,0 x 64,0	9,5	301	450
44.27X32	27x32	63,0 x 70,0	9,8	318	515
44.30X32	30x32	63,0 x 70,0	9,8	318	515
44.33X35	33x35	71,0 x 75,0	11,5	342	720
44.34X36	34x36	71,0 x 75,0	11,5	342	720
44.36X41	36x41	78,0 x 87,0	12,0	381	945
44.38X42	38x42	78,0 x 87,0	12,0	381	945

### 6.3 BREVE ESTUDIO DEL MATERIAL DE LA PIEZA.

Las piezas están hechas de acero para herramientas, este acero está destinado a modificar forma, tamaño de materiales por cortadura, presión o arranque de viruta.

El más utilizado para herramientas de diversos usos es acero al carbono (entre 0,5 y 1,4% de contenido en carbono) consiguen así una buena dureza superficial en el temple, son aceros exclusivos para trabajos en frío.

### **6.3.1 CARACTERÍSTICAS**

Son aceros duros, con alto límite a fatiga. Resistentes a altas temperaturas, resistentes al revenido, al desgaste, a la abrasión y de alta tenacidad. Son aceros baratos y de fácil fabricación para producción de series cortas.

### **6.3.2 TRATAMIENTOS TÉRMICOS**

Después del mecanizado de la pieza, se somete a un recocido de alivio (para evitar pequeñas deformaciones), y finalmente se somete a un proceso de temple en tres fases para endurecer y reforzar el metal.

Posteriormente la pieza se sumerge en un baño de piedras cerámicas y una solución química durante aproximadamente ocho horas para un acabado brillante y lustroso.

A continuación se sumergen las llaves en una solución de Níquel para que sean resistentes al oxido, finalmente se someten a un proceso de cromado y enjuagado en agua.

## **6.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

Las llaves combinadas de boca fija se fabrican a partir de una barra de acero para herramientas que se divide en lingotes.

Los lingotes se calientan en un horno hasta una temperatura de 1000°C. Son llevados posteriormente hasta un prensa de forja, donde se le da la forma de la pieza y se elimina el metal sobrante que posteriormente se acumula para ser reutilizado.

Una vez enfriadas al aire, se lijan los bordes en una lijadora de banda.

Y es en el siguiente paso donde se produce el marcado de la pieza, aquí entra en juego el mecanismo del presente proyecto.

Un operario provisto de guantes resistentes al calor y de acuerdo con las medidas de seguridad del sistema, será el encargado de recoger las piezas y situarlas en sus respectivos soportes de la banda transportadora que las llevará hasta el punto exacto de sellado.

El estampado se hace mediante un sello cuyo relieve indica la marca del fabricante y el número de llave.

Para realizar el movimiento de estampación, un reductor acoplado a un motor



eléctrico producirá una vuelta completa de su eje para cada marcado de llave.

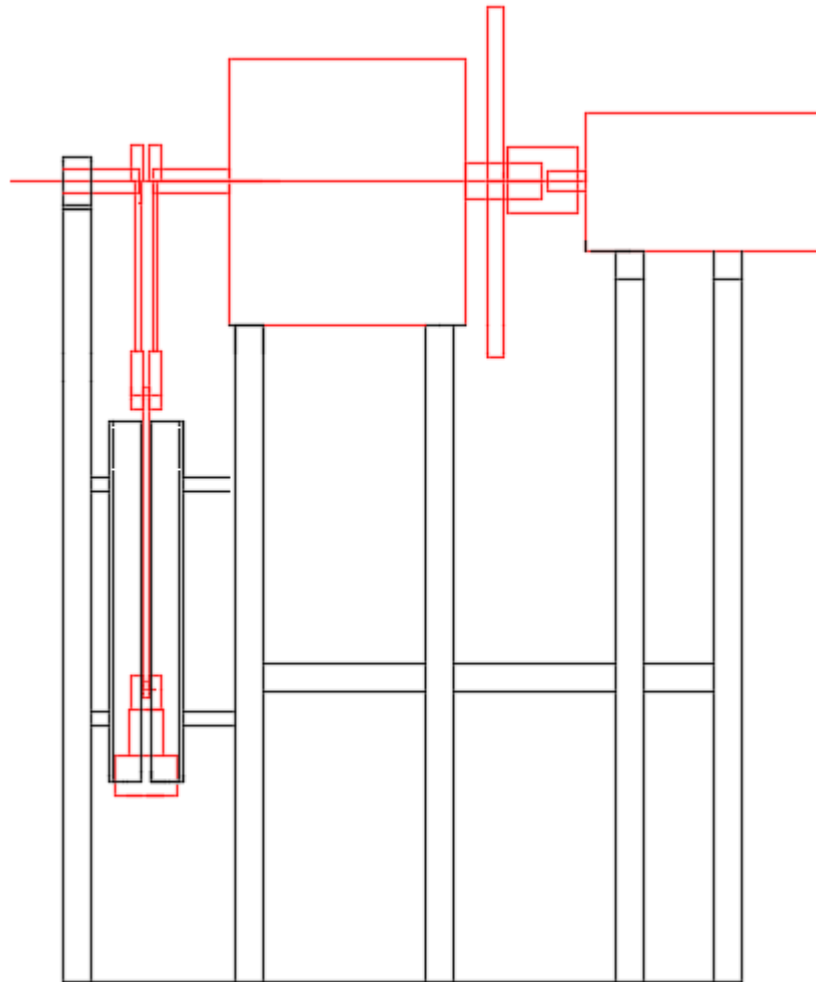
Para ello, al eje del reductor se le acoplará un mecanismo de biela-manivela.

Este sistema, termina en una barra selladora, la cual pasará por una guía que asegura un movimiento rectilíneo sin oscilaciones, en el extremo de esta barra se acoplará el sello, el cual es intercambiable debido a las distintas llaves que serán marcadas.

Para situar las llaves en el punto exacto de sellado, se acopla una polea a la salida del eje del reductor, la cual mediante una correa de transmisión hace girar la otra polea que mueve una banda transportadora a la misma velocidad que la barra de sellado.

Tras el proceso de marcado de la pieza, esta es sometida a un templado en tres fases para endurecer y reforzar el metal.

Un baño en piedras cerámicas y una solución química pulen las llaves durante ocho horas. Finalmente se sumergen en níquel para hacerlas resistentes al óxido, se les proporciona un tratamiento de cromado de la pieza y se enjuagan en agua.



#### 6.4.1 ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA MÁQUINA

- Motor eléctrico es el encargado de iniciar el movimiento de estampado.
- Reductor de velocidad reduce las revoluciones a la salida del eje del motor.
- Conjunto biela-manivela transforma el movimiento rotativo en movimiento rectilíneo.
- Guía asegura el movimiento horizontal de la barra selladora.
- Sello marca las llaves combinadas.
- Polea dirige la barra de sellado.
- Rodamientos empleados en los ejes
- Tornillos
- Tuercas
- Arandelas
- Poleas transmiten la fuerza necesaria para mover la cinta

- transportadora.
- Banda transportadora Es la encargada de situar las piezas en el puto exacto de sellado.

## **7. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

La selladora dispone de un motor y un reductor de velocidad. A partir de la velocidad reducida por este último, se produce un movimiento:

Se transforma el movimiento rotatorio en un movimiento lineal gracias al sistema biela manivela, y cuyo fin es el sellado de la pieza.

## **8. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

El plazo de fabricación para llevar a cabo la fabricación y montaje de la selladora es de 30 días, a contar de la fecha de inicio de su fabricación.

## **9. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **9.1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

El estudio precisará las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos, a la vez que se valora su eficacia. Además se contemplará las previsiones y las informaciones útiles necesarias para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Resulta de vital importancia, aplicar con todo su rigor el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, dado la especificidad de su articulado, en relación con la ejecución de las instalaciones eléctricas.

### **9.2. CONDICIONES TÉCNICAS**

En aplicación del Estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo, el contratista de la obra quedará obligado a elaborar un Plan de Seguridad e Higiene en el que se analice, estudie, desarrolle y complemente en función de su propio sistema de ejecución, las obras y las previsiones contenidas en el citado estado. El plan de seguridad deberá ser presentado antes del inicio de la obra a la Dirección Técnica encargada de su aprobación y seguimiento. Una copia deberá ser entregada al vigilante de seguridad.

Las funciones del vigilante de seguridad serán las establecidas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Es el responsable del cumplimiento del Plan de Seguridad.

### **9.3. PROTECCIONES PERSONALES**

Los medios de protección personal, simultáneos con los colectivos, son de obligado empleo, siempre que se precisen para eliminar o reducir riesgos profesionales. La protección personal no dispensa en ningún caso de la obligación de emplear los medios preventivos de carácter general, conforme a lo dispuesto por la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Todas las prendas homologadas deberán llevar el sello CE reglamentario.

### **9.4. CONDICIONES EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

Durante el proceso en el que se esté realizando la obra, la ejecución de la misma se realizará cumpliendo de manera obligatoria la Ley de Prevención de Riesgos Laborales

### **9.5. PRESUPUESTO DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN**

Se presupuestarán las partidas concernientes a las medidas preventivas necesarias para acometer la obra, así como las medidas y equipos de protección individual necesarios para realizar la correcta instalación de la transmisión.

## **10. FORMA DE PAGO**

El pago del costo del presente proyecto, se efectuará de la siguiente forma: El 60% en el momento en el que se realiza la entrega del proyecto y firma del contrato. Al finalizar la fabricación del conjunto de piezas, según lo estime conveniente el Ingeniero Técnico de fabricación, se abonará el 40% restante una vez que se efectúa la recepción definitiva.

## **11. MEMORIA MEDIOAMBIENTAL**

En el presente trabajo se seguirá la legislación ambiental vigente y que regula todos los aspectos relacionados con el medioambiente en España y Región de Murcia.

La normativa vigente en España es la siguiente:

- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos: Esta Ley tiene por objeto establecer el régimen jurídico aplicable a la evaluación de impacto ambiental de proyectos consistentes en la realización de obras, instalaciones, etc.

La normativa vigente en la Región de Murcia es la siguiente:

- Ley 4/2009, de 14 de mayo, de Protección Ambiental Integrada. La presente Ley tiene por objeto establecer el régimen jurídico y los procedimientos integrados de intervención administrativa a los que deben sujetarse los planes, programas, proyectos y actividades que puedan afectar al medio ambiente, así como diversos mecanismos de fomento, con la finalidad de alcanzar un elevado nivel de protección del medio ambiente en el marco de las competencias de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

## **12. CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Antes de la puesta en servicio se realizarán todas las inspecciones y ensayos indicados en la norma UNE-EN 620:2002

La conservación y mantenimiento del proyecto una vez entregado al propietario, corresponderá a éste, debiendo contratar los servicios de revisión y mantenimiento a una empresa homologada para tal labor y comprometerse a respetar y cumplir sus indicaciones.



### **13. PRESUPUESTO**

Perfiles y chapa	316,38€
Elementos normalizados	5,72 €
Acero para piezas	148,00 €
Productos de catálogo	663,69 €
Mano de obra	2975,00 €
TOTAL	4108,79 €

Asciende el presupuesto de ejecución material del presente proyecto a la cantidad de cuatro mil ciento ocho euros y setenta y nueve céntimos (4108,79 €).

Presupuesto de ejecución material	4108,79 €
12% beneficio industrial	493,05 €
TOTAL	4601,84 €

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata del presente proyecto a la cantidad cuatro mil seiscientos y un euros con ochenta y cuatro céntimos (4601,84 €).

### **14. BIBLIOGRAFIA**

- <http://ingemecanica.com/legisla/legisla.html> - **Legislación y normas**
- <http://www.monografias.com/trabajos14/palancas/palancas.shtml> - **información sobre bielas y manivelas**
- <http://www.motores-electricos.es/> - **catálogo de motores eléctricos**
- <http://www.cadersa.es/Pag72.htm> - **estandarización de chavetas**
- <http://www.otia.com.ar/otia/CATALOGO%2006-2005.pdf> - **estandarización arandelas Seeger**

- <http://www.indarbelt.com/pdf/rotex.pdf> - **catálogo acoplamientos**
- <http://www.uib.cat/depart/dfs/ca/MATERIALS2/Documents/2008-2009/TEMA%207%20ESTRUCTURA%20DE%20ACERO.pdf> – **información acero estructura**
- Normativa UNE
- Normativa ISO
- Shigley and Mischke Mechanical Engineering Design
- <http://www.pegamo.es/descargas/facom/catalogo/04LlavesFijas.pdf>- **nformación sobre llaves de boca fija**
- [http://www.esmebages.com/images/PDF/Datos\\_Tecnicos.pdf](http://www.esmebages.com/images/PDF/Datos_Tecnicos.pdf) - **Catalogo de prensas excentricas.**

## **15. AGRADECIMIENTOS**

Quiero mostrar mi infinita gratitud a todas las personas que en algún momento me alentaron y me ayudaron a llegar hasta aquí, profesores, amigos y compañeros.

A mis padres, por su inagotable paciencia y su incondicional apoyo y a toda mi familia y en especial a mi abuelo Pepe que me ha seguido en todo este camino, y en la vida también.

## **16. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO**

### I. Memoria

- Memoria descriptiva
- Anejos I cálculos justificativos
- Anejo II cálculo de estructura.

### II. Planos

### III. Pliego de condiciones

### IV. Presupuesto

## **17. CONCLUSIÓN A LA MEMORIA**

Estimando que para la redacción del proyecto se han tenido en cuenta las prescripciones de la legislación vigente y que de acuerdo con ellas se han cubierto las condiciones impuestas por la especificación entregada por el Departamento de Ingeniería Mecánica, se somete a aprobación por los organismos oficiales, dándolo por terminado.

El graduado que suscribe considera que en la descripción efectuada en la presente memoria, planos y pliego de condiciones, la máquina queda suficientemente detallada al objeto de su fabricación en taller y su posterior instalación en la nave industrial.



industriales  
etsii

Escuela Técnica  
Superior  
de Ingeniería  
Industrial

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

**Diseño del brazo actuador de un dispositivo estampador para el marcado en serie de la marca de fabricante en el mango de útiles herramientas durante su proceso de fabricación en serie.**

Documento N°1 MEMORIA

ANEJO N°1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

El graduado, Miguel Navarro Agüera  
Cartagena, 23 de JULIO 2017

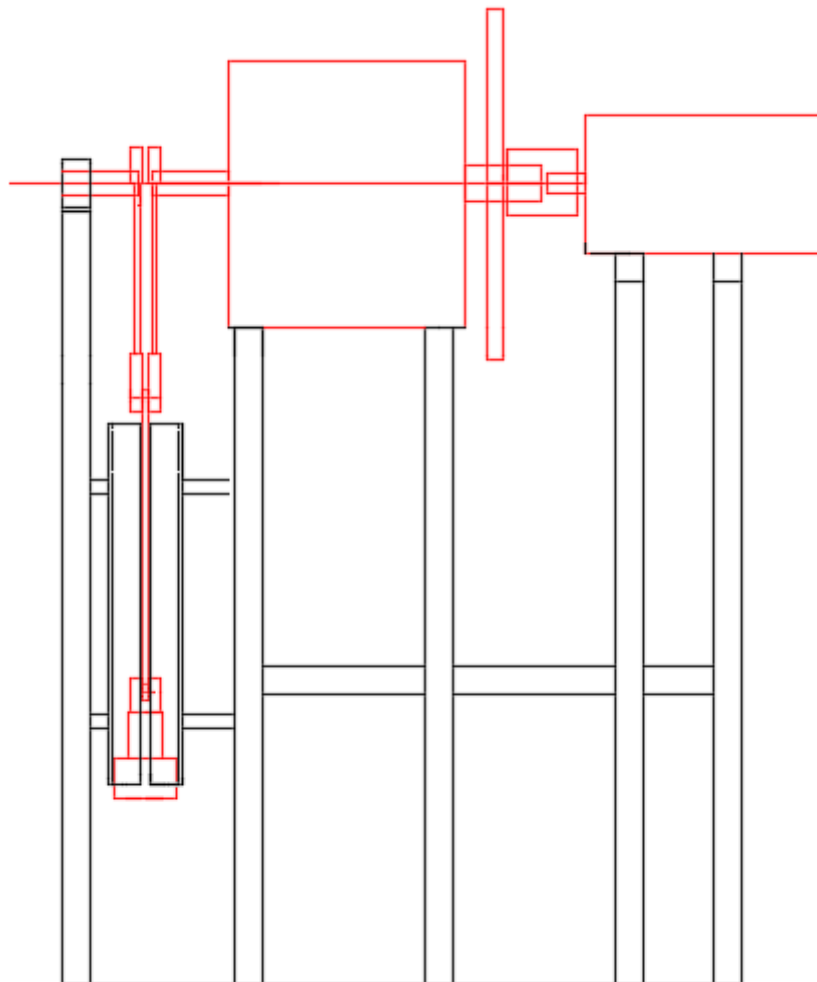
1. Introducción.....	1
2. Dimensionado del sello.....	5
2.1 Dimensionado de profundidad de sellado.....	6
2.2 Fuerza de sellado.....	6
3. Cálculo mecanismo biela-manivela.....	9
3.1 Análisis cinemático computacional.....	10
3.2 Longitud Biela Manivela.....	13
4. Velocidad angular del eje del motor.....	19
5. Dinámica inversa.....	19
5.1 Coeficientes de posición velocidad y aceleración.....	19
5.2 Fuerzas sobre los eslabones.....	22
5.3 Metodo matricial para el cálculo de fuerzas.....	25
5.4 Cálculo y dimensionado de la biela.....	25
6. Dinámica directa.....	32
7. Solución óptima de diseño del mecanismo.....	45
8. Selección del motor y motorreductor.....	53
9. Estudio de las fuerzas de ligadura.....	61
10. Cálculo de esfuerzos en las barras.....	64
11. Selección de Cojinetes de deslizamiento.....	76
12. Estructura.....	79
13. Mesa de estampación.....	88
14. Diagrama eléctrico.....	91



## 1.INTRODUCCIÓN

El punto de partida para comenzar a realizar los cálculos necesarios es la descripción y especificaciones de los componentes que conforman la máquina.

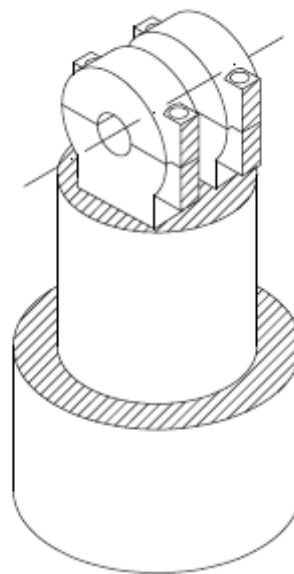
A continuación se muestra un esquema del mecanismo:



El mecanismo constará de las siguientes partes:

- **BARRA-PERCUTORA**

La barra a la cual va unido el sello y que realiza el movimiento de subida y bajada proporcionado por el mecanismo biela-manivela, tiene unas dimensiones como las mostradas en la siguiente figura:



La barra-percutora está unida a la biela por medio de un bulón de 12mm de diámetro, que en la parte de esta barra se acoplará mediante dos cojinetes de deslizamiento  $D_i=12\text{mm}$ ;  $D_e= 14\text{mm}$ ;  $b=12\text{mm}$

Se fabrican diferentes barras de sellado dependiendo de las llaves a sellar.

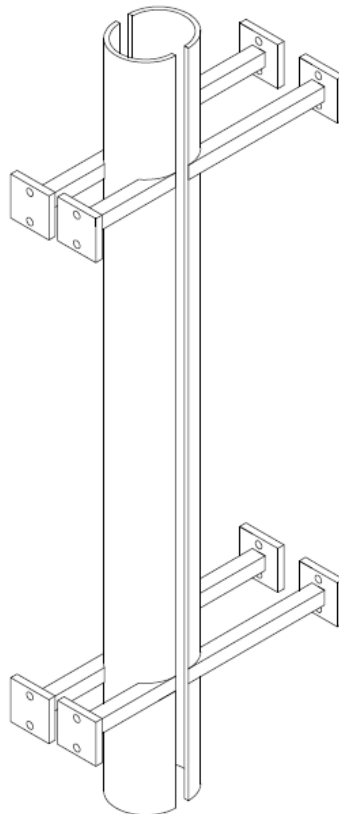
- **GUÍA**

El movimiento rectilíneo es asegurado por una guía de acero resistente a la fricción, con un espesor de tubo de 6 mm, y dado que la carrera que recorrerá el bulón es de 630 mm cm, la guía será de 514mm de longitud.

Ésta reparte los esfuerzos a través de 4 barras que se unen a la guía mediante soldadura a tope, y que se unen a la estructura del mecanismo mediante tornillería, y así aguantará las fuerzas producidas durante el movimiento de la barra percutora e imposibilitará cualquier otro movimiento que no sea en el eje vertical.

Además esta debe de ser lubricada periódicamente con aceite SAE 30 mediante goteo.

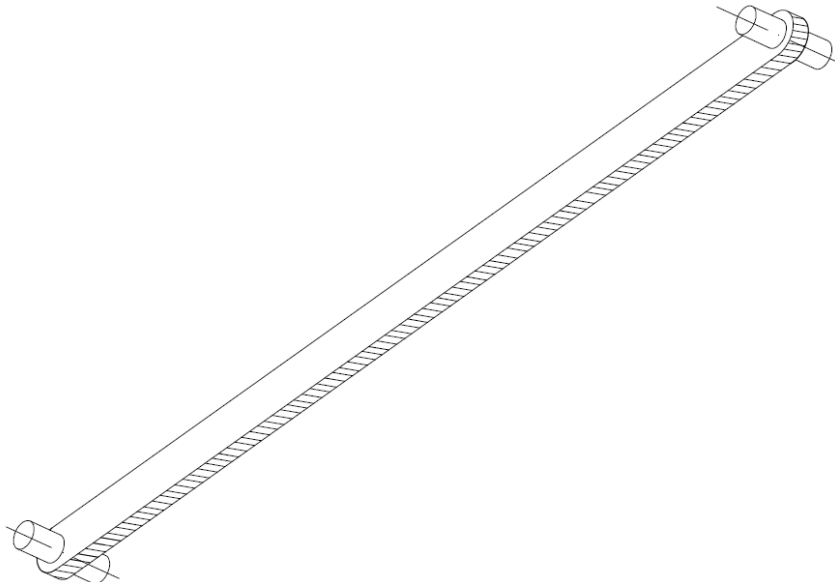
A continuación se puede ver un esquema de la guía:



- **BIELA**

El tamaño de la biela vendrá condicionado por los cálculos en los que se basa este proyecto, y que se muestran en apartados posteriores, dando como solución una biela con un tamaño entre ejes de 426 mm, con una anchura de la misma de 8 mm.

La biela lleva acoplada dos bulones exactamente iguales de 12 mm de diámetro y 40 mm de longitud.

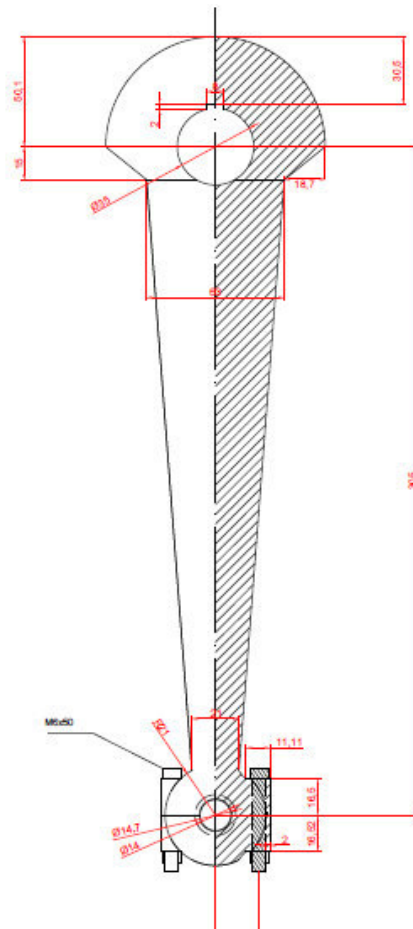


- **MANIVELA**

Para poder repartir los esfuerzos durante el sellado, y que la pieza sufra menos, se han diseñado dos manivelas iguales, una que conectará con la biela y con el eje del reductor de velocidad, y otra que conectará con otro eje que irá acoplado a la estructura tal y como se veía en el esquema del primer punto.

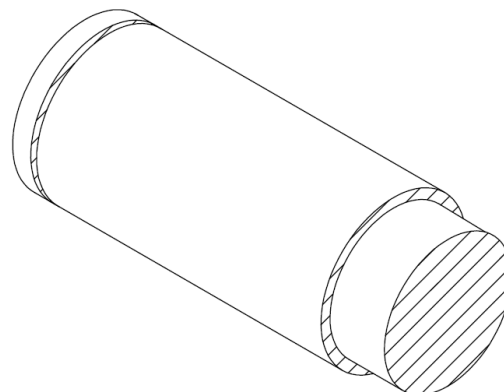
Para acoplar las manivelas a la biela se hará con dos cojinetes de deslizamiento que quedarán sujetos mediante el cerramiento de la manivela con tornillería.

Las dimensiones principales de esta , vendrán dadas por los mismos cálculos que la biela.



- **EJE**

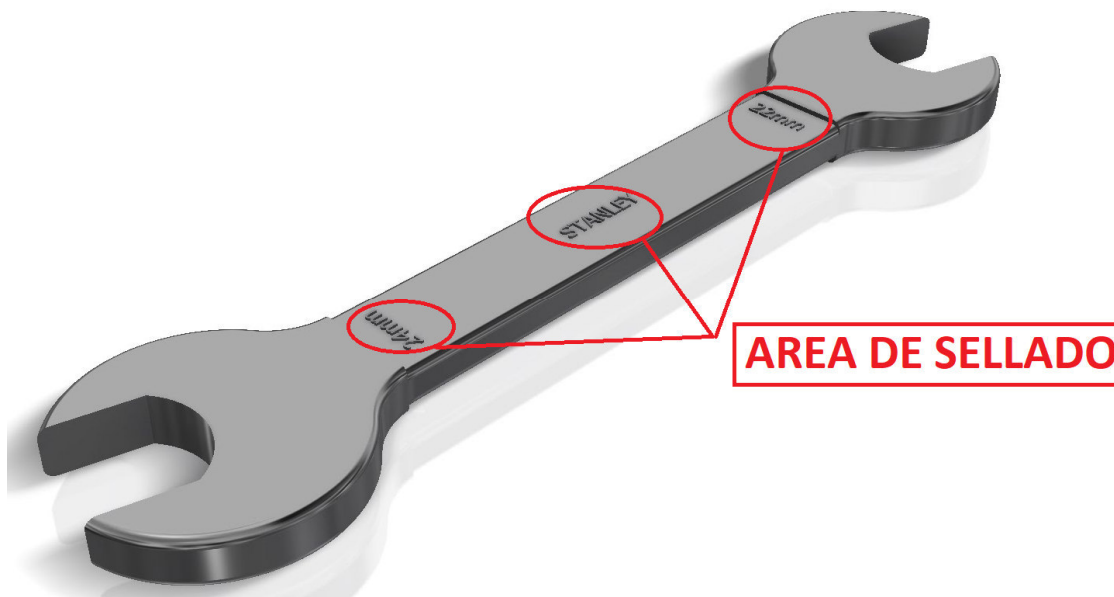
Para poder acoplar la segunda manivela , se ha diseñado un eje de proporciones parecidas a las del eje del reductor de velocidad y que a su vez soportará los esfuerzos en el momento de sellado.





## 2.-DIMENSIONADO DEL SELLO

Teniendo en cuenta que el área del sello variará dependiendo del tamaño de llave que este siendo marcada, y de acuerdo a la disposición que se muestra a continuación:



Se han determinado de acuerdo a los tamaños normalizados de las llaves, las siguientes áreas de sellado tanto para la llave más pequeña como para la llave más grande.

Área llave pequeña (de una cara) : Área número de llave  $\rightarrow 12\text{mm}^2$

Área marca  $\rightarrow 120\text{mm}^2$

Área total  $\rightarrow 144\text{mm}^2$

Área llave grande (de una cara) : Área número de llave  $\rightarrow 25\text{mm}^2$

Área marca  $\rightarrow 400\text{mm}^2$

Área total  $\rightarrow 450\text{mm}^2$

## 2.1.-DIMENSIONADO DE PROFUNDIDAD DE SELLADO

De acuerdo con las medidas estándares de las llaves combinadas de boca fija, y tras investigar sobre las estampadoras manuales de la marca Bornemann, he determinado que el sello de las piezas tiene un relieve de 1mm , luego esta será la profundidad de sellado por cada cara de la llave.



## 2.2.-FUERZA DE SELLADO

Para obtener la fuerza de sellado adecuada para los distintos tipos de llave, se ha hecho un estudio tanto de la pieza más pequeña como de la pieza más grande de la muestra de las llaves.

Para realizar dicho estudio se ha calculado el valor mínimo de fluencia para dejar la marca del sello en la pieza más grande, y posteriormente se ha comprobado que esta fuerza no rompa la llave más pequeña.

De la tabla de aceros al carbono para herramientas se han obtenido los valores de límite elástico y de tensión de rotura:

Material	Límite elástico (MPa)	Tensión de rotura (MPa)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
Acero A36	250	400	7,8
Acero al carbono 1090	250	841	7,58

Fuerza de sellado: La fuerza de sellado se puede calcular mediante la siguiente fórmula.

$$F_s = P_s \times A_s$$

F<sub>s</sub>= Fuerza de sellado (N)

P<sub>s</sub>= Presión (Pa)

A<sub>s</sub>= Area de sellado (m<sup>2</sup>)

Valor mínimo de fluencia

Llave grande:  $F_s = 2,5 * 10^8 * 0,00045 = 112500 \text{ N}$

Llave pequeña:  $F_s = 2,5 * 10^8 * 0,000144 = 36000 \text{ N}$

Dados los dos valores, el utilizado como fuerza de sellado será el mayor de ambos (112500 N), a continuación se comprueba que dicho valor no es superior al de rotura de la llave más pequeña.

### Valor de rotura

Llave pequeña:  $F_s = 8,41 * 10^8 * 0,000144 = 121104 \text{ N}$

Como se puede comprobar la fuerza mínima de fluencia de la llave grande, no es mayor que la fuerza máxima de rotura de la llave pequeña.

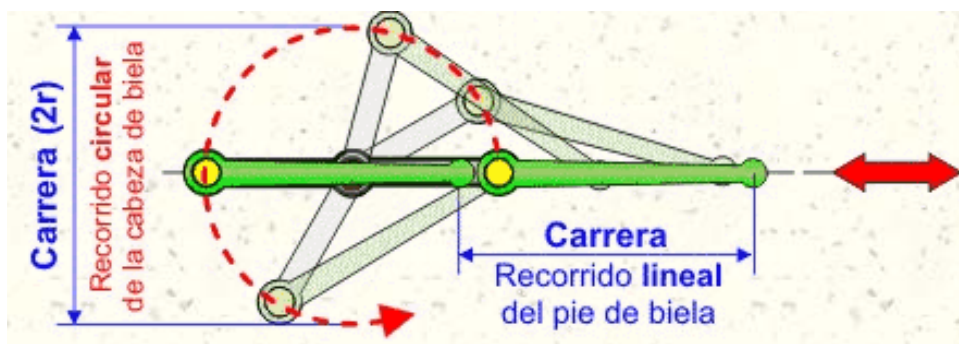
Luego se selecciona como valor de la fuerza de sellado:

$$F_s = 112500 \text{ N}$$

### 3.-CÁLCULO MECANISMO BIELA-MANIVELA

Para conseguir las dimensiones de las piezas se va a realizar un análisis cinemático y dinámico del mecanismo mediante la modelización vectorial del mismo, basado en la ecuación de cierre de cadena.

Lo que se consigue con esto es analizar una gran cantidad de soluciones posibles en un tiempo mínimo. Finalmente y tras imponer nuestro propio criterio de optimización, basado en escoger el mecanismo cuyas dimensiones ofrezcan una solución con las mínimas fuerzas de ligadura entre eslabones y el mínimo par motor, obtendremos la solución de tamaño de biela y manivela adecuados.



El punto de partida para comenzar el análisis es el siguiente:

Se buscan unas soluciones del mecanismo que proporcione que cuando la manivela gire el ángulo comprendido entre 265 a 270, la corredera recorrerá la distancia de dos milímetros (profundidad de sellado):

Ángulo Manivela	/	posición corredera
265	→	X m
270	→	X+0.002 m

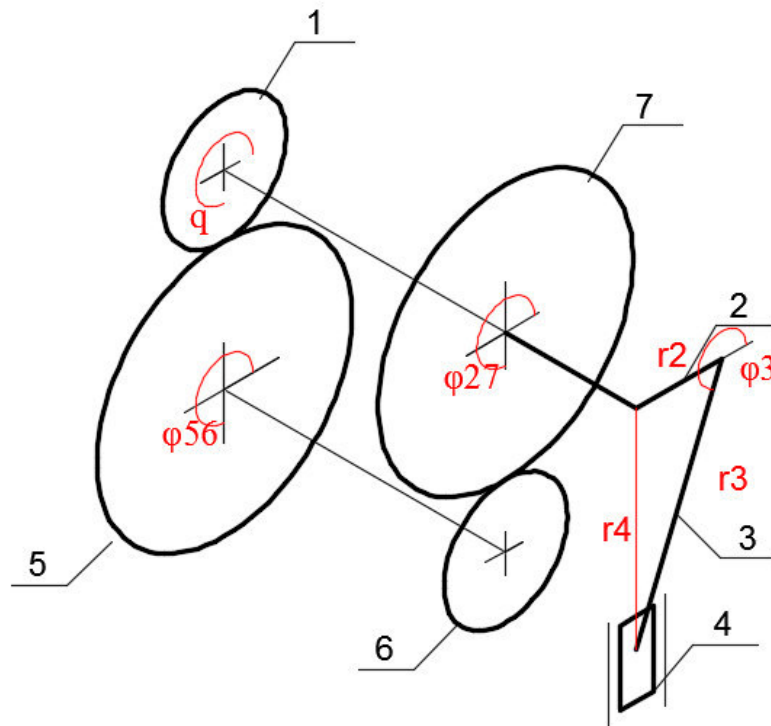
Lo que se va a hacer con esto, es una modelización matemática de todo el mecanismo mediante el programa Matlab, que nos permitirá introducirle un volumen de opciones de medida de biela y manivela posibles calculando para cada una de ellas las fuerzas que producen entre los eslabones del sistema, y pudiendo seleccionar así la opción más eficiente.

### 3.1.- ANÁLISIS CINEMÁTICO COMPUTACIONAL:

Para resolver el mecanismo vamos a hacer una modelización de este basada en la ecuación vectorial de cierre de cadena.

Esto permitirá conocer la posición exacta de cada uno de los eslabones del mecanismo, y gracias a esto se podrá abordar en apartados posteriores el análisis de velocidades y aceleraciones del mismo.

La modelización vectorial del mecanismo queda de la siguiente manera:



Ec. Cierre de cadena:

$$\hat{r}_2 + \hat{r}_3 = \hat{r}_4$$

Variables secundarias:

$$\varphi_2, r_4, \varphi_3$$

Ecuaciones de restricción para las posiciones en forma implícita:

$$F1 = x_{O2} + L2 * \cos(\varphi_2) + L3 * \cos(\varphi_3) - x_B$$

$$F2 = y_{O2} + L2 * \sin(\varphi_2) + L3 * \sin(\varphi_3) - r_4$$

$$F3 = Z1 * q - Z2 * \varphi_2$$

Matriz jacobiana [J]

$$[J] = \begin{bmatrix} \frac{dF1}{d\varphi3} & \frac{dF1}{dr4} & \frac{dF1}{d\varphi2} \\ \frac{dF2}{d\varphi3} & \frac{dF2}{dr4} & \frac{dF2}{d\varphi2} \\ \frac{dF3}{d\varphi3} & \frac{dF3}{dr4} & \frac{dF3}{d\varphi2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -r3*\text{sen } \varphi3 & 0 & -r2*\text{sen}\varphi2 \\ r3*\text{cos } \varphi3 & -1 & r2*\text{cos}\varphi2 \\ 0 & 0 & -Z2 \end{bmatrix}$$

Para plantear la solución al problema de posición, calculamos la matriz Inversa de la Jacobiana (traspuesta de la matriz de cofactores / determinante):  $[J]^{-1}$

Esta se ha calculado numéricamente mediante Matlab.

Solución a las ecuaciones de posición dado por el método de Newton-Raphson:

$$[\varphi]_i = [\varphi]_{i-1} - [J]_{i-1}^{-1} \cdot [F]_{i-1}$$

Coefficientes de velocidad:

$$[K] = [J]^{-1} * [Q]$$

Siendo [Q] la matriz jacobiana de las ecuaciones de posición derivadas respecto de las coordenadas independientes.

$$Q = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

K se calcula numéricamente mediante Matlab.

Derivada de los coeficientes de velocidad:

$$[L] = [J]^{-1} * [R]$$

### 3.2 LONGITUD DE BIELA Y MANIVELA.

Para obtener distintas medidas de los eslabones, se ha resuelto el problema mediante el siguiente código de Matlab, basado en la ecuación de Freudenstein, que permite establecer una relación entre la evolución angular de la barra conductora y la conducida en un mecanismo, y nos dará soluciones de longitud de la biela y longitud de la manivela.

Se trata de un problema de síntesis de generación de función, en el que se especifican los ángulos girados por la manivela, y las correspondientes distancias recorridas por la corredera para dichas posiciones de la manivela.

Jugando con las posiciones recorridas por la manivela y fijando para éstas, las tres posiciones correspondientes del terminal según la huella que se pretende dejar en las llaves, se obtienen un elevado número de soluciones de diseño. De éstas se descartan todas las que no cumplan las siguientes condiciones:

- 1- La manivela tiene que ser mayor de 10 cm.
- 2- La biela tiene que ser 10cm más grande que la manivela (ya que daría problemas de singularidad en la matriz jacobiana del sistema).



```

3      %% USO de ecuación de FREUDENSTEIN
4      % en manivela-biela-corredera con desplazamiento vertical de la corredera.
5
6      %   o   O2
7      % 2   \
8      %   o   A
9      % 3   /
10     %   /
11     % 4|o|   B
12
13     % Ec. FREUDENSTEIN:
14     % s·K1·sin(fi2) + K2·cos(fi2) - K3 = s^2
15     % Ec, modificada: - s·K1·sin(fi2) + K3 = s^2
16     % Utilizamos dos ecuaciones, en dos posiciones distintas
17     % del mecanismo (pares de valores [fi2, s] para calcular las constantes:
18     % K1 y K2.
19     % Formamos un sistema de 2 Ec. con 2 incógnitas.
20     % A X = B
21
22 -   clc
23 -   format long
24 -   i=0;
25 -   j=0;
26 -   a=0;
27 -   for sIni = 0.2:1e-2:0.8

```

```

31 -   angFin = 270;
32 -   angIni = angFin - incrAng;
33
34 -   fi2=[angIni angFin]'; % Angulos mainvela para diseño
35 -   s=[sIni sIni+2e-3]'; % carrera de la corredera
36
37 -   fi2 = fi2*pi/180; % pasamos de grados a radianes.
38
39 -   A=[-s(1)*sin(fi2(1)) 1
40 -     -s(2)*sin(fi2(2)) 1]; %
41 -   B = [s(1)^2
42 -     s(2)^2];
43
44 -   K = A\B;
45
46 -   r= K(1)/2;
47 -   l= sqrt(K(2)+a^2+r^2);
48
49 -   xB = a; L2 = r; L3 = l;
50
51 -   if (L2 > 10e-2 && L2+0.1 < L3)
52 -     i=i+1
53 -     Sol(i,:) = [sIni,angIni,xB,L2,L3];

```

```

55 -     else
56 -         j=j+1;
57 -     end
58 -     %sprintf('Sol[sIni= %d,angIni=%d]: xB = %d ; L2 = %d; L3 = %d',sIni,angIni,xB,L2,L3)
59
60 - end
61 - end
62 -     sprintf('Soluciones: válidas = %d ; no válidas = %d',i,j)
63 -     if i>= 1
64 -         sprintf('Sol[sIni,angIni,xB,L2,L3')
65 -         Sol

```

De donde hemos obtenido los siguientes resultados al ejecutarlo:

```

ans =

Soluciones: válidas = 208 ; no válidas = 1317

1.0e+02 *

0.0032000000000000    2.6100000000000000    0    0.001080857026972    0.002139142973028
0.0033000000000000    2.6100000000000000    0    0.001091896157189    0.002228103842811
0.0034000000000000    2.6100000000000000    0    0.001102495873252    0.002317504126748
0.0035000000000000    2.6100000000000000    0    0.001112681899594    0.002407318100406
0.0036000000000000    2.6100000000000000    0    0.001122477991113    0.002497522008887
0.0037000000000000    2.6200000000000000    0    0.001324807295987    0.002395192704013
0.0037000000000000    2.6100000000000000    0    0.001131906118130    0.002588093881870
0.0038000000000000    2.6200000000000000    0    0.001337279917053    0.002482720082947
0.0038000000000000    2.6100000000000000    0    0.001140986630877    0.002679013369123

```

Siendo la cuarta columna la referida a la longitud de la manivela, y la quinta la referida a la longitud de la biela.

Estas soluciones se analizan en la parte de dinámica directa e inversa, y se selecciona una solución en base al criterio antes mencionado.

Para resolver la cinemática del mecanismo se ha generado un nuevo código matlab basado en los cálculos obtenidos en el apartado anterior de cierre de cadena, y que además utiliza los resultados de medidas de los eslabones obtenidos en el modelo de Freudenstein, y que da solución a este problema.

```

##### ANALISIS CINEMATICO COMPUTACIONAL #####
#####

%% APLICACION AL mecanismo manivela- biela-corredera.%%

clear all % Borra todo (variables, puntos depuración...)
format long
%% PARTE 1: DATOS DEL MODELO _____

% datos obtenidos del diseño (freudenstein)
xB posición x de articulación corredera
L2 Longitud manivela.
L3 Longitud biela.
Sol = [0.0080000000000000 2.6050000000000000 0 0.001235013438579 0.006784986561421]*1e2
sIni = Sol(1); qIni = Sol(2); xB = Sol(3) ; L2 = Sol(4); L3 = Sol(5);
xO2 = 0; yO2 = 0; % posición apoyo fijo manivela
qp=1; qs=0; % velocidad y aceleración angular de manivela.
zz=1;
%% PARTE 2: VALORES INICIALES VARIABLES DEPENDIENTES para comenzar iteraciones.
fi1_0 = 4.712388980384690
fi2_0 = sIni;
fi_0 = [fi1_0
        fi2_0];

%% PARTE 3: BUCLE PARA EL ANÁLISIS. valores de q _____
for q=qIni:1:270
% PARTE 3.1: ANALISIS DE POSICION (Newton-Raphson)
    q_0=q*pi/180;
    i=i+1; % contador para numerar las filas de las matrices.
    % Ecuaciones de posicion

    n=0; F1=20; F2=20; % asignamos valores distintos de '0' para comenzar

    while abs(F1) + abs( F2) > tol

        n=n+1
        if n > 1500
            break
        end
        F1 = xO2 + L2*cos(q_0) + L3*cos(fi_0(1,1)) - xB ;
        F2 = yO2 + L2*sin(q_0) + L3*sin(fi_0(1,1)) + fi_0(2,1);

        F=[F1
           F2];

        Jacob=[ -L3*sin(fi_0(1,1))    0
                L3*cos(fi_0(1,1))   1];

        fi = fi_0 - inv(Jacob) * F;

        fi_0 = fi;
    end
end

```

```

end

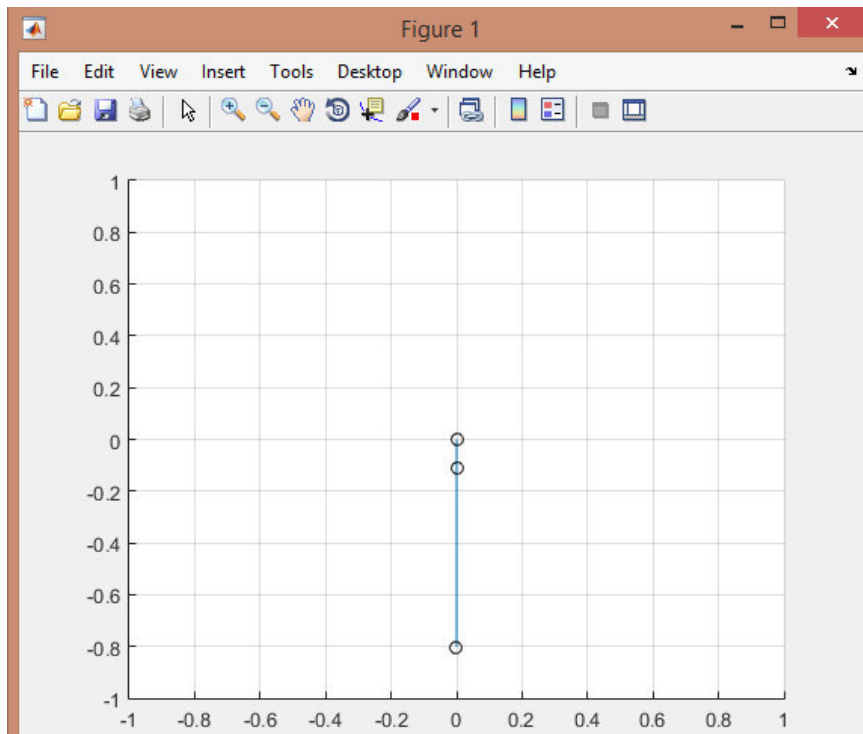
% PARTE 3.2: ANALISIS DE VELOCIDADES
Q=[L2*sin(q_0)
   -L2*cos(q_0)];
K = inv(Jacob) * Q; % Matriz Coeficientes de velocidad.
Kfi3=K(1,1); Kfi4=K(2,1);
V= K*qp;

% PARTE 3.3: ANÁLISIS DE ACELERACIONES.
DQ_dq =[L2*cos(q_0)
        L2*sin(q_0)];
DJ_dq=[L3*cos(fi_0(1,1))*Kfi3    0
       -L3*sin(fi_0(1,1))*Kfi3  0];
R = DQ_dq - DJ_dq *K;
L= inv(Jacob) * R;
A= K*qs + L* qp^2;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%% SIMULACION %%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
clf % borra pantalla grafica
XA = xO2+L2*cos(q_0); YA = yO2+L2*sin(q_0);
XB3 = XA + L3*cos(fi_0(1,1)); YB3 = YA + L3*sin(fi_0(1,1));
%XB4 = C; YB4 = 0;
X=[0, XA, XB3,0];
Y=[0, YA, YB3,0];

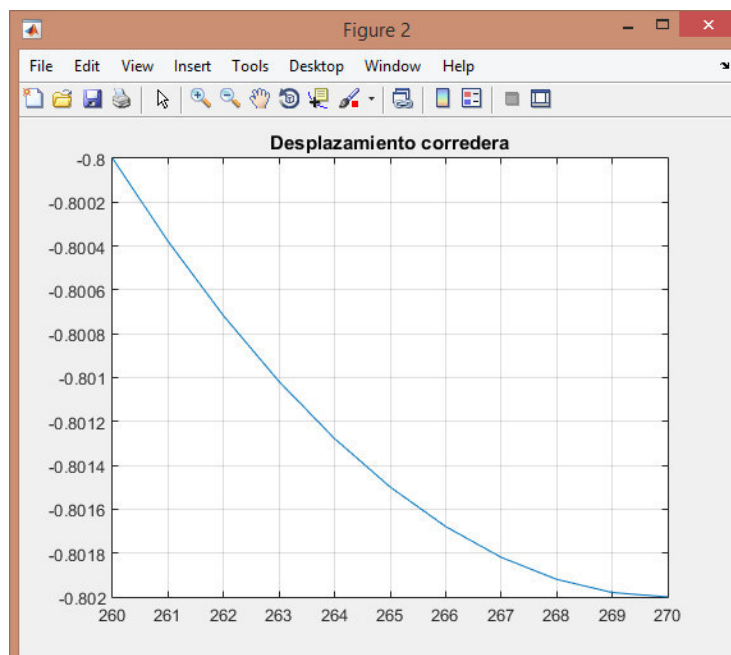
axis([-zz zz -zz zz])
line(X,Y)
hold on
plot(0,0,'ok')
plot(XA,YA,'ok')
plot(XB3,YB3,'ok')
%plot(XB4,YB4,'ok')
pause(0.0000000001)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%% fin simulacion %%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%% Datos para curvas %%%
qi(i,1)=q;
p4(i,1)=-fi_0(2,1);
w3(i,1)=V(1,1); v4(i,1)=V(2,1);
A3(i,1)=A(1,1); A4(i,1)=A(2,1);
end
IncrDesplaz = p4(1)-p4(length(p4))
figure
plot(qi,p4)
grid on
title('Desplazamiento corredera')

```

Al ejecutarlo se obtienen la siguiente ventana de simulación del movimiento del mecanismo:



Y otra ventana con la evolución de la posición de la corredera en función del ángulo girado por la manivela:



#### **4.-VELOCIDAD ANGULAR DEL EJE DEL MOTOR**

Sabiendo que la maquina puede proporcionar 100 golpes por minuto, tenemos que la velocidad teórica del eje de salida del reductor debe ser de:

$$W = 100 \text{ rpm} \approx 10.47 \text{ rad/s}$$

Sin embargo la velocidad real, en cada instante de tiempo es desconocida y se tendrá que calcular al integrar la ecuación de movimiento del sistema.

#### **5.-DINÁMICA INVERSA**

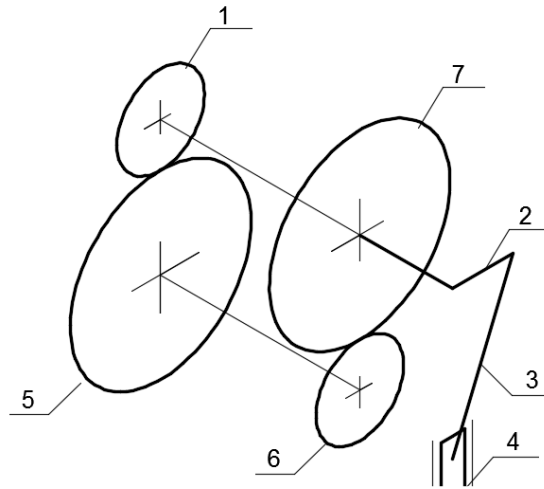
En esta parte de la solución al problema, se considera conocido el movimiento de entrada del mecanismo. Esta parte de dinámica inversa puede dividirse en dos pasos, el paso uno de análisis de posición, y el paso dos de análisis de fuerzas.

PASO 1: Obtenemos expresiones analíticas que permiten calcular en cada posición de la manivela la componente horizontal y vertical de los vectores de posición, velocidad, y aceleración de los centros de masas de cada eslabón móvil.

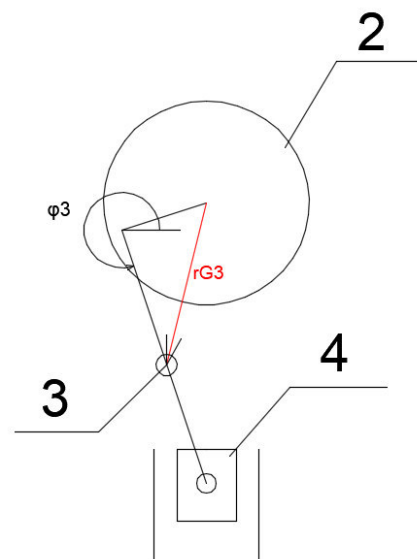
PASO 2: Se crea un sistema lineal de ecuaciones formado por las ecuaciones de Newton-Euler de equilibrio dinámico para cada sólido libre. La resolución de este sistema de ecuaciones nos dará cual es el par motor que tenemos que aplicar para aprovechar las inercias del sistema y cuáles son las fuerzas de reacción entre sólidos.

##### **5.1- CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE POSICIÓN, VELOCIDAD Y ACELERACIÓN DE LOS ESLABONES**

En este apartado, se procede a obtener una expresión analítica que nos permita calcular en cada posición de la manivela, las componentes horizontal y vertical de los vectores de posición, velocidad y aceleración de los centros de masas de cada eslabón móvil.



### CÁLCULO EN ESLABÓN 3



$K_{G3y}$  ;  $L_{G3y}$  ;

Posición:

$$y_{G3} = L2 * \text{sen } \varphi_{27} + \left(\frac{L3}{2}\right) * \text{sen } \varphi_3$$

Coefficiente de velocidad:

$$K_{G3y} = L2 * \text{cos } \varphi_{27} * K\varphi_{27} + \left(\frac{L3}{2}\right) * \text{cos } \varphi_3 * K\varphi_3$$

Derivada del coeficiente de velocidad

$$L_{G3y} = -L2 * \text{sen } \varphi_{27} * \varphi_{27}^2 - \left(\frac{L3}{2}\right) \text{sen } \varphi_3 * K\varphi_3^2 + \left(\frac{L3}{2}\right) * \text{cos } \varphi_3 * L\varphi_3 + L2 \text{cos } \varphi_{27} * L\varphi_{27}$$

KG3x ; LG3x ;

Coeficiente de velocidad:

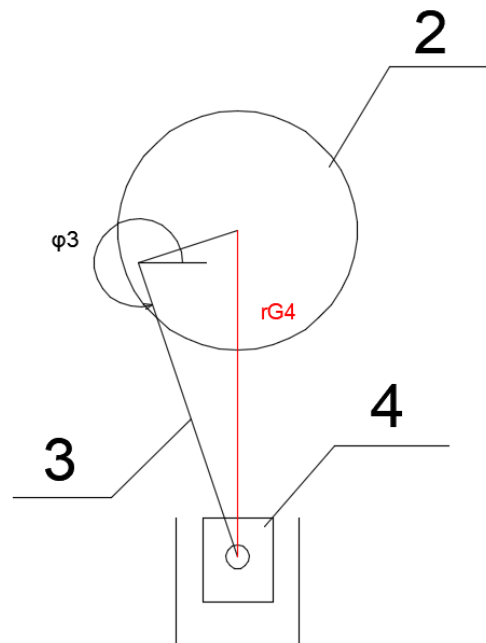
$$K_{G3x} = -L2 * \text{sen } \varphi_{27} * K\varphi_{27} - \left(\frac{L3}{2}\right) * \text{sen } \varphi_3 * K\varphi_3$$

Derivada del coeficiente de velocidad

$$L_{G3x} = -L2 \text{cos } \varphi_{27} * \varphi_{27}^2 - L2 \text{sen } \varphi_{27} * L\varphi_{27} - \left(\frac{L3}{2}\right) * \text{cos } \varphi_3 * K\varphi_3^2 - \left(\frac{L3}{2}\right) * \text{sen } \varphi_3 * L\varphi_3$$

CÁLCULO EN ESLABÓN 4





$K_{G4y}$  ;  $L_{G4y}$  ;

Posición:

$$y_{G4} = r4$$

$$X_{G4} = 0$$

Coefficiente de velocidad:

$$K_{G4y} = Kr4$$

Derivada del coeficiente de velocidad

$$L_{G4y} = Lr4$$

## 5.2.- FUERZAS SOBRE LOS ESLABONES

En este paso se obtendrá un sistema de ecuaciones lineal, formado por las ecuaciones de Newton-Euler de equilibrio dinámico para cada sólido libre.

Para ello vamos a hacer un breve repaso sobre el análisis de fuerzas en los mecanismos.

### 5.2.1 Planteamiento del problema.

Dado un mecanismo cuyo movimiento es conocido determinar la magnitud de las fuerzas que lo producen. Las variables cinemáticas velocidad y aceleración, lineal o angular, del eslabón de entrada serían los datos del problema. A este problema se le conoce comúnmente como problema dinámico inverso.

### 5.2.2 Fuerzas que actúan sobre los eslabones.

Independientemente de si el movimiento del eslabón de entrada del mecanismo es conocido o no, sobre los eslabones de un mecanismo solo actúan dos tipos de fuerzas: externas o internas. Estos tipos de fuerzas pueden depender, en general, de algunos de los parámetros del movimiento de entrada: posición angular ( $\phi$ ) o lineal ( $x$ ), velocidad angular ( $\dot{\phi}$ ) o lineal ( $\dot{x}$ ) y aceleración angular ( $\ddot{\phi}$ ) o lineal ( $\ddot{x}$ ) dependiendo de que la acción externa sea un momento o una fuerza.

Fuerzas externas:

- Motriz
- Resistentes

Fuerzas internas o Fuerzas de Reacción: son las que se producen en los pares cinemáticos entre los eslabones.

### 5.2.3.- Principio de acción y reacción.

Según la tercera ley de Newton, cuando dos sólidos están en contacto, éstos reaccionan entre sí con fuerzas iguales y en sentidos opuestos. Las fuerzas de reacción entre eslabones en un par cinemático se designan por  $\bar{R}$  entonces cuando se separen estos eslabones para su análisis, se deberán representar sobre cada eslabón la misma reacción  $R_i$  pero en sentidos opuestos.

### 5.2.4.- Ecuaciones del movimiento:

Fuerza Resultante.

$$\sum_{i=1}^N \vec{F}_i = m \cdot \vec{a}_G$$

Momento resultante y de rotación:

Ecuación vectorial que relaciona la resultante de los momentos aplicados sobre el sistema de partículas con su movimiento angular:

$$\vec{M}_A = m \cdot \vec{r}_{GA} \times \vec{a}_A + I_A \cdot \dot{\vec{w}}$$

Al sistema de ecuaciones formado por las dos expresiones generales obtenidas se les conoce como ecuaciones de Newton - Euler o ecuaciones del Movimiento:

$$\begin{aligned} \sum \vec{F} &= m \cdot \vec{a}_G \\ \vec{M}_A &= m \cdot \vec{r}_{GA} \times \vec{a}_A + I_A \cdot \dot{\vec{w}} \end{aligned}$$

Al aislar nuestro sólido rígido de los otros aparecerán sobre éste las fuerzas internas de reacción  $i$  que limita sus movimientos relativos y que habrá que considerar en las ecuaciones de Newton - Euler: tanto en el sumatorio de fuerzas como en los momentos que crean respecto al punto A. Y para completar nuestro modelo, además de los momentos generados por las fuerzas externas y de reacción, también se deberán considerar en la segunda ecuación todos los pares externos y de reacción que aparezcan sobre el sólido al aislarlo del resto, por lo que podemos escribir las ecuaciones anteriores como:

$$\begin{aligned} \sum \vec{F}_i + \sum \vec{R}_j &= m \cdot \vec{a}_G \\ \sum \vec{r}_{iA} \times \vec{F}_i + \sum \vec{r}_{jA} \times \vec{R}_j + \sum \vec{M}_{ext} + \sum \vec{M}^R &= m \cdot \vec{r}_{GA} \times \vec{a}_A + I_A \cdot \dot{\vec{w}} \end{aligned}$$

#### 5.2.5.- Diagrama del sólido libre:

El diagrama de sólido libre es una herramienta sencilla que debe dominar el ingeniero. Esta herramienta sirve para estudiar el equilibrio de un sólido sometido a la acción de un sistema de fuerzas, aislándolo del conjunto al que pertenece y por tanto es muy útil (en realidad no es que sea útil, es que es necesaria) para calcular las fuerzas de reacción que aparecen en pares cinemáticos (nótese que cuando se considera un eslabón aislándolo del resto se deshacen pares cinemáticos y por tanto sobre él actuarán las fuerzas de reacción que ejercen los otros eslabones de los que se separa).

El método consta de los siguientes pasos:

1. Determinar la resultante de las fuerzas y momentos sobre cada sólido rígido del mecanismo, a partir de los resultados del análisis cinemático.
2. Aislar cada uno de los eslabones del mecanismo (excepto el bastidor).
3. Representar sobre cada eslabón aislado las fuerzas que actúan sobre él (externas o de reacción). Las fuerzas de reacción  $i$  con el mismo subíndice se representarán sobre los eslabones correspondientes en sentidos opuestos.

4. Aplicar las ecuaciones del movimiento a cada eslabón aislado.
5. Resolver el sistema de ecuaciones obtenido de aplicar el paso 3 a cada sólido libre.

### 5.3.- MÉTODO MATRICIAL PARA EL CÁLCULO DE FUERZAS

Los métodos gráficos introducidos en este capítulo son sencillos de aplicar cuando se estudian mecanismos con pocos eslabones e incluso con pocas fuerzas externas. Para mecanismos complejos o análisis de ciclo completo, debe recurrirse al método matricial que presentamos en este apartado. Este método, además de ser más sistemático, permite programar con mucha facilidad la resolución del sistema de ecuaciones obtenido de plantear las ecuaciones del movimiento a los sólidos libre de todos los eslabones en un programa de cálculo numérico para PC o incluso, si son pocos eslabones, en una calculadora programable.

$$\begin{aligned}\sum \vec{F} &= m \cdot \vec{a}_g \\ \sum \vec{M}_A &= I_A \cdot \vec{\omega}\end{aligned}$$

Estas son dos ecuaciones vectoriales. La primera la podemos desglosar en dos ecuaciones escalares a partir de las componentes horizontales y verticales de las fuerzas y la aceleración del centro de gravedad; la segunda, como lleva la dirección del eje  $k$  sólo da lugar a una ecuación escalar, luego podemos obtener tres ecuaciones escalares para cada eslabón. Si además tenemos en cuenta que en el sumatorio de fuerzas y de momentos aparecen tanto las externas (conocidas) como las reacciones (incógnitas), podemos escribir las ecuaciones escalares como:

$$\begin{aligned}\sum \vec{F}_{ix} + \sum \vec{R}_{jx} &= m \cdot \vec{a}_{gx} \\ \sum \vec{F}_{iy} + \sum \vec{R}_{jy} &= m \cdot \vec{a}_{gy} \\ \sum \vec{M}_i + \sum \vec{M}_j^R + \sum \vec{r}_{AP_i} \times \vec{F}_i + \sum \vec{r}_{Ak_i} \times \vec{R}_j &= I_A \cdot \vec{\omega}\end{aligned}$$

Donde:

- $M_i$  son los momentos externos aplicados sobre los eslabones.
- $M_j^R$  son los momentos de reacción sobre los eslabones.
- $\vec{r}_{AP_i}$  son los vectores de posición desde el punto A con respecto al que se toman momentos, hasta el punto  $P_i$  de aplicación de la fuerza externa  $F_i$ .

- $\vec{r}_{Ak_i}$  son los vectores de posición desde el punto A con respecto al que se toman momentos, hasta el punto  $k_i$  de aplicación de la reacción  $\vec{R}_i$ .

Si nos fijamos en la forma de las ecuaciones escalares podemos observar que son ecuaciones lineales en las que las incógnitas son sólo las fuerzas y momentos de reacción que aparecen sobre el eslabón para el que se plantean las ecuaciones.

Estas ecuaciones se pueden reescribir en la forma:

$$\begin{aligned} \sum \vec{R}_{j_x} &= m \cdot \vec{a}_{g_x} - \sum \vec{F}_{i_x} \\ \sum \vec{R}_{j_y} &= m \cdot \vec{a}_{g_y} - \sum \vec{F}_{i_y} \\ \sum \vec{M}_j^R + \vec{M}_m + \sum \vec{r}_{Ak_i} \times \vec{R}_j &= I_A \cdot \vec{\omega} - \sum \vec{M}_i + \sum \vec{r}_{AP_i} \times \vec{F}_i \end{aligned}$$

En la que las incógnitas (entre las que el par motor  $M_m$  que es un par externo, también se considera como incógnita) están sólo en el primer término de las ecuaciones y en los segundos términos todo es conocido.

Observe que en este método no se habla para nada de los efectos de inercia ya que el producto de la masa por la aceleración del centro de gravedad del eslabón considerado permanece en el segundo término de la ecuación.

Cuando consideramos estas tres ecuaciones escalares, escritas en esta forma, para cada eslabón del mecanismo (exceptuando el bastidor) obtenemos un sistema de  $3 \cdot (n - 1)$  ecuaciones lineales que se puede resolver de forma sencilla mediante álgebra matricial. Para ello podemos considerar nuestro sistema de ecuaciones escrito en la siguiente forma matricial.

$$[A] \cdot [X] = [B]$$

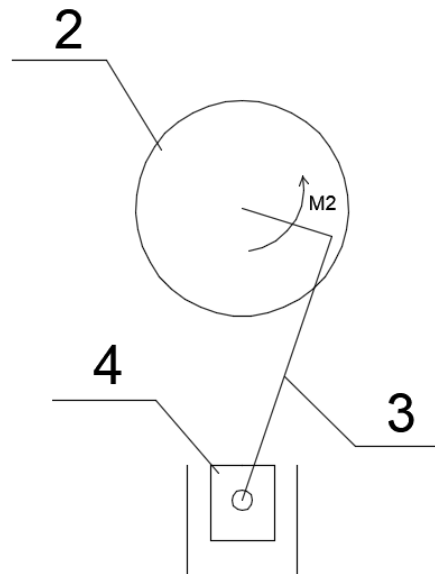
Donde la matriz  $[A]$  es la matriz de coeficientes de las incógnitas, la matriz  $[X]$  es la matriz columna de las incógnitas y la matriz  $[B]$  es la matriz columna de términos independientes.

La potencia de este método es que la solución a este sistema de ecuaciones es muy sencilla:

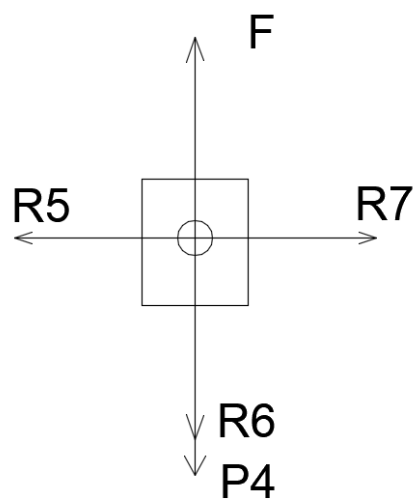
$$[X] = [A]^{-1} \cdot [B]$$

Donde ahora, la matriz  $[A]^{-1}$  es la matriz inversa de  $[A]$ .

Resolviendo nuestro caso tenemos:



#### ESLABÓN 4

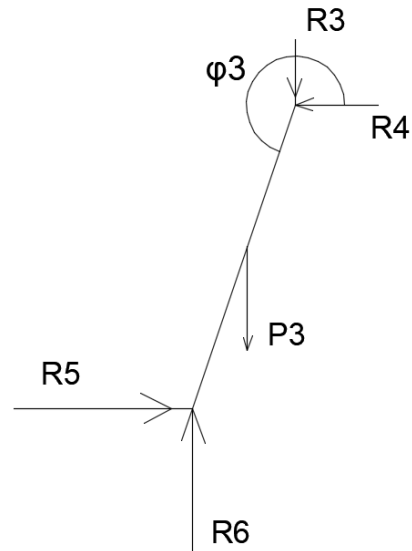


$$R_7 - R_5 = m_4 \cdot a_{g4x}$$

$$-m_4 \cdot g + F_4 - R_6 = m_4 \cdot a_{g4y}$$

$$M_4^r = 0$$

ESLABÓN 3



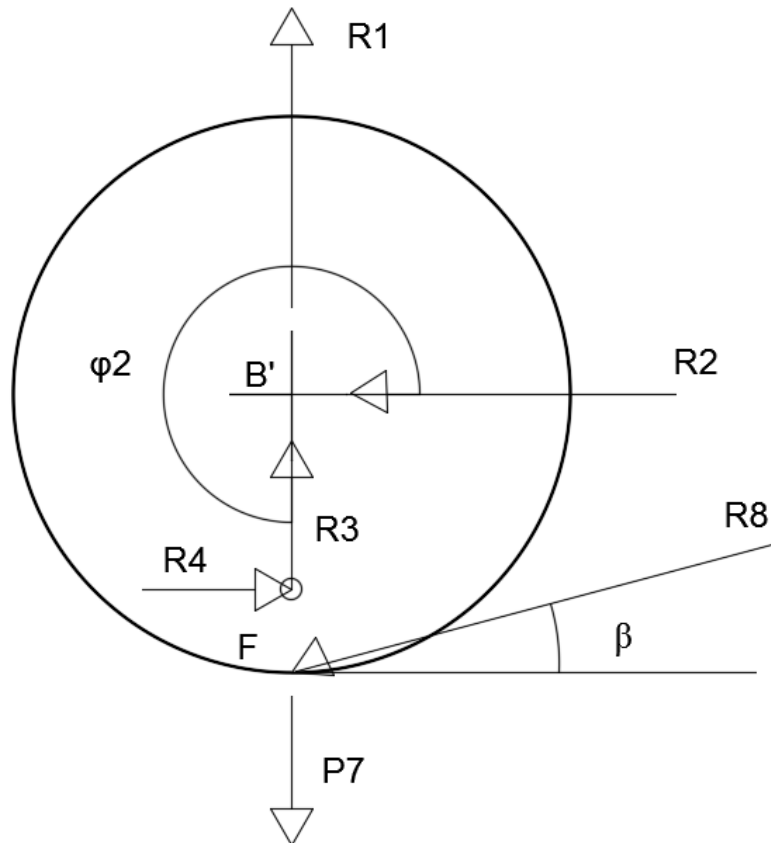
$$R5 - R4 - R7 = m3 \cdot ag3x$$

$$R6 - m3 \cdot g - R3 = m3 \cdot ag3y$$

$$GA \times (R4 + R3) + GB \times (R5 + R6) = I_{G3} \cdot \ddot{\varphi}3$$

$$\frac{L3}{2} \cdot R3 \cdot \cos \varphi3 - \frac{L3}{2} \cdot R4 \cdot \text{sen} \varphi3 - \frac{L3}{2} \cdot \cos \varphi3 \cdot R6 + \frac{L3}{2} \cdot \text{sen} \varphi \cdot R5 = I_{G3} \cdot \ddot{\varphi}3$$

RUEDA 7 y ESLABÓN 2



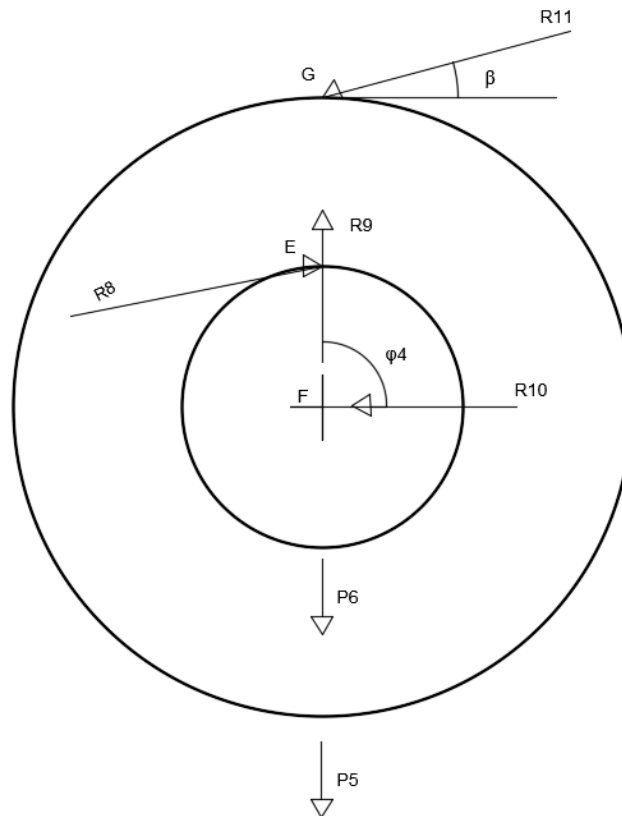
$$-R2 - R8\cos\beta + R4 = 0$$

$$R1 - R8\sin\beta - m7 \cdot g + R3 - m2 \cdot g = 0$$

$$\Sigma M_{B'} \rightarrow R8\sin\beta \left(\frac{D7}{2}\right) \cdot \cos\varphi2 + R8\cos\beta \left(\frac{D7}{2}\right) \cdot \sin\varphi2 + R3 \cdot L2 \cdot \cos\varphi2 - R4 \cdot L2 \cdot \sin\varphi2 = (I_{G7} + I_{G2}) \cdot \ddot{\varphi}2$$



RUEDA 5 Y 6

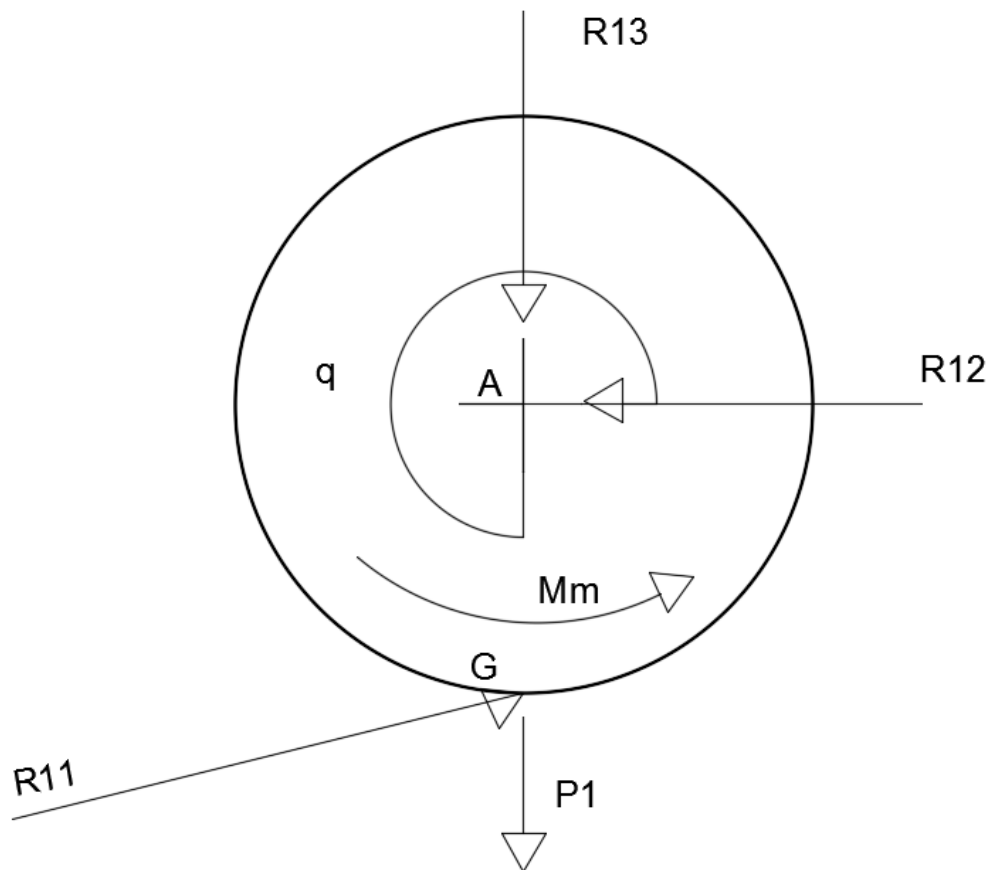


$$R8\cos\beta - R11\cos\beta - R10 = 0$$

$$R9 + R8\sin\beta - R11\sin\beta - P5 - P6 = 0$$

$$\Sigma M_B \rightarrow R8\sin\beta * \left(\frac{D6}{2}\right) * \cos\varphi4 - R8\cos\beta * \left(\frac{D6}{2}\right) * \sin\varphi4 - R11\sin\beta * \left(\frac{D5}{2}\right) * \cos\varphi4 + R11\cos\beta * \left(\frac{D5}{2}\right) * \sin\varphi4 = I_{G56} * \ddot{\varphi}4$$

RUEDA 1



$$R11\cos\beta - R12 = 0$$

$$R11\sin\beta - R13 - m1 \cdot g = 0$$

$$\Sigma MA \rightarrow R11\sin\beta * \left(\frac{D1}{2}\right) * \cos q - R11\cos\beta * \left(\frac{D1}{2}\right) * \sin q + Mm = I_{G1} * \ddot{q}$$

De aquí obtenemos las matrices:

A

0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	-1	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	$\frac{L_3 \cos \theta_3}{2}$	$-\frac{L_3 \sin \theta_3}{2}$	$\frac{L_3 \sin \theta_3}{2}$	$-\frac{L_3 \cos \theta_3}{2}$	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-1	0	1	0	0	0	$-\cos B$	0	0	0	0	0	0
-1	0	1	0	0	0	0	$-\sin B$	0	0	0	0	0	0
0	0	$L_2 \cos \theta_2$	$-L_2 \sin \theta_2$	0	0	0	$-\sin B_7 \cos \theta_2 + \cos B_7 \sin \theta_2$	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	$\cos B$	0	-1	$-\cos B$	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	$\sin B$	1	0	$-\sin B$	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	$\sin B_5 \cos \theta_5 - \cos B_5 \sin \theta_5$	0	0	$-\sin B_5 \cos \theta_5 + \cos B_5 \sin \theta_5$	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$\cos B$	-1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$\sin B$	0	-1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$\sin B_1 \cos \theta_1 + \cos B_1 \sin \theta_1$	0	0	1

X

B

R1	0
R2	$m_4 Y_{g4s} + m_4 g - F_4$
R3	$m_3 X_{g3s}$
R4	$m_3 Y_{g3s} + m_3 g$
R5	$I_{g3} \ddot{\phi}_3$
R6	0
R7	$m_7 g + m_2 g$
R8	$(I_{g7} + I_{g2}) \ddot{\phi}_2$
R9	0
R10	$(m_5 + m_6) g$
R11	$(I_{g5} + I_{g6}) \ddot{\phi}_5$
R12	0
R13	$m_1 g$
Mmt	$I_{g1} \ddot{q}$

## 6.-DINÁMICA DIRECTA

Hasta ahora en el análisis cinemático y dinámico del mecanismo estudiado se ha considerado que el movimiento de entrada es perfectamente conocido en cada instante.

Sin embargo, el movimiento de un sistema es el que resulta de la aplicación de un sistema de fuerzas y pares de fuerza que está en desequilibrio y por tanto se deberá realizar un análisis previo para determinar cuál es, realmente, el movimiento del sistema. A este problema se le conoce como problema dinámico directo.

Una vez que se haya determinado, en cada instante, el valor de las variables independientes,  $[q_i]$  y de sus derivadas sucesivas  $[\dot{q}_i]$  y  $[\ddot{q}_i]$ , es posible determinar, a partir de los métodos ya expuestos, el movimiento del resto de los eslabones que constituyen el mecanismo (análisis cinemático) y también la determinación de la fuerza motriz necesaria para producir ese movimiento y de las reacciones entre los eslabones, en función del tipo de par cinemático que forman (problema dinámico inverso).

El comportamiento dinámico de este sistema viene dado por la ecuación diferencial del movimiento, que tienen la forma:

$$I_R \cdot \ddot{q} + \frac{1}{2} \cdot \frac{dI_R}{dq} \cdot \dot{q}^2 = Q$$

$I_R$  = Inercia del mecanismo completo.

$Q$  = Fuerza equivalente al sistema de fuerzas que actúan sobre el mecanismo

Entonces una vez conozcamos estos dos factores podemos integrar esta expresión para obtener con exactitud el movimiento de entrada en función del tiempo. Una vez conocido el movimiento podemos obtener las velocidades aceleraciones y reacciones entre los eslabones.

### **Energía cinética generalizada**

La energía cinética total de un mecanismo es la suma de las energías cinéticas de sus eslabones.

Dado que las velocidades angulares  $W_i$  de todos los eslabones y de sus centros de masas  $V_{gi}$  se pueden expresar en función de la velocidad de la variable independiente del sistema ( $L = 1$ ), la energía cinética total del mecanismo puede expresarse como:

$$T_{total} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} m_i \cdot v_{gi}^2 + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} I_{gi} \cdot w_i^2 = \frac{1}{2} I_R \cdot \dot{q}^2$$

Al coeficiente  $I_R$  se le conoce como Inercia generalizada (o reducida) del mecanismo y se define como el momento de inercia que tendría que tener un sólido cuyo movimiento

fuera el de entrada (variable independiente) de tal forma que su energía cinética fuera la misma que la energía cinética de todo el mecanismo.

### Fuerza generalizada

El trabajo virtual total  $\delta W$  que realizan sobre un sistema, las  $n$  fuerzas y  $m$  pares externos que actúan sobre él puede determinarse como:

$$\delta W = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i \cdot \delta \vec{r}_{pi} + \sum_{j=1}^m \vec{M}_j \cdot \delta \vec{\theta}_j$$

Como hay un único grado de libertad:

$$\begin{aligned} \delta W &= \sum_{i=1}^n \vec{F}_i \cdot \frac{\partial \vec{r}_{pi}}{\partial q} \cdot \delta q + \sum_{j=1}^m \vec{M}_j \cdot \frac{\partial \vec{\theta}_j}{\partial q} \cdot \delta q \\ &= \left[ \sum_{i=1}^n \vec{F}_i \cdot \frac{\partial \vec{r}_{pi}}{\partial q} + \sum_{j=1}^m \vec{M}_j \cdot \frac{\partial \vec{\theta}_j}{\partial q} \right] \cdot \delta q \\ &= Q \cdot \delta q \end{aligned}$$

Se llama Fuerza generalizada  $Q$  a la que, actuando sobre el grado de libertad del sistema mecánico, realiza sobre él el mismo trabajo virtual que el conjunto de fuerzas externas y pares externos sobre sus desplazamientos virtuales correspondientes. Hay que considerar que en la determinación de la fuerza generalizada no intervienen los efectos de inercia; se trata de determinar una fuerza equivalente al sistema de fuerzas externas activas.

### Ecuación del movimiento de Eksergian

A partir de la versión diferencial del teorema de las fuerzas vivas, obtenemos:

$$\frac{dW}{dt} = \frac{dT}{dt}$$

La variación instantánea del trabajo por unidad de tiempo, primer término de la ecuación anterior, es la potencia suministrada o absorbida por el sistema, debido al sistema de fuerzas externo. Esta es igual a la potencia que genera la fuerza generalizada sobre el sistema:

$$\frac{dW}{dt} = Q \cdot \dot{q}$$

Por otro lado, la derivada de la energía cinética del sistema respecto al tiempo puede obtenerse a partir de la derivada de su expresión en función de la inercia generalizada:

$$\begin{aligned}\frac{dT}{dt} &= \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}I_R \cdot \dot{q}^2\right) \\ &= \frac{1}{2}\frac{dI_R}{dt} \cdot \dot{q}^2 + \frac{1}{2}I_R \cdot 2 \cdot \dot{q} \cdot \ddot{q} \\ &= I_R \cdot \dot{q} \cdot \ddot{q} + \frac{1}{2}\frac{dI_R}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} \cdot \dot{q}^2 \\ &= I_R \cdot \dot{q} \cdot \ddot{q} + \frac{1}{2}\frac{dI_R}{dq} \cdot \dot{q} \cdot \dot{q}^2\end{aligned}$$

Igualando expresiones:

$$Q \cdot \dot{q} = I_R \cdot \dot{q} \cdot \ddot{q} + \frac{1}{2}\frac{dI_R}{dq} \cdot \dot{q} \cdot \dot{q}^2$$

Dividiendo en ambos términos por  $\dot{q}$  obtenemos la Ecuación del movimiento:

$$I_R \cdot \ddot{q} + \frac{1}{2}\frac{dI_R}{dq} \cdot \dot{q}^2 = Q$$

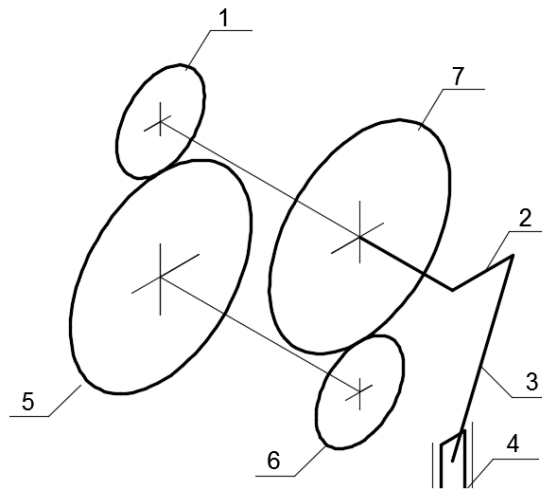
O en forma más reducida, conocida como ecuación del movimiento de **Erksergian**:

$$I_R \cdot \ddot{q} + \zeta \cdot \dot{q}^2 = Q$$

$I_R$  = Inercia reducida

$\zeta$  = Coeficiente centrípeto

$Q$  = fuerza generalizada



Para adaptar esta parte de dinámica directa al mecanismo específico de la selladora, se han escrito tres funciones en Matlab, el fichero principal MBslider, el fichero NR\_MBslider y un fichero integrador.

Estos tres ficheros resuelven la dinámica del problema dándonos el movimiento real a la entrada del mecanismo de la siguiente manera:

El fichero principal recibe las soluciones de tamaños del fichero freudenstein y calcula las masas y los momentos de inercia de todos los elementos que forman el mecanismo, entre los que se incluyen también masas e inercias generalizadas de las ruedas dentadas que posee la reductora de velocidad ( la selección y modelización del mecanismo de la reductora se explica en un apartado más adelante).

El fichero NR\_MBslider, es el que el que calcula la inercia reducida de todo el sistema, el coeficiente centrípeto y la fuerza generalizada. Con estos datos y mediante la ecuación de Eksergian se obtiene la aceleración real en la entrada de la máquina.

Luego mediante el fichero integrador, obtenemos a partir de esa aceleración la velocidad y la posición real de entrada.

Finalmente, una vez que tenemos el movimiento real de entrada, podemos conocer mediante los archivos vistos anteriormente de dinámica inversa, las fuerzas de ligadura reales del sistema, y así se podrán seleccionar por tanto las medidas más eficientes de manivela y biela, que serán como se indica en el apartado 3 la solución que ofrezca menores picos en las reacciones y menor par motor.

A continuación se pueden ver los códigos usados en Matlab:

### MBslider (fichero principal)

```

6 - format long
7 - global L2 L3 M2 M3 M4 Ig2 Ig3 h fi fidd Or Ir Mm g Or4
8 - global xO2 xB yO2
9 - global Z1 Z5 Z6 Z7 r1 M1 Ig1 r2 F4 r5 M5 Ig5 r6 M6 Ig6 r7 M7 Ig7 Z2
10 %global R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13
11 global XG3s YG3s YG4s
12
13
14
15
16 *****
17 ***** DATOS *****
18 *****
19 %%DATOS FÍSICOS
20 %% LLAMADA A FREUDENSTEIN *****
21 % se supone que recibimos de Freudenstein un conjunto de i soluciones
22 % factibles (Longitudes de manivela y biela: L2 y L3) y ahora queremos
23 % analizar cuáles son los mejores diseños.
24
25 % Llamada al fichero Freudenstein...
26 %Freudenstein
27 Sol = [0.0073000000000000 2.6500000000000000 0 0.003059940684314 0.004260059315686]; % podemos escribir aquí
28 % antes de lanzar el fichero con todas las soluciones válidas.
29 % L2 y L3 obtenidos del diseño (freudenstein)
30 Sol=Sol*100;

```

Como se puede ver en la línea 25 recoge los valores del fichero Ffreudenstein.

```

32 %for z = idFreudenstein:idFreudenstein
33 % L2 y L3 obtenidos del diseño (freudenstein)
34 z
35 A2 = 0.02; Esp2 = 0.008;
36 A3 = 0.05; EspRueda = 0.01;
37 densidad = 7760;
38 Z1=21;
39 Z5=70;
40 Z6=23;
41 Z7=68;
42 Z2=210;
43
44 %% DIMENSIONES DEL VOLANTE DE INERCIA.
45 EspVolante=0.025;
46 Rv = 0.25;
47 Mv = densidad*Rv^2*pi*EspVolante;
48 Iv= 1/2*Mv*Rv^2;
49
50 r1=0.021;
51 M1 = densidad*pi*r1^2*EspRueda;
52
53 Ig1= 1/2*M1*r1^2+Iv;

```



```

56 - L2 = Sol(4);
57 - M2 = densidad*L2*Esp2*A2;
58 - Ig2= 1/12*M2*L2^2;
59
60 - r5=0.07;
61 - M5 = densidad*r5^2*pi*EspRueda;
62 - Ig5= 1/2*M5*r5^2;
63
64 - r6=0.023;
65 - M6 = densidad*r6^2*pi*EspRueda;
66 - Ig6= 1/2*M6*r6^2;
67
68 - r7=0.034;
69 - M7 = densidad*r7^2*pi*EspRueda;
70 - Ig7= 1/2*M7*r7^2;
71
72 - L3 = Sol(5);
73 - M3 = densidad*L3*Esp2*A2;
74 - Ig3= 1/12*M3*L3^2;
75 - M4 = 0.5;    g = 9.81;
76 - xB= Sol(3);
77

```

```

78 - xO2 = 0; yO2 = 0; % posición apoyo fijo manivela
79
80
81 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
82 %%%%%%%%% VALORES INICIALES %%%%%%%%%
83 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
84 - t0=0; h=0.001;    % tiempo y paso de integración
85 - q0=0;             % ángulo q inicial
86 - qp0 = 0;         % Velocidad qd inicial (qp = qdot)
87 - fi_0=[4.54 % valores iniciales de var. dependientes (Newton-Rapson)
88         -Sol(1)
89         0];
90
91 %%%%%%%%%
92 % refresco de ventana para salida gráfica
93
94 %%%%%%%%%
95 - tf=5;    %%% Tiempo final de integración de la ecuación dif.
96 - funct=@NR_MBslider;

```

```
101 -     y=1;
102 -
103 -     q0_inic=q0;
104 -     i=0 ;
105 -     t=t0;
106 -     fi = fi_0;
107 -     while t <= tf
108 -         t;
109 -         i=i+1;
110 -         qi(i,1)=q0;
111 -         qpi(i,1)=qp0;
112 -         tiempo(i,1)=t0;
113 -
114 -         % obtenemos q, qd, qdd
115 -         [q,qp,qs,t]= RK_Integrator(funcnt,q0,qp0,t0);
116 -         % guardamos soluciones
117 -         q0 = q; qp0 = qp; t0 = t;
118 -     [dinam] = dinInversaTemporal(i,q,qp,qs);
119 -
120 -     if t>3;
121 -     qpie(y,1)=qp;
122 -     y=y+1;
```

```
146      %%%% Datos para gráficas %%%
147
148 -     qsi(i,1)=qs;
149 -     w3(i,1)=fid(1,1); v4(i,1)=fid(2,1);
150 -     fi2i(i,1)=fi(2,1);
151 -     fi3i(i,1)=fi(3,1); %velocidad de manivela
152 -     w2(i,1)=fid(3,1);
153 -     Mmi(i,1)=Mm;
154 -     Ni(i,1)=Mm*qp;
155 -     F4i(i,1)=F4;
156 -     Qr4i(i,1)=Qr4;
157 -     FinxM3i(i,1) = -M3*XG3s;
158 -     FinyM3i(i,1) = -M3*YG3s;
159 -     FinyM4i(i,1) = - M4*YG4s;
160     %pause(0.1)
161 -     R1(i,1) = dinam(1);
162 -     R2(i,1) = dinam(2);
163 -     R3(i,1) = dinam(3);
164 -     R4(i,1) = dinam(4);
165 -     R5(i,1) = dinam(5);
166 -     R6(i,1) = dinam(6);
167 -     R7(i,1) = dinam(7);
168 -     R8(i,1) = dinam(8);
170 -     R10(i,1) = dinam(10);
171 -     R11(i,1) = dinam(11);
172 -     R12(i,1) = dinam(12);
173 -     R13(i,1) = dinam(13);
174 -     Mmt(i,1) = dinam(14);
```

```

184 % Grado de irregularidad en la marcha
185
186
187 - delta = (max(qpie)-min(qpie))/mean(qpie)
188
189
190 - figure
191 - plot(tiempo,fi2i)
192 - grid on
193 - title('corredera')
194
195 %figure
196 % plot(tiempo,qsi)
197 % grid on
198 % title('Aceleración angular entrada')
199 %
200 - figure
201 - plot(tiempo,F4i)
202 - grid on
203 - title('Fuerza 4')
204
205 - figure
206 - plot(tiempo,v4)
207 - grid on

```

```

230 - nR1(z)=R1'*R1;
231 - nR2(z)=R2'*R2;
232 - nR3(z)=R3'*R3;
233 - nR4(z)=R4'*R4;
234 - nR5(z)=R5'*R5;
235 - nR6(z)=R6'*R6;
236 - nR7(z)=R7'*R7;
237 - nR8(z)=R8'*R8;
238 - nR9(z)=R9'*R9;
239 - nR10(z)=R10'*R10;
240 - nR11(z)=R11'*R11;
241 - nR12(z)=R12'*R12;
242 - nR13(z)=R13'*R13;
243 - nMm(z)=Mmt'*Mmt;

```

```

250 - SumatorionR(z)= nR1(z)+nR2(z)+nR3(z)+nR4(z)+nR5(z)+nR6(z)+nR7(z)+nR8(z)+nR9(z)+nR10(z)+nR11(z)+nR12(z)+nR13(z);
251 - SumatorionRzmodificado(z)= nR1(z)^4+nR2(z)^4+nR3(z)^4+nR4(z)^4+nR5(z)^4+nR6(z)^4+nR7(z)^4+nR8(z)^4+nR9(z)^4+nR10(z)^4;
252
253 - landa1=10;
254 - landa2=100;
255 - landa3=1000;
256
257 - solucion(z,1)=(landa1*SumatorionR(z))+(landa2*SumatorionRzmodificado(z))+(landa3*nMm(z));
258 - solucion(z,2)= z;
259
260 - [Xsol,id]=sort(solucion,1);
261 - indiceFreudenstein=id(1,1)

```

### NR\_MBslider

```

17 % valores iniciales de las incognitas para comenzar las iteraciones.
18
19 %% tomamos posfi como var. independiente, posx, posy depend.
20
21 - tol = 0.000001;
22
23 % Ecuaciones de posicion
24
25 - F1=20;F2=20;F3=20;
26 - n=0;
27
28
29 - while abs(F1) + abs(F2)+ abs(F3) > tol
30 -     n=n+1;
31 -     if n > 5550
32 -         'NO CONVERGE !! ';
33 -         break
34 -     end
35
36 - F1 = xO2 + L2*cos(fi(3)) + L3*cos(fi(1,1)) - xB;
37 - F2 = yO2 + L2*sin(fi(3)) + L3*sin(fi(1,1)) - fi(2,1);
38 - F3 = Z1*q - Z2*fi(3);
39 - F=[F1
40 -     F2
41 -     F3];

```

```

43 -     Jacob=[ -L3*sin(fi(1,1))    0    -L2*sin(fi(3))
44 -             L3*cos(fi(1,1))    -1    L2*cos(fi(3))
45 -             0                    0    -Z2
46 -             ];
47
48 -     fi = fi - inv(Jacob) * F;
49
50
51 - end
52
53 -     Jacob=[ -L3*sin(fi(1,1))    0    -L2*sin(fi(3))
54 -             L3*cos(fi(1,1))    -1    L2*cos(fi(3))
55 -             0                    0    -Z2
56 -             ];
57
58 -     %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
59 -     %% COEFICIENTES DE VELOCIDAD %%%%%%%%%
60 -     %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
61 -     Q=[0
62 -         -1];
63 -     K = inv(Jacob) * Q; % Matriz Coeficientes de velocidad.
64 -     Kfi3=K(1,1); Kfi4=K(2,1); Kfi2=K(3);
65 -     fid= K*qp;
66

```

```

68  %%%  BUSCAMOS ACELERACIONES  %%%%%%%%%
69  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
70  -   DQ_dq =[0
71  -       0
72  -       0];
73  -   DJ_dq=[-L3*cos(fi(1,1))*Kfi3    0        -L2*cos(fi(3))*Kfi2
74  -          -L3*sin(fi(1,1))*Kfi3    0        -L2*sin(fi(3))*Kfi2
75  -          0                        0        0
76  -          ];
77  -   R = DQ_dq - DJ_dq *K;
78  -   L= inv(Jacob) * R;
79  -   %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
80  -   %%%  CALCULAMOS INERCIA REDUCIDA  |  %%%%%%%%%
81  -   %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
82  -
83  -   Kg3x= -L2*sin(fi(3))*K(3) - (L3/2)*sin(fi(1))*K(1);
84  -   Kg3y= L2*cos(fi(3))*K(3) + (L3/2)*cos(fi(1))*K(1);
85  -   Kg4y=K(2);
86  -
87  -
88  -   Ir56= (Ig5+Ig6)*((Z1/Z5)^2);
89  -   Ir7= Ig7*((- (Z1/Z5))^2*(-(Z6/Z7)^2));

```

```

93  %%%  CALCULAMOS COEFICIENTE CENTRÍPETO  %%%%%%%%%
94  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
95  -
96  -   Lg3x= -L2*cos(fi(3))*(K(3)^2)-L2*sin(fi(3))*L(3) - (L3/2)*cos(fi(1))*K(1)^2 - (L3/2)*sin(fi(1))*L(1);
97  -   Lg3y= -L2*sin(fi(3))*(K(3)^2)+L2*cos(fi(3))*L(3) - (L3/2)*sin(fi(1))*K(1)^2 + (L3/2)*cos(fi(1))*L(1);
98  -   Lg4y= L(2);
99  -
100 -   CC = Ig2*K(3)*L(3) + M3*(Kg3x*Lg3x+Kg3y*Lg3y)+Ig3*K(1)*L(1)+M4*K(2)*L(2);
101 -
102 -   %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
103 -   %%%  CALCULAMOS FUERZA GENERALIZADA  %%%%%%%%%
104 -   %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
105 -   r40= L2+L3-2E-3;
106 -   n1=1000*(2*pi)/60;
107 -   S=(n1-qp)/n1;
108 -   Mm = (((3*0.99)/S)/n1)*(400^2/((0.97+(0.99/S))^2+6.21^2));
109 -   F4=0;
110 -   if (t>2 && abs(fi(2)) >= r40 && K(2)<0 )
111 -       F4=112500;
112 -
113 -   end
114 -
115 -
116 -   Qr4=-abs(K(2)*F4);
117 -   Qr = Mm-M3*g*Kg3y-abs(K(2)*F4);

```

```

116 -   Qr4=-abs(K(2)*F4);
117 -   Qr = Mm-M3*g*Kg3y-abs(K(2)*F4);
118
119     %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
120     %%% Devolvemos la aceleración de entrada %%%
121     %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
122
123 -   qs = (Qr-CC*qp^2)/Ir;
124
125     %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
126
127 -   fidd= K*qs + L* qp^2;

```

## Integrador

```

2     %%% INTEGRACIÓN NUMÉRICA MEDIANTE RUNGE-KUTTA
3     %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
4     function [q,qd,qdd,t] = RK_Integrator(funcnt,q0,qd0,t)
5
6     global L2 L3 M2 M3 M4 Ig2 Ig3 h fi fid fidd Or Ir Mm
7
8     q_0 = q0; q = q0;
9     qd = qd0; qd_0 = qd0;
10    t0 = t;
11    % 1ª evaluación de qd2
12    [qdd]= funcnt(q,qd,t); % obtenemos q , qd y qdd
13
14    % calculamos el coeficiente
15    m11 = h * qd;
16    m21 = h * qdd;
17
18    % 2ª evaluación de qd2
19    q = q_0 + 0.5*m11;
20    qd = qd_0 + 0.5*m21;
21    t = t0 + h/2;
22    [qdd]= funcnt(q,qd,t); % obtenemos q , qd y qdd
23    % calculamos el 2º coeficiente
24    m12 = h * qd;
25    m22 = h * qdd;

```

```
27     % 3ª evaluación de qd2
28     q = q_0 + 0.5*m12;
29     qd = qd_0 + 0.5*m22;
30     t = t0 + h/2;
31     [qdd]= funct(q,qd,t); % obtenemos q , qd y qdd
32     % calculamos el 2º coeficiente
33     m13 = h * qd;
34     m23 = h * qdd;
35
36     % 4ª evaluación de qd2
37     q = q_0 + m13;
38     qd = qd_0 + m23;
39     t = t0+h;
40     [qdd]= funct(q,qd,t); % obtenemos q , qd y qdd
41     % calculamos el 2º coeficiente
42     m14 = h * qd;
43     m24 = h * qdd;
44
45     % Valor de la integral
46     q = q_0+(m11+2*m12+2*m13+m14)/6;
47     qd = qd_0+(m21+2*m22+2*m23+m24)/6;
48     t=t0+h;
```



## 7.- SOLUCIÓN ÓPTIMA DE DISEÑO DEL MECANISMO

Finalmente tras la ejecución del archivo principal MBslider, de entre las 208 posibles soluciones, el programa nos indica que la de acuerdo al criterio de selección antes mencionado tenemos que la solución óptima sería la 161 de todas las posibles soluciones de Freudenstein.

indiceFreudenstein =

161

z =

|

208

delta =

4.491534643131570e-04

indiceFreudenstein =

161

id =

161	1
143	2
167	3
173	4
191	5
149	6
197	7
68	8
155	9
103	10
88	11
144	12
78	13
174	14
93	15
63	16
108	17

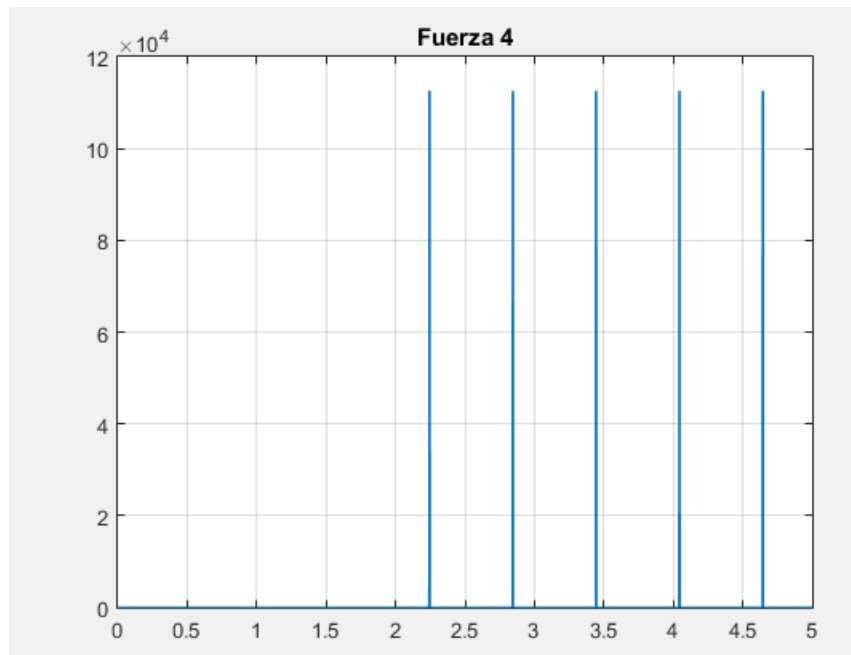
102	187
196	188
208	189
190	190
117	191
54	192
160	193
86	194
195	195
185	196

La solución 161 tiene los siguientes valores en el fichero Freudstein:

Command Window					
0.0071000000000000	2.6000000000000000	0	0.001112110832418	0.006007889167582	
0.0072000000000000	2.6500000000000000	0	0.003042311309139	0.004177688690861	
0.0072000000000000	2.6400000000000000	0	0.002425879728461	0.004794120271539	
0.0072000000000000	2.6300000000000000	0	0.001957438388647	0.005262561611353	
0.0072000000000000	2.6200000000000000	0	0.001600978705405	0.005619021294595	
0.0072000000000000	2.6100000000000000	0	0.001327271357796	0.005892728642204	
0.0072000000000000	2.6000000000000000	0	0.001114510304747	0.006105489695253	
0.0073000000000000	2.6500000000000000	0	0.003059940684314	0.004260059315686	
0.0073000000000000	2.6400000000000000	0	0.002437066190703	0.004882933809297	
0.0073000000000000	2.6300000000000000	0	0.001964708011317	0.005355291988683	
0.0073000000000000	2.6200000000000000	0	0.001605832873794	0.005714167126206	
0.0073000000000000	2.6100000000000000	0	0.001330601581523	0.005989398418477	
0.0073000000000000	2.6000000000000000	0	0.001116854081997	0.006203145918003	
0.0074000000000000	2.6500000000000000	0	0.003077291462472	0.004342708537528	
0.0074000000000000	2.6400000000000000	0	0.002448050199488	0.004971949800512	

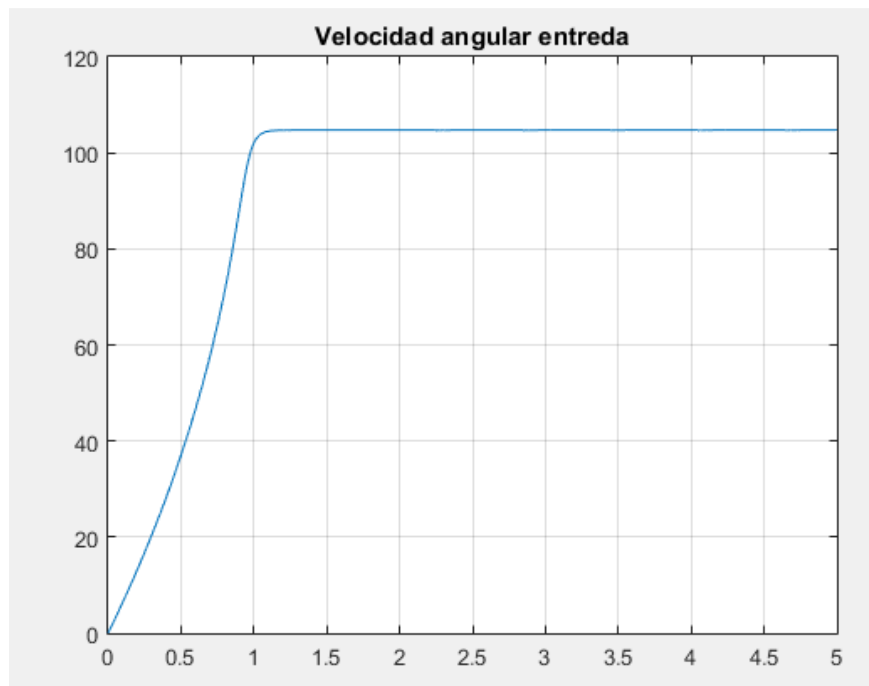
Estudiamos esa solución, y ejecutando la función para ese valor específico de biela y manivela, hemos pedido que nos represente gráficos de la posición del eslabón cuatro respecto del tiempo, del par motor necesario, la velocidad angular de entrada del mecanismo, la potencia y la fuerza y obtenemos los siguientes resultados:

### FUERZA DE SELLADO RESPECTO DEL TIEMPO



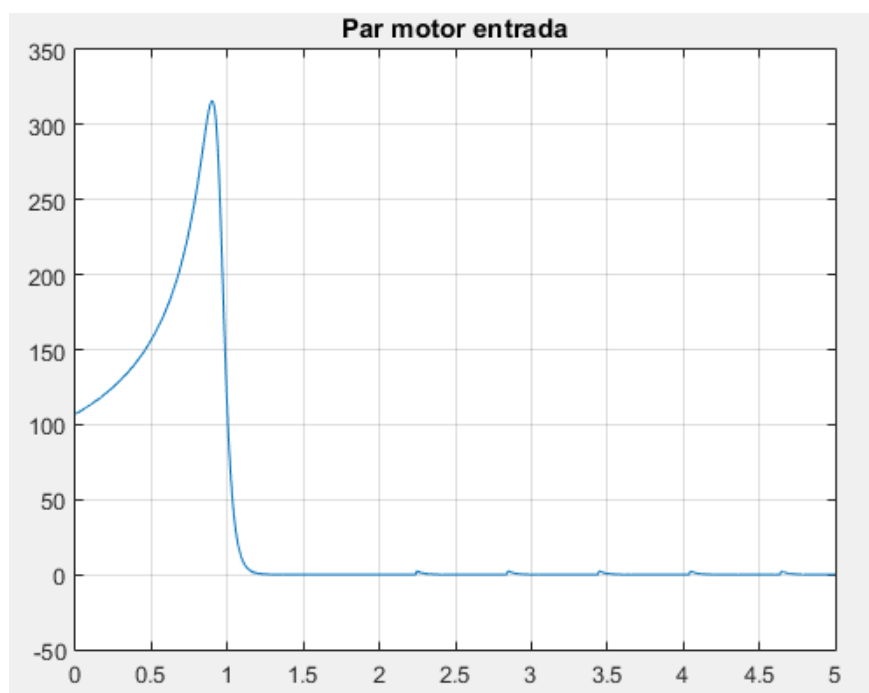
Como se puede observar la fuerza de sellado empieza a actuar a partir de los dos segundos, tal y como se le impuso en el condicionante en el fichero NR\_MBslider.

### VELOCIDAD ANGULAR DE ENTRADA

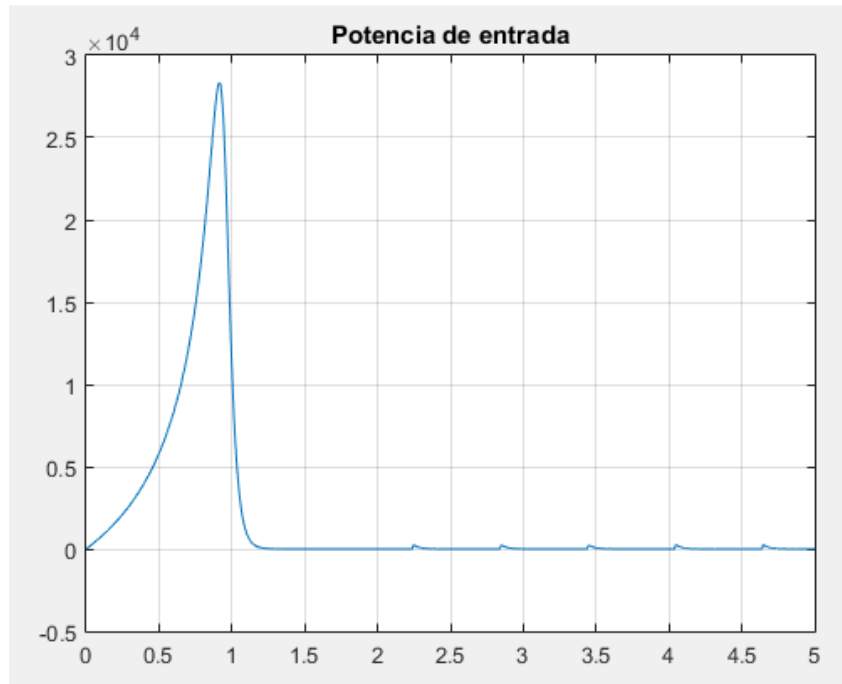


Como se puede observar las fluctuaciones de la velocidad son mínimas, pero esto se mencionará en un punto más adelante.

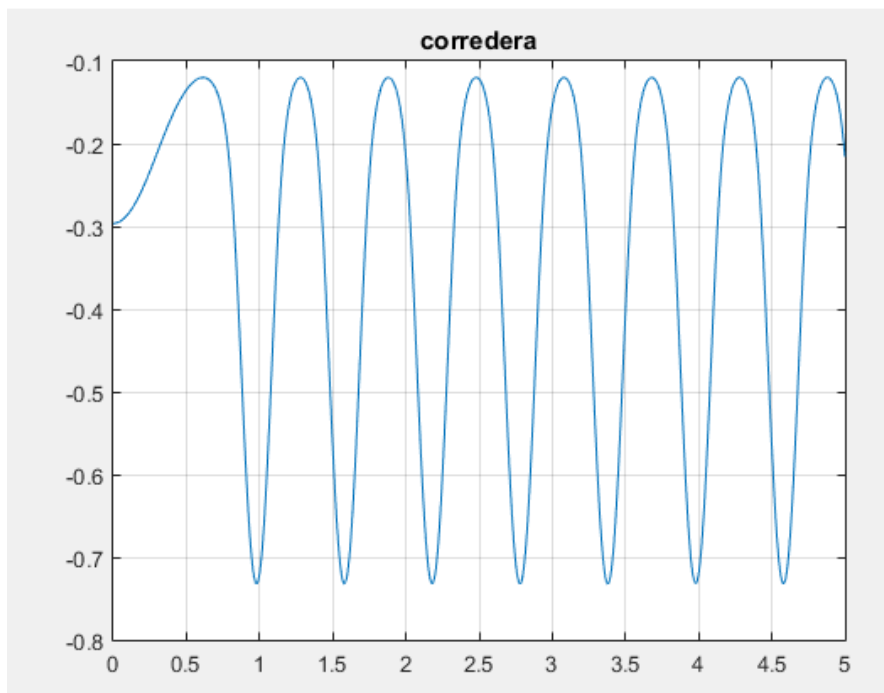
#### PAR MOTOR DE ENTRADA



### POTENCIA DE ENTRADA



### POSICIÓN DE LA CORREDERA



### 7.1.-GRADO DE IRREGULARIDAD O COEFICIENTE DE FLUCTUACIÓN

El grado de irregularidad  $\delta$  se lo obtiene dividiendo la diferencia entre la velocidad angular máxima y la velocidad angular mínima por la velocidad angular media, siendo por lo tanto:

$$\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega}$$

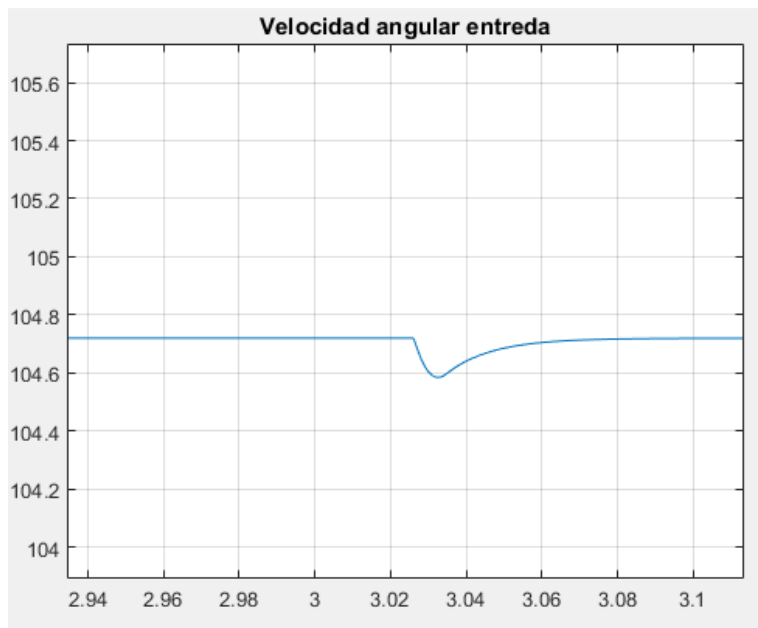
El grado de irregularidad  $\delta$  da valores que indican la amplitud con que varía la velocidad angular respecto a la velocidad angular media. Cuanto mayor es este coeficiente, más irregular es el funcionamiento de la máquina. Para cada tipo de máquina, según su prestación, se adopta un coeficiente de fluctuación, siendo éste de suma importancia para el dimensionamiento del volante. Según Dubbel, se tienen los siguientes valores:

Hélices de buques (por medio de motores).....	1 : 20
Máquinas de corte, bombas.....	1 : 25
Mecanismos de transmisión de talleres.....	1 : 35
Telares, máquinas de fábricas papeleras.....	1 : 40
Molinos de moliendas.....	1 : 50
Máquinas de hilar para números de hilos bajos.....	1 : 60
Máquinas de hilar para números de hilos altos.....	1 : 100
Generadores de corriente continua para alumbrado.....	1 : 100 a 1 : 120
Generadores de corriente alterna para conexión en paralelo en redes de turbinas.....	1 : 300

A continuación se muestran dos gráficos pertenecientes a la velocidad angular de entrada del mecanismo donde se puede observar la fluctuación de esta y como queda reducida con la implementación de un volante de inercia de 25 mm de espesor y 250 mm de radio.

Mecanismo sin volante de inercia:

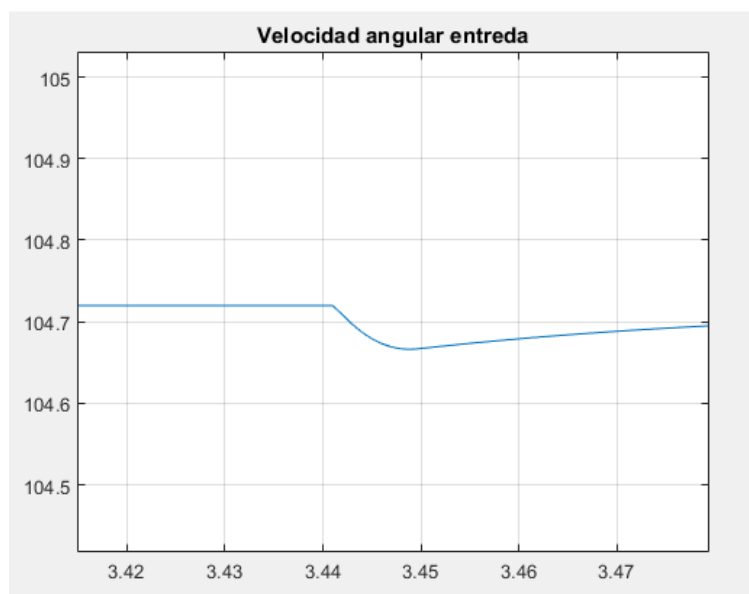
```
delta =
0.001307203391750
```



Mecanismo con volante de inercia:

$\delta =$

$5.183791074840482e-04$



Como se puede comprobar las fluctuaciones de la velocidad se suavizan y además se cumplen las condiciones de la tabla de valores adecuados de  $\delta$  para mecanismos.

## **8.-SELECCIÓN DEL MOTOR Y MOTORREDUCTOR DE VELOCIDAD**

Tras un breve estudio del libro de Teoría de máquinas asíncronas, por el profesor Miguel Angel Rodriguez Pozueta, y después de ver la potencia necesaria y el par motor nominal en torno a los 12 Nm, (mostrados anteriormente en los gráficos de la solución de Freudenstein óptima) para producir el sellado, y que la velocidad tiene que ser de 1000rpm, el motor seleccionado es un motor trifásico de 2Cv a 1000 rpm como el que se muestra a continuación que conseguirá vencer además el par motor de arranque.



motor trifasico 1,5Kw/2CV  
230/400V 1000 rpm Brida B3  
Patatas carcasa fundicion

Modelo 9930005936150

Condición Nuevo

Motor eléctrico trifásico 1,5kW (2CV)  
asincrono 230/400V 1000 rpm Brida B3  
(Patatas), carcasa de fundición.

 Imprimir

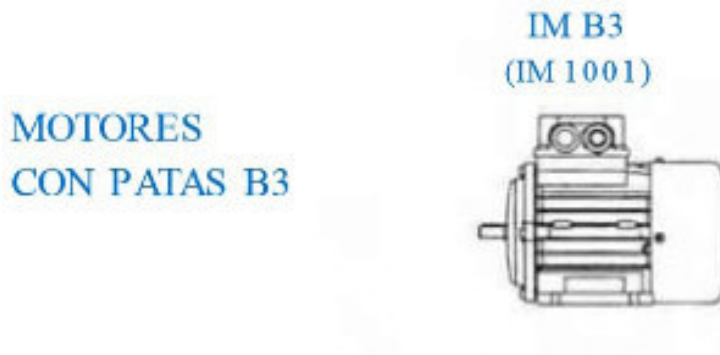
Motor eléctrico trifásico 1,5kW (2CV) asincrono 230/400V 1000 rpm Brida B3 (Patatas), carcasa en fundición.

Características:

- Tipo de motor: asincrono jaula de ardilla.
- Tensión: 230/400 V. III. 50/60 Hz.
- Potencia: 1,5 Kw (2 CV).
- Numero de polos: 6.
- rpm: 1000.
- Grado de protección: IP55.
- Tipo sujección: Brida B3 (Patatas).
- Diametro del eje: Ø28mm
- Carcasa tamaño: 100 (100L).
- Color: Azul.
- Material de la carcasa: Fundicion.
- Marcado CE.

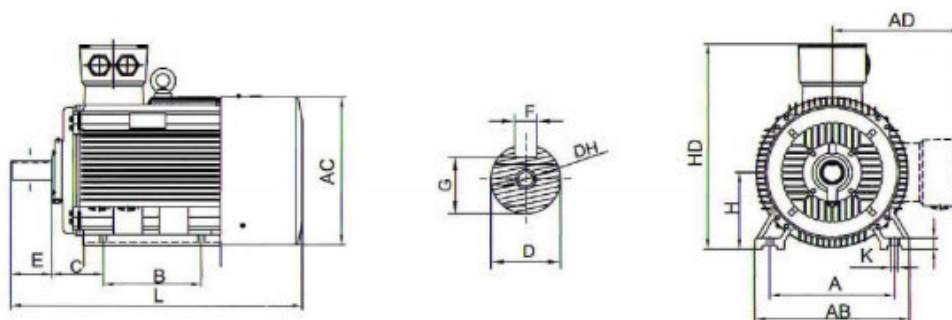
Acorde con la norma IEC 34-7 se selecciona la siguiente posición de montaje del motor





A continuación se muestran las tablas correspondientes sus dimensiones:

**Dimensiones motores con Bridas B3**



Tamaño brida	Polos	A	B	C	D	E	F	G	H	K	AB	AC	AD	HD	L	DH
56	2 4 6	90	71	36	9	20	3	7,2	56	6		117			196	
63	2 4 6	100	80	40	11	23	4	8,5	63	7		130			220	
71**	2 4 6	112	90	45	14	30	5	11	71	7		147			241 (255)	
80M	2 4 6	125	100	50	19	40	6	15,5	80	10	165	158	140	220	300	M6X16
90S	2 4 6	140	100	56	24	50	8	20	90	10	180	177	160	255	330	M8X19
90L	2 4 6	140	125	56	24	50	8	20	90	10	180	177	160	255	360	M8X19
100L	2 4 6	160	140	63	28	60	8	24	100	12	205	198	172	270	400	M10X22
112M	2 4 6	190	140	70	28	60	8	24	112	12	230	220	190	300	435	M10X22
132S	2 4 6	216	140	89	38	80	10	33	132	12	270	259	210	345	470	M12X28
132M	2 4 6	216	178	89	38	80	10	33	132	12	270	259	210	345	510	M12X28
160M	2 4 6	254	210	108	42	110	12	37	160	15	320	315	255	420	615	M16X36
160L	2 4 6	254	254	108	42	110	12	37	160	15	320	315	255	420	660	M16X36
180M	2 4 6	279	241	121	48	110	14	42,5	180	15	355	355	280	455	700	M16X36
180L	2 4 6	279	279	121	48	110	14	42,5	180	15	355	355	280	455	740	M16X36
200L	2 4 6	318	305	133	55	110	16	49	200	19	395	397	305	505	770	M20X42
225S	4	356	286	149	60	140	18	53	225	19	435	445	335	560	815	M20X42
225M	2	356	311	149	55	110	16	49	225	19	435	445	335	560	820	M20X42
	4 6	356	311	149	60	140	18	53	225	19	435	445	335	560	845	M20X42
250M	2	406	349	168	60	140	18	53	250	24	490	485	370	615	920	M20X42
	4 6	406	249	168	65	140	18	58	250	24	490	485	370	615	920	M20X42

Para la integración en Matlab de la ecuación del par motor que suministra al mecanismo, se ha modelizado de acuerdo al libro citado anteriormente.

Para ello se calcula el valor de sincronismo (s) dado por:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} \rightarrow n = n_1(1 - s)$$

Donde  $n_1 = 1000 \text{rpm}$

$n = \omega$  (velocidad de giro calculada por matlab para cada instante)

Queda la ecuación del par motor como:

$$M_N = \frac{m_1 \frac{R'_2}{s_N}}{\frac{2\pi}{60} n_1} \frac{V_{1N}^2}{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s_N}\right)^2 + X_{cc}^2}$$

$V_{1N} = 400 \text{v}$

$R'_2 = 0.99$  (valor para rotor bobinado)

$X_{cc} = 6.21$

$s_N = s$

$R_1 = 0.97$

Para reducir la velocidad hasta la adecuada con la condición de no romper la pieza en el impacto, se ha recurrido al catálogo TECNÓN de reductores de velocidad.

En él se ha buscado un reductor de dos etapas dado que, se necesita llevar a cabo una gran reducción de la velocidad, y esto sería imposible de llevar a cabo mediante un reductor de una etapa, ya que la segunda rueda tendría más de 200 dientes, con los errores de fabricación que esto supone.

Por ello se ha seleccionado una reducción en dos etapas que además es de ejes concéntricos para así tener un diseño más compacto del mecanismo.

Según el catálogo, para seleccionar el reductor adecuado se deben seguir los siguientes pasos:

1. Definir el factor de servicio adecuado (FS)
2. Cálculo de la potencia requerida del reductor ( $P_{ot} = FS \times HP$  del motor)
3. Determinar la relación de velocidad del reductor.

4. Seleccionar en las tablas el tamaño del reductor requerido en base a estos cálculos.

De las horas de trabajo estimadas en el apartado 5.7 y teniendo en cuenta que es un motor eléctrico con choque moderado, se escoge el factor de seguridad FS=1.25.

Para calcular el factor de servicio se ha recurrido a la siguiente tabla del catálogo:

<b><i>TABLA No. 1 FACTORES DE SERVICIO TÍPICOS</i></b>				
TIPO DE MOTOR QUE ACCIONA EL REDUCTOR	HORAS / DIA	TIPO DE CARGA		
		UNIFORME	MEDIA	CON CHOQUES
MOTOR ELECTRICO ENTRADA CONSTANTE)	2	0.9	1.1	1.5
	10	1.0	1.25	1.75
	24	1.25	1.50	2.00

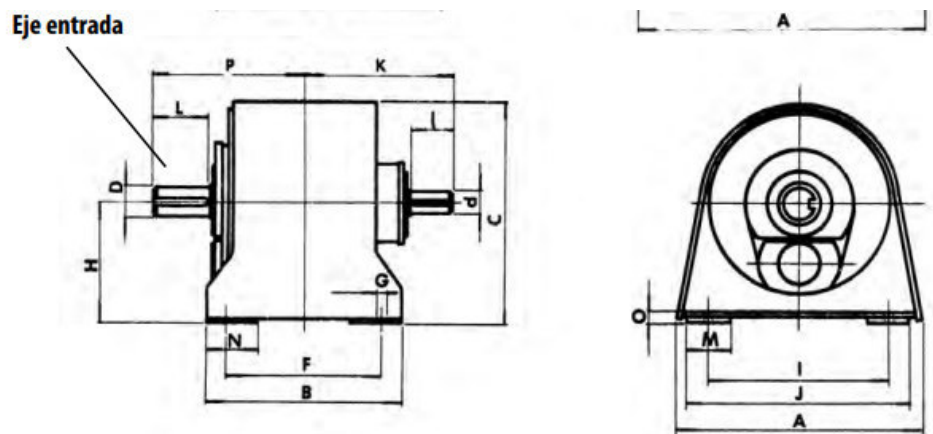
$$Pot\ reductor = 1.75 \times 50 = 87.5$$

Relación de velocidad del reductor:  $1000/100 \rightarrow 10$

De estos resultados se escoge el reductor TA2ED100 el cual tiene las siguientes dimensiones.

**Reductores de dos y tres etapas de reducción con ejes concéntricos**

**Modelo**  
TA2ED  
TA3ED



Tamaño	Dimensiones propias de cada modelo																		
	TA1ED							TA2ED							TA3ED				
	d	I	K	D	L	P	h	d	I	K	D	L	P	d	I	K	D	L	P
70	22	54	160	30	70	165	100	22	54	170	35	80	160	22	54	170	35	80	160
85	30	70	210	35	80	195	100	25	60	220	40	90	200	22	54	220	40	90	200
100	35	80	250	45	100	250	105	35	80	265	50	110	250	25	60	265	50	110	250
120	40	90	290	50	110	280	125	40	90	305	65	130	290	35	80	305	65	130	290
135	48	105	340	70	125	330	150	50	110	345	75	145	325	40	90	345	75	145	325
150	55	120	390	75	130	370	170	55	120	400	85	160	385	50	110	400	85	160	385
165	-	-	-	-	-	-	-	60	125	450	100	180	440	55	120	485	100	180	440

Tamaño	Dimensiones comunes Modelos TA1ED, TA2ED, TA3ED											
	A	B	C	F	G	H	I	J	M	N	O	
70	360	215	320	180	14	180	280	325	65	65	13	
85	380	280	340	240	18	180	290	335	70	80	16	
100	420	335	380	290	20	205	320	380	75	85	19	
120	485	395	445	336	24	245	375	440	85	95	19	
135	580	495	540	425	28	295	465	530	95	105	22	
150	655	534	605	457	30	330	527	605	110	120	25	
165	750	600	670	600	34	355	585	680	125	130	28	

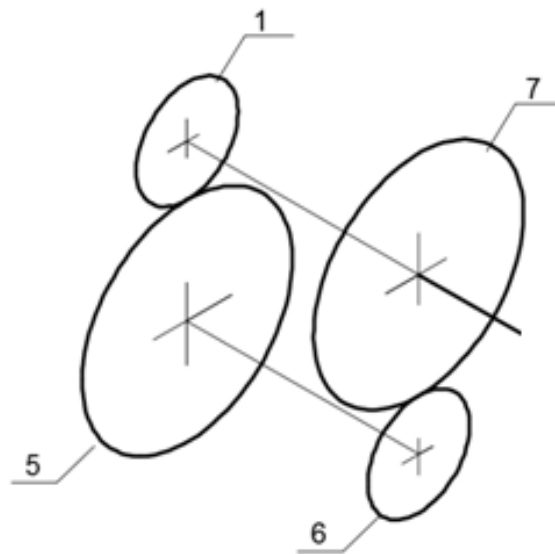
Dado que el programa Matlab necesita la inercia reducida de cada elemento del reductor (como se ve en el apartado 6 en NR\_MBslider) y esto ha sido imposible de conseguir, se ha procedido crear una modelización de la reducción en dos etapas.

Para la selección de las ruedas se han tenido en cuenta el tamaño de la reductora y se han buscado ruedas dentadas que descompusieran la reducción en partes casi iguales. Por ello se han seleccionado los siguientes números de dientes para las ruedas:

$$Z1=21 \quad Z5=70 \quad Z6=23 \quad Z7=68$$

$$70/21=3,33 \approx 68/23=2,95$$

A pesar de que ruedas de módulo 1 habrían podido transmitir el par nominal del motor, debido a los impactos y para evitar problemas de flexión en la base del diente, se ha tomado la decisión de que las ruedas fuesen de módulo 2.



A continuación se muestra el catálogo del cual se ha obtenido la información referente a dichas ruedas dentadas:

**ENGRANAJES CILINDRICOS**  
CYLINDRICAL GEARS

**MODULO 2**  
ANGULO DE PRESION **20°**

A	B
35	20

Material acero C45



Z	de	dp	dm	D1	Kg.	Z	de	dp	dm	D1	Kg.
12	28	24	18	10	0,08	55	114	110	70	16	1,88
13	30	26	20	10	0,10	56	116	112	70	16	1,94
14	32	28	22	10	0,12	57	118	114	70	16	1,99
15	34	30	24	10	0,14	58	120	116	70	16	2,05
16	36	32	25	10	0,16	59	122	118	70	16	2,11
17	38	34	25	10	0,18	60	124	120	70	16	2,16
18	40	36	25	10	0,19	61	126	122	80	16	2,36
19	42	38	25	10	0,21	62	128	124	80	16	2,42
20	44	40	30	10	0,26	63	130	126	80	16	2,48
21	46	42	30	12	0,27	64	132	128	80	16	2,55
22	48	44	30	12	0,29	65	134	130	80	16	2,61
23	50	46	30	12	0,31	66	136	132	80	16	2,67
24	52	48	35	12	0,36	67	138	134	80	16	2,74
25	54	50	35	12	0,39	68	140	136	80	16	2,81
26	56	52	40	12	0,45	69	142	138	80	16	2,87
27	58	54	40	12	0,47	70	144	140	80	16	2,94
28	60	56	40	12	0,50	72	148	144		16	2,50
29	62	58	40	14	0,52	75	154	150		20	2,71
30	64	60	40	14	0,55	76	156	152		20	2,79
31	66	62	45	14	0,61	80	164	160		20	3,09
32	68	64	45	14	0,65	85	174	170		20	3,50
33	70	66	45	14	0,68	90	184	180		20	3,93
34	72	68	45	14	0,71	95	194	190		20	4,39
35	74	70	45	14	0,74	100	204	200		20	4,87
36	76	72	45	14	0,78	110	224	220		20	5,90
37	78	74	50	14	0,86	114	232	228		20	6,34
38	80	76	50	14	0,90	120	244	240		20	7,03
39	82	78	50	14	0,93	127	258	254		20	7,89
40	84	80	50	14	0,97						
41	86	82	55	16	1,05						
42	88	84	55	16	1,09						
43	90	86	55	16	1,13						
44	92	88	60	16	1,23						
45	94	90	60	16	1,27						

### 8.1.- SELECCIÓN DE ACOPLAMIENTO.

Teniendo en cuenta que el eje del motor según el catálogo tiene un diámetro de 28 mm, y que como se puede comprobar también en el punto 8, el diámetro del eje de entrada del reductor de velocidad es de 50 mm, pero se ha rebajado 1 mm en su extremo para poder acoplar el volante de inercia. Debido a esta diferencia de diámetros es necesaria la instalación de un acoplamiento entre ejes.

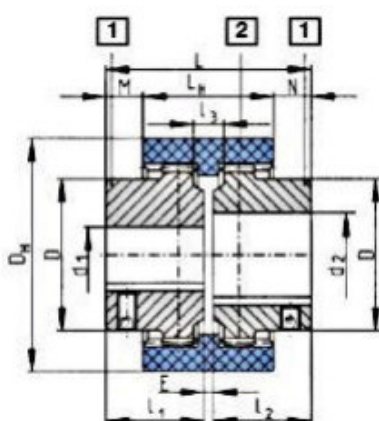
Para ello se ha contactado con la empresa fabricante INDARBELT.SA que fabrica acoplamientos y elementos para maquinas a medida.

De su catálogo se ha encargado el tipo de acoplamiento BOWEX un acoplamiento M48 para una transmisión con amortiguación de las vibraciones del giro,

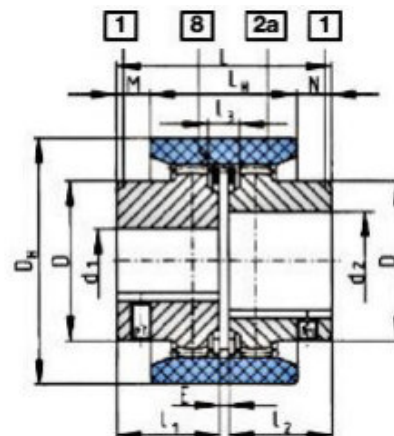
y a su vez compensa desalineaciones en el eje axial-radial y angular de los ejes a unir, además es de fácil montaje axial y tiene muy poco mantenimiento.

Dado que el diámetro del M48 es de 48 mm, es necesario someter este a un posterior mecanizado hasta alcanzar los 49 mm de diámetro del eje de entrada del reductor.

A continuación se muestran sus componentes y su acoplamiento:



**Tipo M**

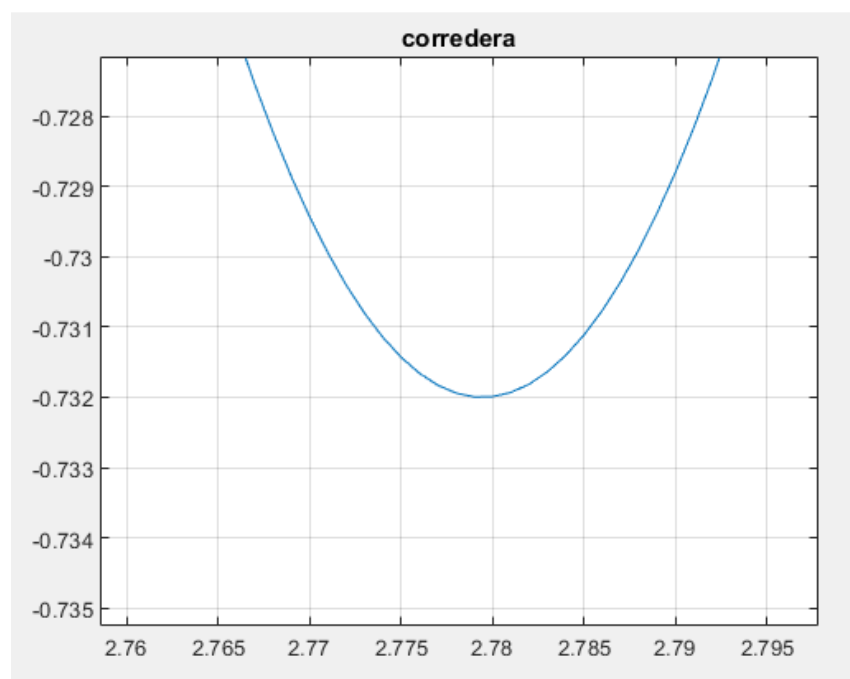


**Tipo I**

Tamaño	Pares T <sub>K</sub> (Nm)		Dimensiones (mm)													Desalineaciones			R.P.M. máx. (1/min.)
	T <sub>kn</sub>	T <sub>Kmax</sub>	Pretaladro		d <sub>1</sub> ; d <sub>2</sub> máx	L <sub>1</sub> ; L <sub>2</sub>	E	L	L <sub>II</sub>	M; N	D	D <sub>II</sub>	Mangón largo L <sub>1</sub> ; L <sub>2</sub>	Axial máx. (mm)	Radial (mm)	Angular (α°)			
			Ciego	Preta- ladro															
M- 14	10	20	x	-	-	15	23	4	50	37	6,5	25	40	40		±0,3		14000	
M- 19	16	32	x	-	-	20	25	4	54	37	8,5	32	48	40				11800	
M- 24	20	40	x	-	-	24	26	4	56	41	7,5	36	52	50				10600	
M- 28	45	90	x	-	-	28	40	4	84	46	19	44	66	55				8500	
M- 32	60	120	x	-	-	32	40	4	84	48	18	50	76	55				7500	
M- 38	80	160	x	-	-	38	40	4	84	48	18	58	83	60	±1	±0,4	±1°	6700	
M- 42	100	200	x	-	-	42	42	4	88	50	19	68	92	60			por	6000	
M- 48	140	280	x	-	-	48	50	4	104	50	27	68	96	60			mangón	5600	
M- 65	380	760	x	27	-	65	55	4	114	68	23	96	132	70		±0,6		4000	
I- 80	700	1400	-	25	-	80	90	6	186	93	46,5	124	175	-		±0,7		3150	
I- 100	1200	2400	-	35	-	100	110	8	228	102	63	152	210	-		±0,8		3000	
I- 125	2500	5000	-	45	-	125	140	10	290	134	78	192	270	-		±1,1		2120	

## 9.-ESTUDIO DE LAS FUERZAS DE LIGADURA

Se va a realizar entonces un estudio de las reacciones en los momentos más críticos del sellado, para ver donde son mayores dichas reacciones y comprobar respecto de éstas si las piezas resisten las fuerzas de ligadura.



Atendiendo a este último gráfico estudiaremos las reacciones en los siguientes puntos de sellado críticos:

- 1) Justo al empezar la estampación
- 2) En el punto donde la corredera alcanza su tope
- 3) Justo a la salida de la estampación

### FUERZAS DE LIGADURA AL COMENZAR EL SELLADO

Este punto se alcanza cuando la corredera está en en -0,730 hemos cogido para el estudio el instante de tiempo  $t=2,842$  segundos.



$R_1 = 185400N$	$R_8 = -113010N$
$R_2 = 86534N$	$R_9 = 48739N$
$R_3 = 112490N$	$R_{10} = -58138N$
$R_4 = -0.0032N$	$R_{11} = -37138N$
$R_5 = -0.292N$	$R_{12} = -28475N$
$R_6 = 112490N$	$R_{13} = -23807N$
$R_7 = -0.292N$	

#### FUERZAS DE LIGADURA EN EL PUNTO FINAL DE LA CORREDERA

Este punto es el  $-0.732$  y pertenece al instante  $t = 2.779$  segundos.

$R_1 = 125450N$	$R_8 = -20167N$
$R_2 = 15449N$	$R_9 = 8717N$
$R_3 = 112491N$	$R_{10} = -10373N$
$R_4 = 0.000084N$	$R_{11} = -6626N$
$R_5 = -0.035N$	$R_{12} = -5076N$
$R_6 = 112495N$	$R_{13} = -4260N$
$R_7 = -0.035N$	

#### FUERZAS DE LIGADURA EN EL PUNTO DE SALIDA DE LA CORREDERA

Este punto es el de nuevo en  $-0.731$  pero esta vez en el instante  $t = 2.785$  segundos.

$R_1 = -10.482N$	$R_6 = -4.9702N$
$R_2 = 3.40N$	$R_7 = 0.112N$
$R_3 = -8.247N$	$R_8 = -4.447N$
$R_4 = 0.002542N$	$R_9 = 14,92N$
$R_5 = 0.112N$	$R_{10} = -2.308N$

$$R_{11} = -1.434N$$

$$R_{13} = -1.976N$$

$$R_{12} = -1.098N$$

A la vista de los resultados obtenidos y comparando las reacciones que tendrán lugar entre los eslabones, se puede ver que el punto crítico de estudio es el punto donde comienza el sellado de la llave, es decir el de posición de la corredera -0730.

## **10.-CALCULO DE ESFUERZOS EN LAS BARRAS**

Para la realización de los cálculos, con el fin de dimensionar las piezas del mecanismo, se estudia la maquina en el punto de de inicio del sellado, que será el de máximo esfuerzo.

Dado que en otro momento del movimiento, la única fuerza que actuará sobre las piezas es la fuerza centrífuga provocada por la masa propia de las mismas, entonces es obvio que si se soportan los esfuerzos en el momento de sellado, se resistirán en el resto del ciclo, por lo que este sera el punto de estudio.

El estudio de la resistencia de las piezas se ha hecho mediante el programa de modelización de elementos finitos MEFI de la Universidad Politécnica de Cartagena

Para el dimensionado de las piezas, el procedimiento será el siguiente:

- Estudio de momentos flectores, fuerzas axiales y verticales en cada parte del Mecanismo proporcionados por MEFI
- Una vez dimensionadas las piezas se selecciona el material que la conforma.
- Calculo mediante TED (teorema energía de distorsión) de la validez de la pieza.
- Comprobación de su influencia sobre el mecanismo.

### **5.1.-CALCULO FACTOR DE SEGURIDAD**

El factor de seguridad se emplea para obtener un margen contra condiciones inciertas o desconocidas.

Para calcularlo, se emplea el método Pugsley y las siguientes tablas:

$$\eta = \eta_{xx} * \eta_{yy}$$

$\eta_{xx}$  = Factor de seguridad que involucran características A, B y C.

$\eta_{yy}$  = Factor de seguridad que involucran características D y E.

A = Calidad de los materiales.

B = Control sobre la carga aplicada.

C = Exactitud del analisis del esfuerzo.

D = Peligro para el personal.

E = Impacto económico.

Característica		B				
		mb	b	r	p	
A=mb	C=	mb	1.1	1.3	1.5	1.7
		b	1.2	1.45	1.7	1.95
		r	1.3	1.6	1.9	2.2
		p	1.4	1.75	2.1	2.45
A=b	C=	mb	1.3	1.55	1.8	2.05
		b	1.45	1.75	2.05	2.35
		r	1.6	1.95	2.3	2.65
		p	1.75	2.15	2.55	2.95
A=r	C=	mb	1.5	1.8	2.1	2.4
		b	1.7	2.05	2.4	2.75
		r	1.9	2.3	2.7	3.1
		p	2.1	2.55	3.0	3.45
A=p	C=	mb	1.7	2.05	2.4	2.75
		b	1.95	2.35	2.75	3.15
		r	2.2	2.65	3.1	3.55
		p	2.45	2.95	3.45	3.95
mb= muy bien			b= bien			
r= regular			p= pobre			

Característica		D		
		ns	s	ms
E=	ns	1.0	1.2	1.4
	s	1.0	1.3	1.5
	ms	1.2	1.4	1.6
ms= muy serio		s= serio	ns= no serio	

Para:

$$A=mb ; B=b ; C=b \rightarrow \eta_{xx} = 1,45$$

$$D=ns ; E=ns \rightarrow \eta_{yy} = 1$$

Luego  $\eta=1,45$

### DIMENSIONADO Y MATERIAL DE LOS BULONES

Tras un primer estudio de los momentos flectores y fuerzas verticales, se puede intuir que las piezas del mecanismo con mayor concentración de esfuerzos son la biela y la manivela.

El material usado para estas, es el mismo que para el resto de elementos del mecanismo (AISI 4130 T y R 425°C).

Sut = 1280 MPa

Sy = 1190 MPa

Dureza Brinell = 380

Densidad: 7760kg/m<sup>3</sup>

**Tabla A-21** (continuación)

Propiedades mecánicas medias de algunos aceros tratados térmicamente  
[Éstas son propiedades típicas de materiales normalizados y recocidos. Las propiedades de aceros templados y revenidos (TyR) son de una sola colada. Debido a las muchas variables, las propiedades listadas son promedios generales. En todos los casos, los datos se obtuvieron de piezas con diámetro de 0.505 pulg, maquinadas a partir de barras redondas de 1 pulg y la longitud de calibración es de 2 pulg. A menos que se especifique otra cosa, todas las piezas se templaron en aceite] Fuente: ASM Metals Reference Book, 2a. ed., American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1983.

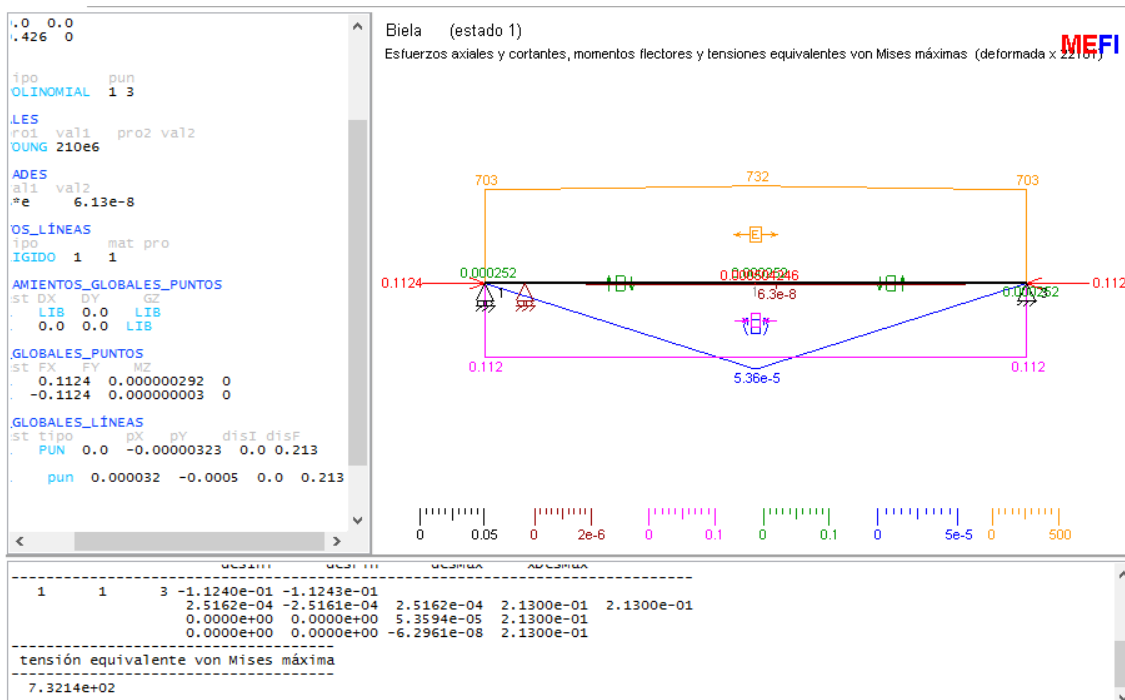
1	2	3	4	5	6	7	8
AISI núm.	Tratamiento	Temperatura, °C (°F)	Resistencia a la tensión MPa (kpsi)	Resistencia a la fluencia, MPa (kpsi)	Elongación, %	Reducción del área, %	Dureza Brinell
4130	TyR*	205 (400)	1 630 (236)	1 460 (212)	10	41	467
	TyR*	315 (600)	1 500 (217)	1 380 (200)	11	43	435
	TyR*	425 (800)	1 280 (186)	1 190 (173)	13	49	380
	TyR*	540 (1 000)	1 030 (150)	910 (132)	17	57	315
	TyR*	650 (1 200)	814 (118)	703 (102)	22	64	245
	Normalizado	870 (1 600)	670 (97)	436 (63)	25	59	197
	Recocido	865 (1 585)	560 (81)	361 (52)	28	56	156
4140	TyR	205 (400)	1 770 (257)	1 640 (238)	8	38	510
	TyR	315 (600)	1 550 (225)	1 430 (208)	9	43	445
	TyR	425 (800)	1 250 (181)	1 140 (165)	13	49	370
	TyR	540 (1 000)	951 (138)	834 (121)	18	58	285
	TyR	650 (1 200)	758 (110)	655 (95)	22	63	230
	Normalizado	870 (1 600)	1 020 (148)	655 (95)	18	47	302
	Recocido	815 (1 500)	655 (95)	417 (61)	26	57	197
4340	TyR	315 (600)	1 720 (250)	1 590 (230)	10	40	486
	TyR	425 (800)	1 470 (213)	1 360 (198)	10	44	430
	TyR	540 (1 000)	1 170 (170)	1 080 (156)	13	51	360
	TyR	650 (1 200)	965 (140)	855 (124)	19	60	280

\*Templado en agua.

A continuación se muestran los cálculos que justifican su elección.

## BIELA

Tras introducir en el programa todas las propiedades y dimensiones establecidas de la pieza (las cuales pueden observarse en el apartado de planos) así como las fuerzas de ligadura que actúan sobre ella además de las fuerzas de inercia y el peso propio de la pieza, hemos obtenido los siguientes resultados en MEFI:



Como se puede ver la biela trabaja prácticamente a compresión, debido a que las fuerzas axiales son tan grandes que podríamos haber obviado las fuerzas verticales que actúan sobre la pieza.

De aquí obtenemos una tensión de Von Mises de 732.1 MPa

Según TED:

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma} = 1,62$$

$$S_y = 1190 \text{ MPa}$$

Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

- **Fatiga.**

Aplicando Goodman se obtiene el siguiente rendimiento:

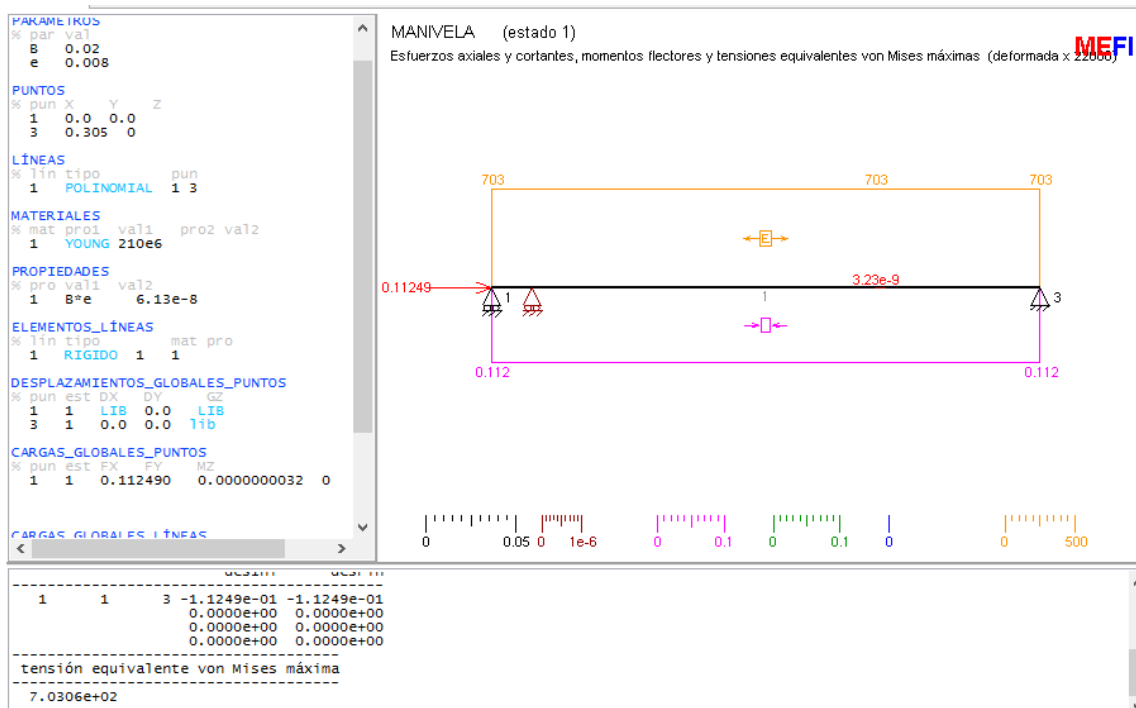
$$\frac{\sigma}{Se} = \frac{1}{\eta} \rightarrow \eta = 1280/732,1 = 1,74$$

Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

## MANIVELA

El material empleado será el mismo que para la biela.

Representando en Mefi los análisis de las reacciones R4, R3 sobre este eslabón, obtenemos el siguiente resultado.



Al igual que sucedía con la biela la fuerza axial es tan grande que podemos considerar que la manivela trabaja únicamente a compresión.

Obtenemos una tensión de Von Mises de 703.05 MPa.

Según TED:

$$\eta = \frac{SY}{\sigma} = 1,69$$

Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

- **Fatiga.**

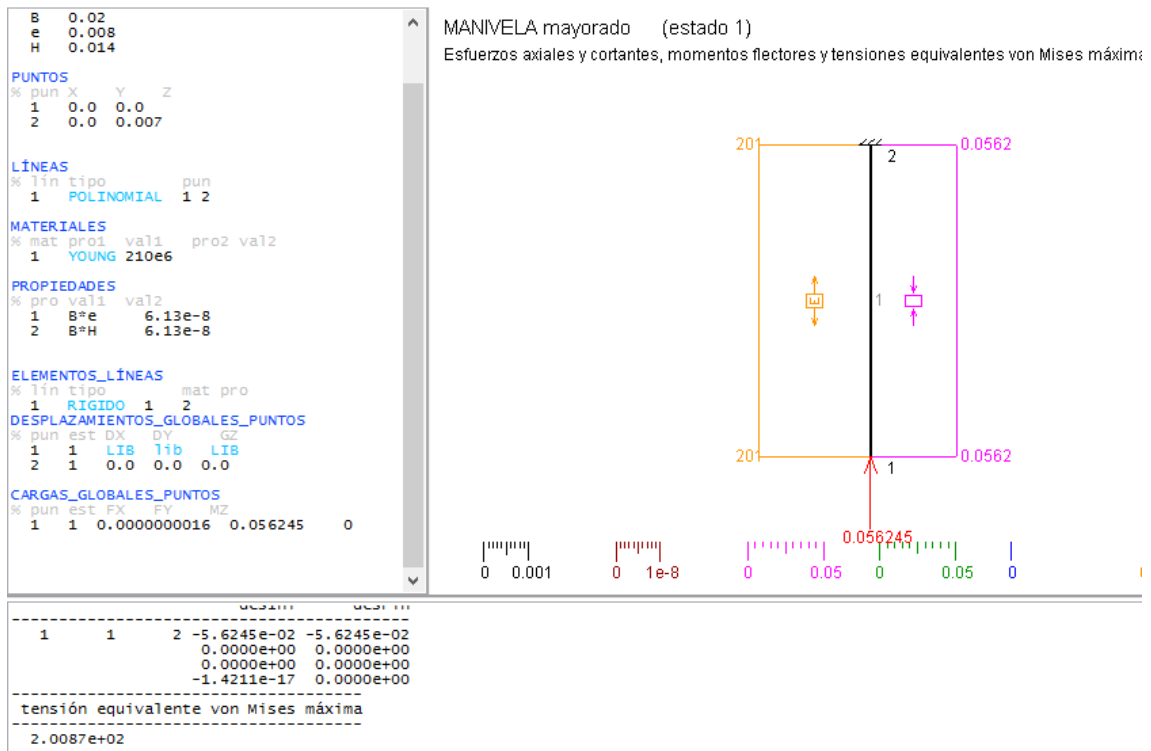
Aplicando Goodman se obtiene el siguiente rendimiento:

$$\frac{\sigma}{Se} = \frac{1}{\eta} \rightarrow \eta = 1280/703,05 = 1,82$$

Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

Debido a los dos agujeros que tiene la manivela para el acople del bulón de conexión con la biela, se ha estudiado específicamente esta sección del elemento.

Se ha procedido a dibujar en Mefi su geometría y se ha mayorado la tensión de Von Mises obtenida por el programa, de acuerdo al libreo Shigley. Obteniendo los siguientes resultados:





Obtenemos de aquí una tensión de Von Mises de 207 MPa.

Debido al agujero para la inserción del cojinete de 14 mm de diámetro exterior se tiene que la pieza sufre una concentración de esfuerzos  $K_f = 1.18$

El esfuerzo mayorado es de:

$$\sigma' = 244.26$$

**Según TED:**

$$\eta = \frac{SY'}{\sigma} = 4.871$$

Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

- **Fatiga.**

Aplicando Goodman se obtiene el siguiente rendimiento:

$$\frac{\sigma}{Se} = \frac{1}{\eta} \rightarrow \eta = 1280/244.26 = 5.245$$

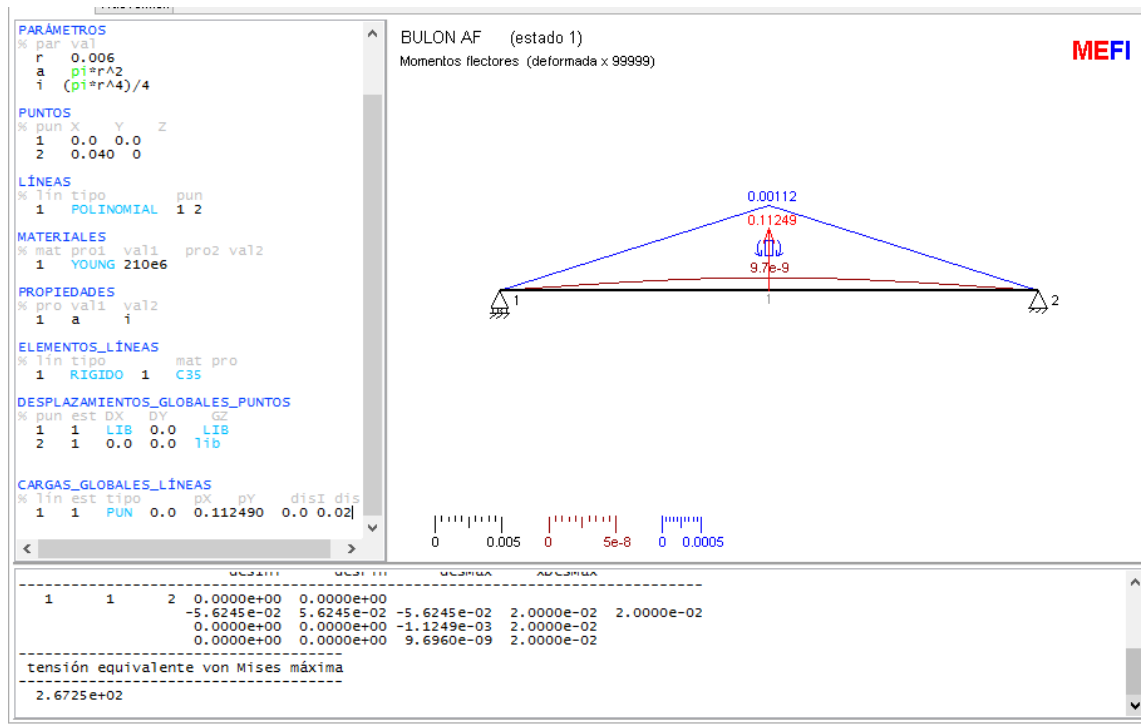
Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

### **BULONES**

Los bulones que unen la biela con la manivela y la barra selladora con la biela, son exactamente iguales, el diámetro seleccionado para estos es 12 mm, con una longitud total entre extremos de 40 mm.

## BULÓN AF

Este bulón es el que une la biela con la barra selladora, sufre la fuerza de reacción R6 en su parte central y debido a la geometría de la barra selladora tendrá dos reacciones en sus extremos que equiparán estos valores, introduciendo estos valores en MEFI tenemos:



Obtenemos de aquí una tensión de Von Mises de 267,25 Mpa.

Se procede a continuación a comprobar la resistencia de la pieza, para ello también se ha recurrido al libro Shigley, capítulo 5 Fallas Resultantes.

**Según TED:**

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma} = 4,45$$

$$S_y = 1190 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 267.16 \text{ MPa}$$

Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

- **Fatiga.**

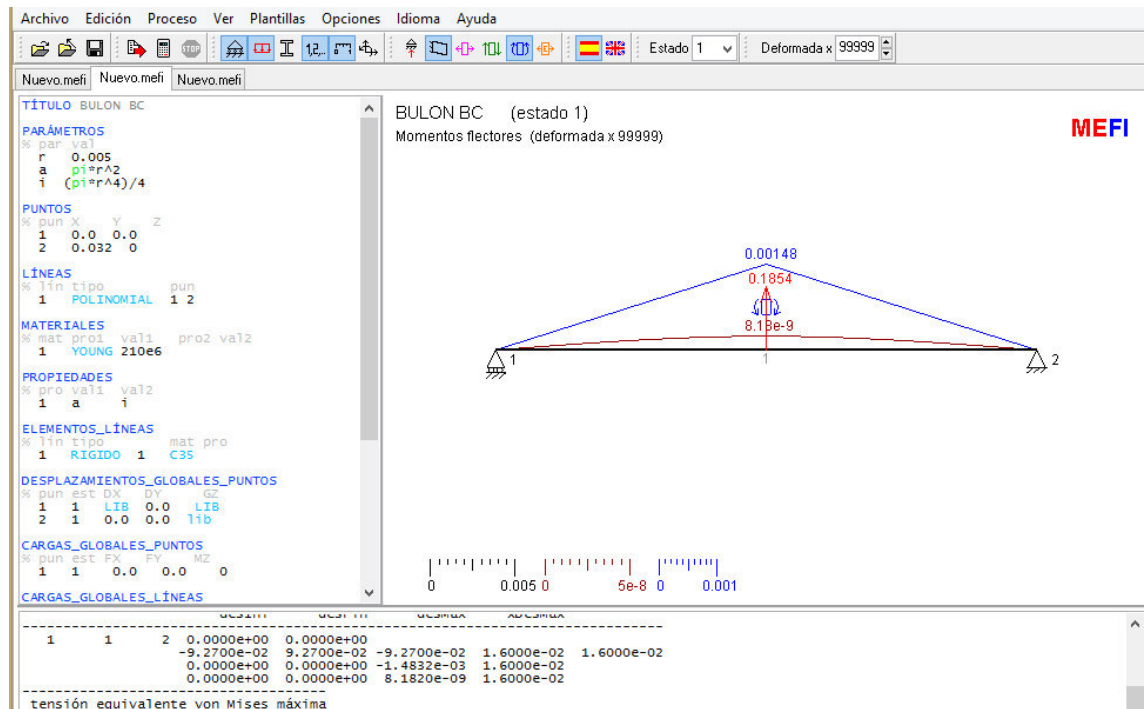
Aplicando Goodman se obtiene el siguiente rendimiento:

$$\sigma / S_e = 1 / \eta \rightarrow \eta = 1280 / 267.26 = 4,78$$

Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

## **BULÓN BC**

Este es el bulón de conexión entre la biela y la manivela soporta sobre todo la fuerza de reacción R3 en el centro de su geometría.



Obtenemos una tensión de Von Mises de 352.37 MPa

Se procede a continuación a comprobar la resistencia de la pieza del mismo modo que en el bulón AF.

**Según TED:**

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma} = 3,37$$

$$S_y = 1190 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 352.37 \text{ MPa}$$

Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

- **Fatiga.**

Aplicando Goodman se obtiene el siguiente rendimiento:

$$\sigma/Se = 1/\eta \rightarrow \eta = 1280/352.37 = 3,63$$

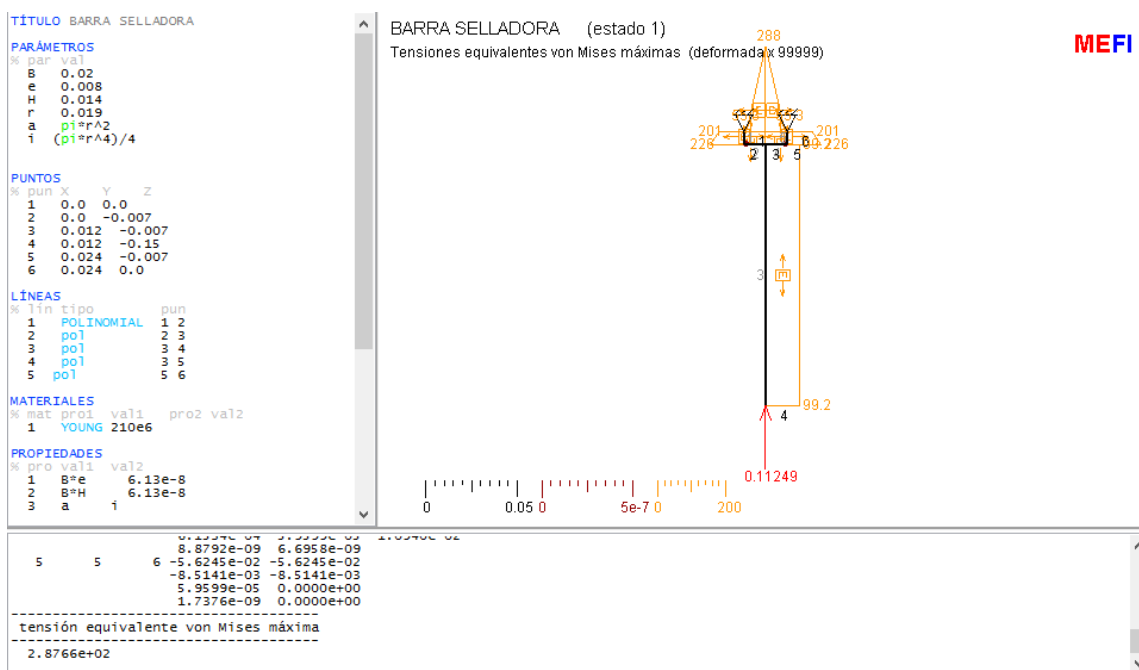
Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

## BARRA SELLADORA

Para la barra selladora se ha seguido el mismo procedimiento de cálculo mediante MEFI.

Se han traspasado sus medidas al programa y se le ha aplicado la reacción R6 obteniendo así los siguientes resultados.

Cabe destacar que el acoplamiento entre la barra selladora y la biela es el mismo que entre la biela y la manivela por ello no se vuelven a mostrar los cálculos del mayoramiento sobre esa parte de la pieza.



Debido a la geometría mas basta y grande de esta barra podemos ver como la tensión de Von Mises ha disminuido notablemente. Teniendo en este elemento un valor de 287MPa.

**Según TED:**

$$\eta = \frac{SY'}{\sigma} = 4.14$$

Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

- **Fatiga.**

Aplicando Goodman se obtiene el siguiente rendimiento:

$$\frac{\sigma}{Se} = \frac{1}{\eta} \rightarrow \eta = 1280/287 = 4,45$$

Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

### **EJE**

Se necesitará para la fabricación de la máquina un segundo eje tal y como se ve en el esquema de las partes del mecanismo en el punto uno.

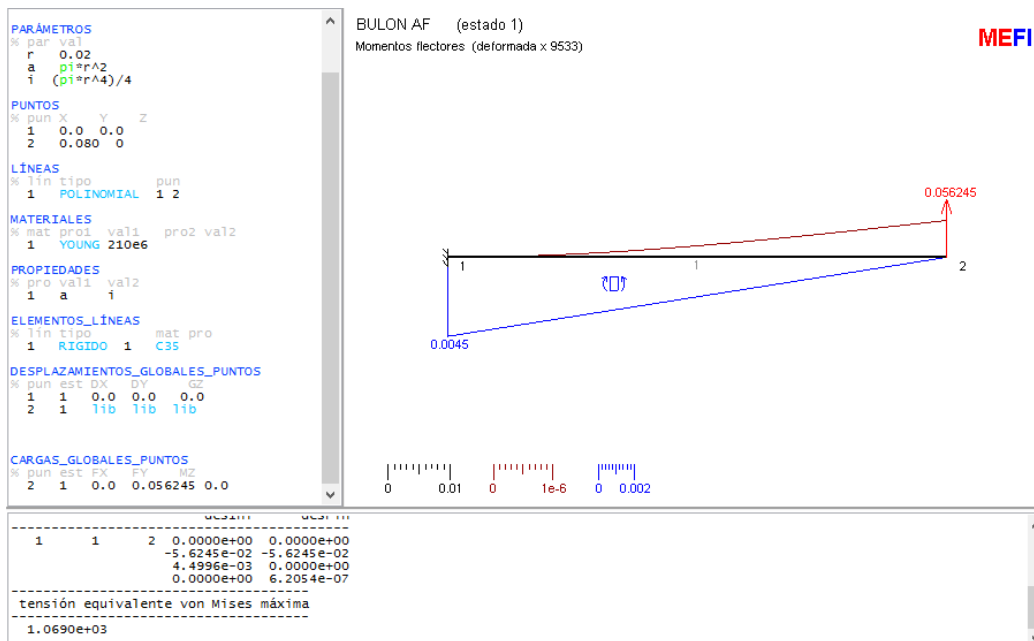
Debido a la gran carga cortante que soporta este eje se ha fabricado en un acero diferente y con unas propiedades mecánicas mejores. Se ha escogido el acero AISI 4140 TyR cuyas propiedades se pueden comprobar en la tabla A-21 antes mostrada.

Sut = 1640 MPa

Sy = 1770 MPa

Este eje se calcula a partir de un redondo macizo de 40 mm de diámetro. Posteriormente su este deberá mecanizarse según los planos a la medida exacta para acoplar la manivela.

Este eje sufrirá una carga de 56245N . Realizando los cálculos en MEFI se obtienen los siguientes resultados.



Se obtiene una tensión de Von Mises de 1069 MPa

Según TED:

$$\eta = \frac{SY'}{\sigma} = 1,65$$

Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

- **Fatiga.**

Aplicando Goodman se obtiene el siguiente rendimiento:

$$\frac{\sigma}{Se} = \frac{1}{\eta} \rightarrow \eta = 1280/1069 = 1,53$$

Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

## 11.- COJINETES DE DESLIZAMIENTO

Debido a que las cargas radiales del mecanismo son tan altas se descartó la posibilidad del uso de rodamientos, así que se optó por la implementación de cuatro cojinetes de deslizamiento, estos presentan ciertas ventajas respecto a los rodamientos como la exigencia de un menor espacio radial ya que no cuenta con elementos rodantes, los cojinetes tienen una operación más silenciosa, un precio mucho más reducido...

Ya que los dos bulones utilizados en el mecanismo son del mismo diámetro, los cojinetes habrán de ser también iguales. Los cojinetes están instalados en los puntos de conexión entre la biela - manivela, y la biela - barra selladora.

Para la selección de los cojinetes adecuados se ha recurrido al catálogo del fabricante de cojinetes TECHNOMON.S.R.L. y se han seleccionado para el caso más crítico que será el de la reacción de 112490N.

Esta carga de 112490N debido al diseño de las piezas quedaría dividida a partes iguales por los dos cojinetes, luego cada cojinete deberá soportar una carga radial máxima de 56245N.

Según el catálogo, el proveedor dispone del siguiente tipo de rodamiento, FRITEX, el cual soporta una carga específica máxima dinámica de 180 N/mm<sup>2</sup>.

### FRITEX

La marca Fritex identifica a la serie de cojinetes producidos con la aplicación de tejido con fibras de PTFE en los soportes metálicos de forma y naturaleza diferentes. El tejido está realizado de modo tal que su superficie de deslizamiento se compone principalmente de fibras de PTFE. El soporte del cojinete se dispone de distintos materiales, los cuales se diferencian según el tipo de aplicación. Las versiones son:  
Fritex-C= versión estándar con soporte de acero con bajo contenido de carbono.

Fritex-316= soporte de acero inoxidable AISI 316.  
Fritex-625= soporte de aleación de níquel INCONEL-625  
Fritex-B= soporte de bronce (CuSn8)

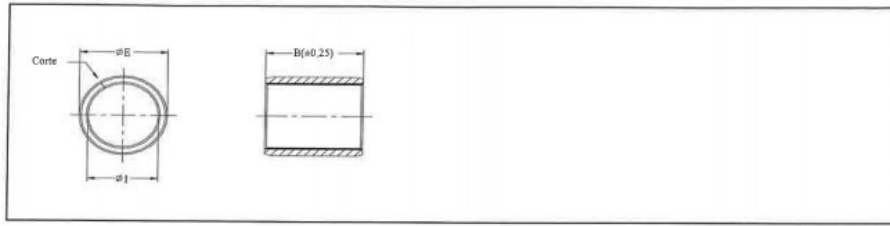
Los productos Fritex son ideales para aplicaciones con movimientos lentos y cargas elevadas, donde se requiere el funcionamiento en seco, como por ejemplo actuadores de grandes válvulas, máquinas para la industria textil, etc.  
(Tabla de dimensiones en la Pág. 15)



• CARACTERÍSTICAS:		DATOS TÉCNICOS			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevada capacidad de carga</li> <li>- Autolubricación en seco</li> <li>- Bajo coeficiente de rozamiento tanto estático como dinámico</li> <li>- Mínimo desgaste y óptima duración en servicio</li> <li>- Elevada resistencia química y buena compatibilidad con los fluidos</li> <li>- Amplio intervalo de temperaturas de funcionamiento</li> <li>- Elevada resistencia a la corrosión debido al tipo de soporte</li> <li>- Dimensiones mínimas</li> <li>- Facilidad de montaje</li> <li>- Amplia disponibilidad de artículos estándar</li> <li>- Posibilidad de artículos especiales</li> </ul>	Carga específica máxima	Estático	p	400 N/mm <sup>2</sup>	
			Dinámico	p	180 N/mm <sup>2</sup>
	Velocidad máxima	En seco	v		0,5 m/s
	Coeficiente de rozamiento en seco	Mínimo	μ		< 0.03
	Temperatura de funcionamiento	Mínima	t		-200°C
		Máxima	t		+260°C

D4





$\varnothing I$	$\varnothing E$	B
10	12	08
		10
		12
		15
		20
12	14	08
		10
		12
		15
		20
14	16	05
		10
		12
		15
		20
15	17	10
		12
		15
		20
		25
16	18	10
		12
		15
		20
		25
18	20	10
		12
		15
		20
		25
20	23	10
		15
		20
		25
		30

$\varnothing I$	$\varnothing E$	B
22	25	15
		20
		25
		30
		15
24	27	20
		25
		30
		12
		15
25	28	20
		25
		30
		30
		20
28	32	20
		30
		10
		15
		20
30	34	20
		25
		30
		40
		20
32	36	20
		30
		40
		100
		20
35	39	30
		40
		50
		20
		30
40	44	40
		50
		30
		40
		50
45	50	20
		30
		40
		50
		30

$\varnothing I$	$\varnothing E$	B
50	55	60
		25
		30
		40
		100
55	60	20
		30
		40
		60
		30
60	65	40
		60
		70
		40
		70
65	70	40
		70
		40
		70
		70
70	75	50
		70
		70
		60
		80
75	80	80
		60
		100
		60
		100
80	85	60
		100
		60
		100
		60
85	90	100
		60
		100
		80
		100
90	95	80
		100
		30
		100
		60
95	100	30
		100
		60
		100
		100
100	105	100
		60
		100
		60
		100
105	110	60
		100
		60
		100
		100

$\varnothing I$	$\varnothing E$	B
110	115	60
		100
		60
		100
		100
115	120	60
		100
		60
		100
		100
120	125	60
		100
		60
		100
		100
125	130	100
		60
		100
		60
		100
130	135	100
		60
		100
		60
		100
135	140	100
		60
		100
		60
		100
140	145	60
		100
		60
		100
		60
150	155	60
		100
		60
		100
		60
160	165	60
		100
		60
		100
		60
180	185	60
		100
		60
		100
		100

*Para disponibilidad de dimensiones en pulgadas y piezas especiales, por mayor información consulte con muestras oficiales técnicos/comerciales.*

De acuerdo al tamaño de las piezas se selecciona de la tabla de dimensiones para este tipo de cojinetes las siguientes medidas:

$$D_i = 12 \text{ mm}$$

$$D_e = 14 \text{ mm}$$

$$B = 12 \text{ mm}$$

Comprobamos la carga máxima que le proporciona la reacción al cojinete no supera las especificaciones de la ficha técnica del mismo:

$$F/S < \text{Carga máxima dinámica}$$

$$F = 112490/2 = 56245 \text{ N}$$

$$S = 2\pi \cdot r \cdot B = 2 \cdot \pi \cdot 6 \cdot 12 = 452.38 \text{ mm}^2$$

$$F/S = 124.32 < 180 \text{ N/mm}^2 \text{ Luego los cojinetes soportan sin problemas el impacto.}$$

Para el eje donde apoya la segunda manivela, ya que la carga absorbida por este es la misma, se selecciona un cojinete del mismo modelo pero con las dimensiones aptas para este eje:

$$D_i = 40; D_e = 44; B = 20$$

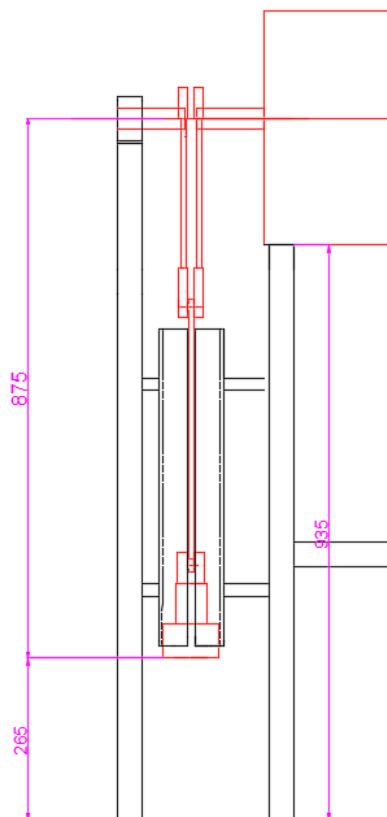
## 12.- ESTRUCTURA

Para comenzar a diseñar la estructura, primero se debe saber donde tiene que estar el punto de sellado.

Debido a los diferentes espesores de llave, y dado que el punto de golpeo es siempre a la misma altura, las diferentes bandejas de soporte de las llaves serán las encargadas de posicionarlas a la altura justa de la misma (estas bandejas quedarán mejor explicadas en el punto de mesa de trabajo).

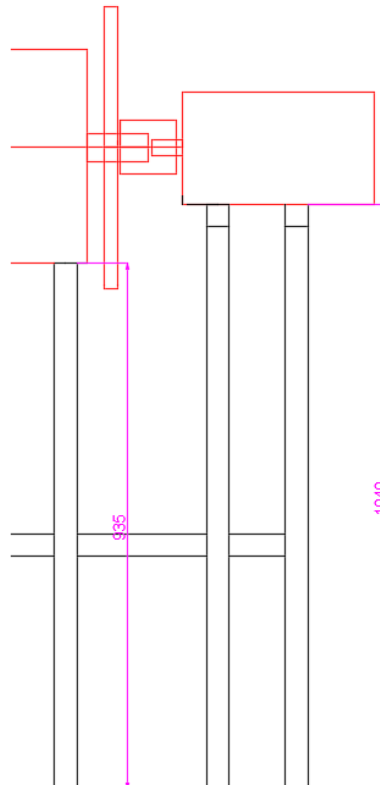
Con la intención de dejar espacio suficiente para la creación de otro mecanismo que llevase las llaves hasta el punto exacto de sellado, se ha tomado la decisión de que la altura de sellado este a 265 mm sobre el nivel del suelo.

A partir de aquí y teniendo las medidas del mecanismo que se muestran en la siguiente imagen, así como las medidas de los catálogos del motor y reductor de velocidad, se ha diseñado la estructura sobre la que se colocarán los mismos.



Por lo tanto el soporte sobre el que se atornillará el reductor de velocidad estará situado a 935 mm del suelo.

Teniendo en cuenta la diferencia de altura entre el eje de salida del motor y el de entrada del reductor, se ha corregido este desfase elevando los apoyos del soporte del motor según se muestra en la siguiente esquema.



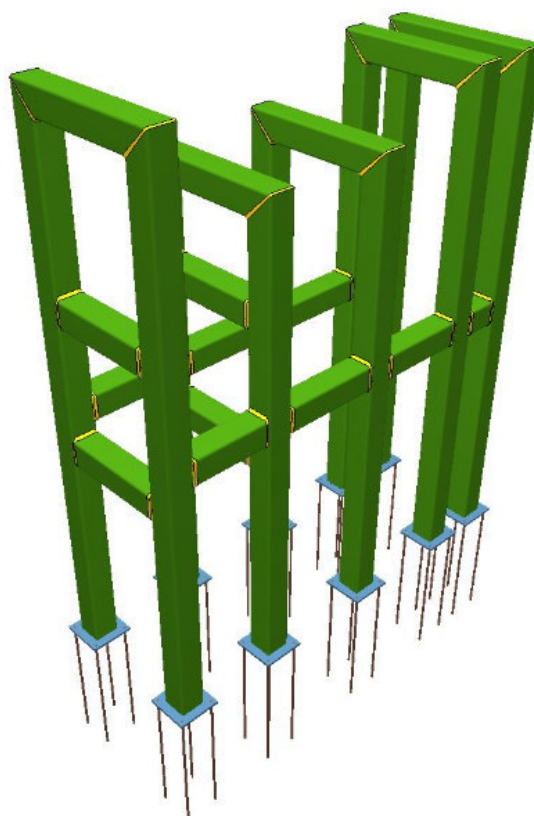
El motor y Reductor de velocidad quedarán anclados a la estructura, mediante tornillos que atravesarán las barras de esta, estos puntos se han determinado en base a las medidas proporcionadas en sus catálogos.

Con el fin de reducir los momentos flectores y los cortantes sobre las barras de apoyo, estas se han fabricado a la medida más justa a la conexión del reductor (ya que es el que absorberá la mayor parte de las reacciones provocadas en el sistema), consiguiendo así que las cargas se transmitan a los nudos sin llegar a flexionar la barra.

Para el cálculo de la estructura, se han cogido todas las reacciones proporcionadas por Matlab y se han modelizado en los puntos de eje de la rueda 7, eje de las ruedas 5 y 6, y eje de la rueda 1 ( esta reacción del eje de la rueda 1 se divide a su vez entre el motor y el reductor).

Se ha hecho un sumatorio de estas reacciones y se han distribuido de forma proporcional en los cuatro apoyos del reductor de velocidad.

Para el diseño y justificación de la estructura principal se ha empleado el programa CYPE.



A continuación se mostrarán algunos de los resultados obtenidos por el programa.

Toda la estructura está formada por barras de acero laminado S275, conformado en frío, apto para estructuras metálicas, ya que no se le exige ningún requisito de resiliencia, puesto que la estructura no recibirá ningún impacto.

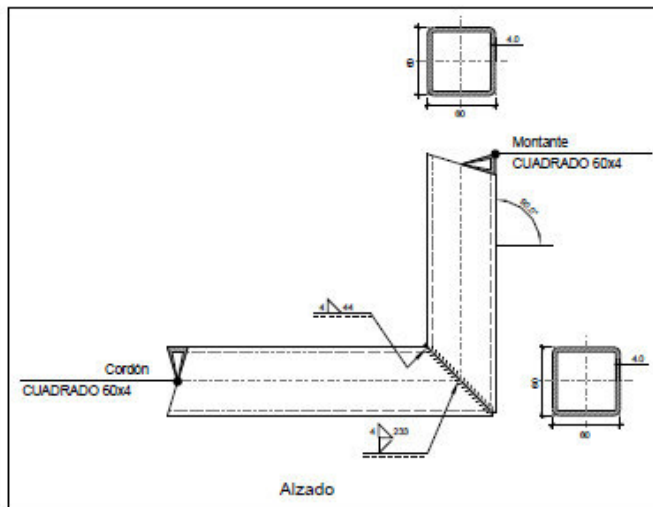
Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_y$ (MPa)	$\alpha_t$ (m/m°C)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i><math>\nu</math></i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i><math>f_y</math></i> : Límite elástico <i><math>\alpha_t</math></i> : Coeficiente de dilatación <i><math>\gamma</math></i> : Peso específico							

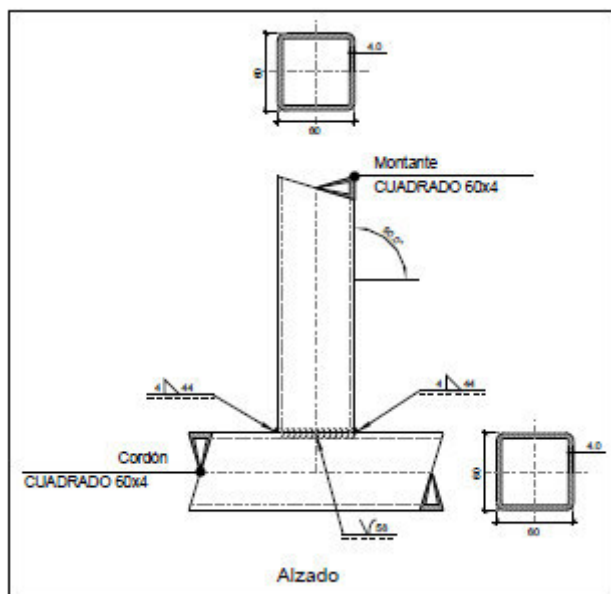
Toda la estructura se ha diseñado con barras de este material de sección cuadrada de 60x60 y espesor 4 mm, se ha elegido este tipo de sección por la facilidad a la hora de realizar la unión de las distintas partes de la estructura, ya que el método de unión es soldadura a filete

(FW) y soldadura tope (BW). Se utilizarán electrodos de calidad estructural, apropiados a las condiciones de la unión y del soldeo, y con características mecánicas superiores a los del material base.

Perfil: CUADRADO 60x4 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
Inicial	Final					
N4	N32	0.520	8.68	44.51	44.51	72.18
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$	0.70	0.70	0.00	0.00		
L <sub>p</sub>	0.364	0.364	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>t</sub>	-		1.000			
Notación: $\beta$ : Coeficiente de pandeo L <sub>p</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>t</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

Se muestra a continuación el esquema de soldadura que se ejecuta en la unión entre barras de la estructura:





Según la modelización y distribución de cargas sobre los anclajes del reductor de velocidad antes mencionada, se tiene que en cada punto de conexión con la estructura, soportará una carga de 38 kN en dirección - Z, y una carga de 0.079 kN en dirección X.

Cargas en nudos					
Referencia	Hipótesis	Cargas puntuales (kN)	Dirección		
			X	Y	Z
N2	Q 1	45.00	0.000	0.000	-1.000
N3	Q 1	45.00	0.000	0.000	-1.000
N6	Q 1	38.00	0.000	0.000	-1.000
N6	Q 1	0.08	1.000	0.000	0.000
N7	Q 1	38.00	0.000	0.000	-1.000
N7	Q 1	0.08	1.000	0.000	0.000
N10	Q 1	38.00	0.000	0.000	-1.000
N10	Q 1	0.08	1.000	0.000	0.000
N11	Q 1	38.00	0.000	0.000	-1.000
N11	Q 1	0.08	1.000	0.000	0.000
N14	Q 1	3.00	0.000	0.000	-1.000
N15	Q 1	3.00	0.000	0.000	-1.000
N18	Q 1	3.00	0.000	0.000	-1.000
N19	Q 1	3.00	0.000	0.000	-1.000

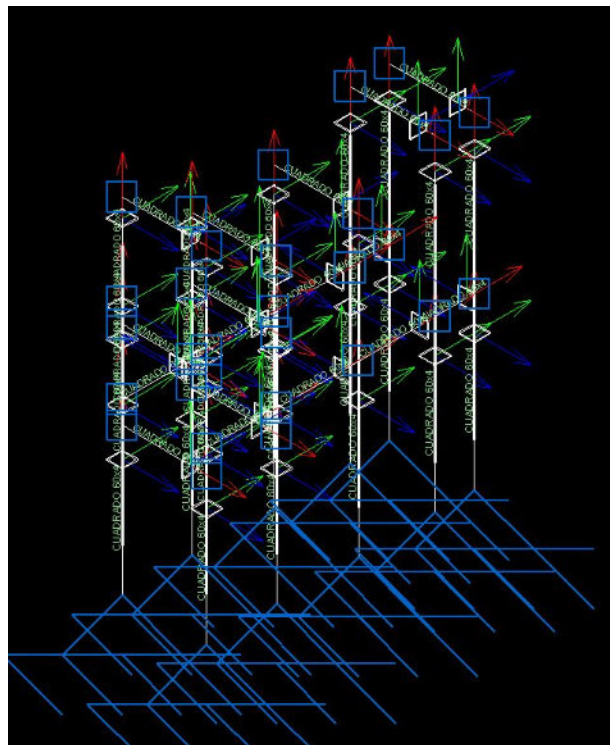
También se puede verificar que el programa incluye el peso propio de los elementos de la estructura.



Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N12/N28	Peso propio	N	-0.101	-0.082	-0.063	-0.063
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		Q 1	N	-34.234	-34.234	-34.234
	Vy	0.011	0.011	0.011	0.011	
	Vz	0.068	0.068	0.068	0.068	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	-0.02	-0.04	-0.04	
	Mz	0.00	0.00	-0.01	-0.01	

Tras pasar el diseño estructural al programa y situarle las cargas en sus respectivos nudos se obtiene el siguiente resultado que verifica que la estructura aguanta sin problemas dichas reacciones.

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos p <sub>simos</sub>						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N1/N31	30.42	0.490	-66.942	0.074	-0.023	0.00	0.01	-0.04	G	Cumple
N31/N30	29.89	0.030	-67.206	0.072	-0.070	-0.01	0.01	0.00	G	Cumple
N30/N35	29.88	0.030	-67.524	-0.003	0.009	0.00	0.00	-0.01	G	Cumple
N35/N40	29.71	0.030	-67.540	-0.002	0.000	0.00	0.00	0.00	G	Cumple
N40/N2	29.71	0.000	-67.537	-0.002	0.000	0.00	0.00	0.00	G	Cumple
N2/N3	0.03	0.270	-0.002	0.000	0.019	0.00	0.00	0.00	G	Cumple
N4/N32	31.13	0.490	-67.761	0.074	-0.059	0.00	0.03	-0.04	G	Cumple
N32/N21	30.32	0.030	-67.458	0.077	-0.011	-0.01	0.03	0.00	G	Cumple
N21/N36	29.93	0.030	-67.637	0.003	-0.009	0.00	0.00	-0.01	G	Cumple
N36/N39	29.72	0.030	-67.552	0.002	0.000	0.00	0.00	0.00	G	Cumple
N39/N3	29.72	0.000	-67.548	0.002	0.000	0.00	0.00	0.00	G	Cumple
N5/N34	29.25	0.490	-60.146	0.088	-0.193	0.00	0.09	-0.04	G	Cumple
N34/N22	28.78	0.050	-59.674	0.092	-0.151	-0.01	0.11	0.02	G	Cumple
N22/N38	25.64	0.200	-57.381	0.123	-0.006	0.00	0.00	-0.02	G	Cumple
N38/N6	25.40	0.190	-57.129	0.125	0.000	0.00	0.00	-0.01	G	Cumple



Queda por tanto demostrado que la estructura soporta ampliamente el peso de la reductora, concluyendo que los cálculos son satisfactorios.

La sujeción de la estructura al suelo dentro de la cadena de fabricación de las llaves se realiza mediante pernos y placas de anclaje, cuyas especificaciones son las siguientes:

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	100x100x6	0.47
				Total
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 6 - L = 332$	0.29
				Total

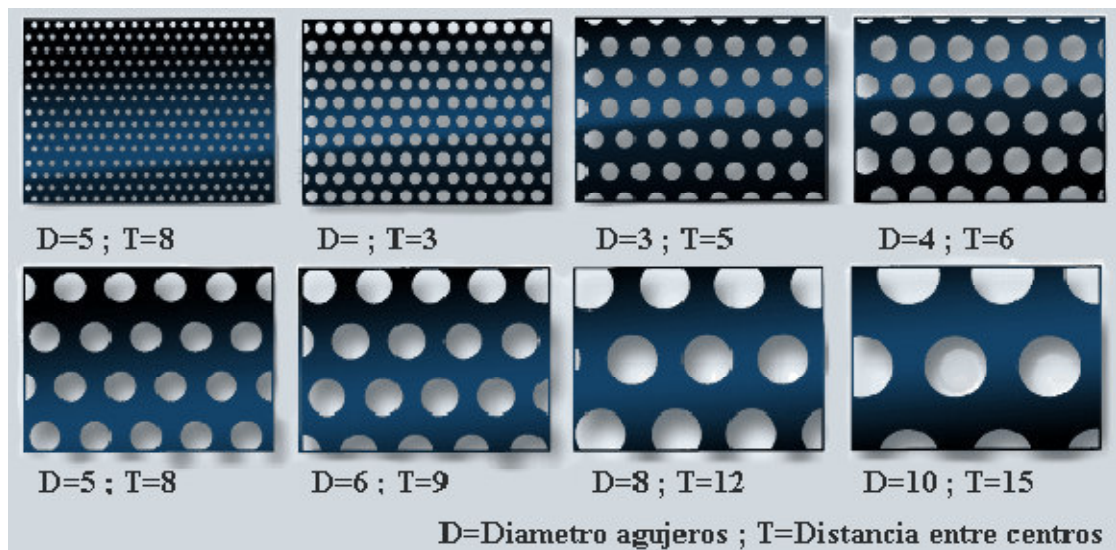


Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 18 mm Calculado: 80 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 9 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 15.39 kN Calculado: 0 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 10.77 kN Calculado: 0.06 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 15.39 kN Calculado: 0.08 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 9.06 kN Calculado: 0 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 3.61338 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 18.86 kN Calculado: 0.05 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 230.253 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 230.253 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 230.248 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 230.248 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 668.979	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 668.979	Cumple
- Arriba:	Calculado: 668.979	Cumple
- Abajo:	Calculado: 668.979	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Para más información acerca de la verificación de las mesas, recurrir al ANEXO II donde se recopilan todos los pasos de los cálculos realizados por el programa CYPE.

A la estructura base se le han soldado unas barras adicionales para poder cubrir las partes móviles del mecanismo. Con ello se consigue evitar atrapamientos y a su vez se puede ver el funcionamiento interno de la máquina. La chapa metálica de rejilla está colocada mediante remaches de 5x15 cada 75 mm.

A continuación se muestran posibles tipos de chapas:



Se elige la chapa con agujeros de 10 mm ya que es la que mejor visión del mecanismo permite.

Toda la chapa, se instala en la estructura mediante remaches de 5x15 espaciados 75 mm entre sí tal y como se indicaba anteriormente.

Sabiendo que la fuerza que soportarán los remaches es de 416,78N y conociendo la formula de tensión de cortadura del remache:

$$\tau = \frac{F}{N \cdot S_o} \leq \tau_{adm}$$

F= fuerza ejercida sobre la chapa

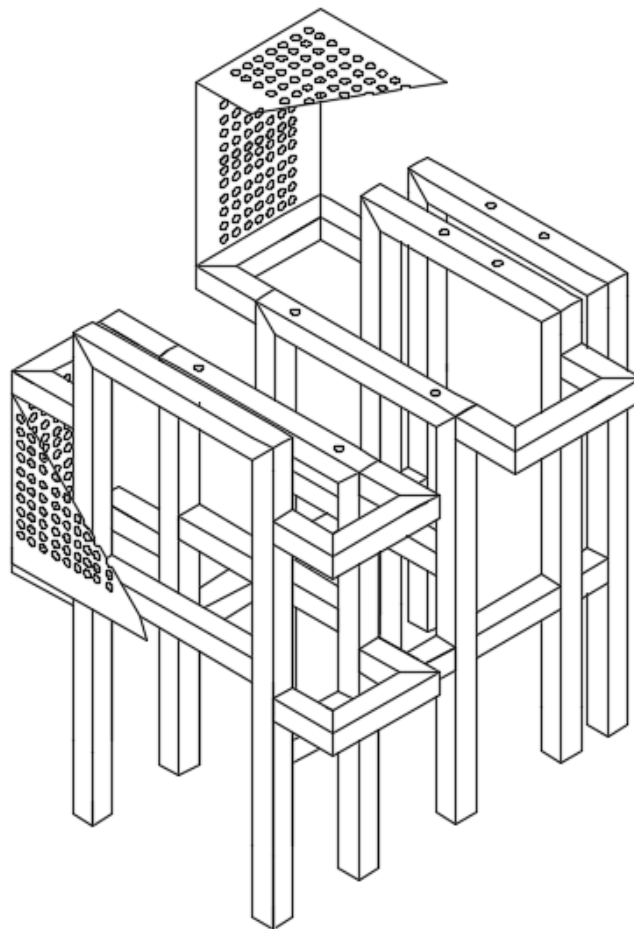
N= número total de remaches

So=superficie del remache

Se obtiene una tensión cortante de  $4,24 \frac{N}{mm^2}$

Mucho mayor que la tensión admisible ( $85 \frac{N}{mm^2}$ ), luego queda demostrado que soporta ampliamente el peso de la chapa.

Queda finalmente el diseño de la estructura de acuerdo al siguiente esquema:

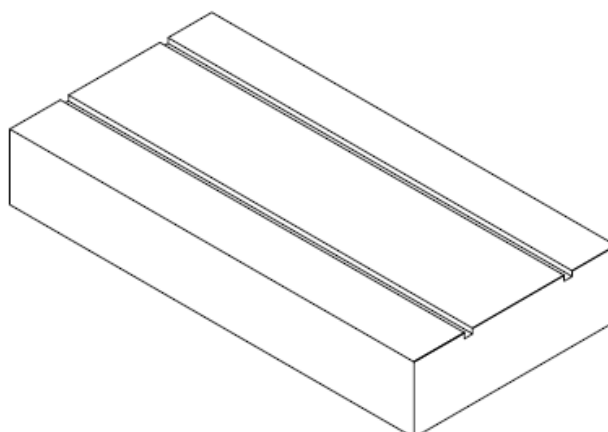


### **13.-MESA DE ESTAMPACIÓN**

Ya que el mecanismo de colocación de la llave en el punto de sellado , no forma parte de este proyecto, no se ha llevado un riguroso cálculo sobre el mismo, no obstante se han realizado algunos cálculos e ideas de cómo puede ser el mismo.

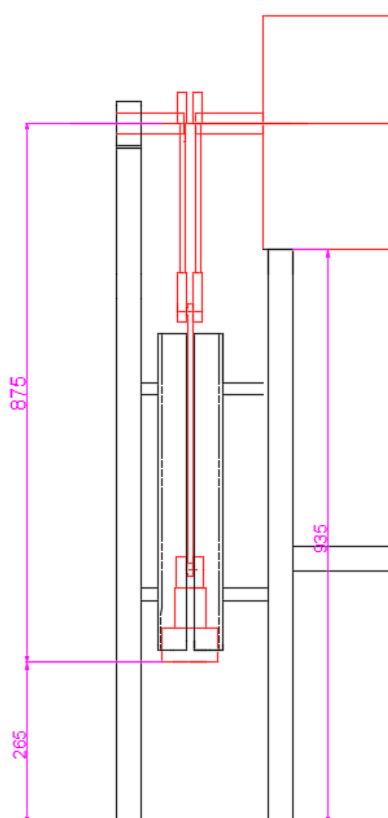
Se propone que las llaves vengan en unos moldes de acero (distintos dependiendo del tipo de llave a sellar), estos moldes llevarán el relieve a marcar por la otra cara de la llave.

Los moldes por su parte inferior llevan mecanizadas dos guías del mismo tamaño que las guías de la mesa de sellado, tal y como se ve en el siguiente esquema:



Una vez llega la bandeja al punto de sellado un mecanismo de freno detiene la bandeja y se produciría el sellado, inmediatamente después otro mecanismo de expulsión sacaría la bandeja y la llevaría a otra cinta transportadora donde se puede recoger la llave ya estampada.

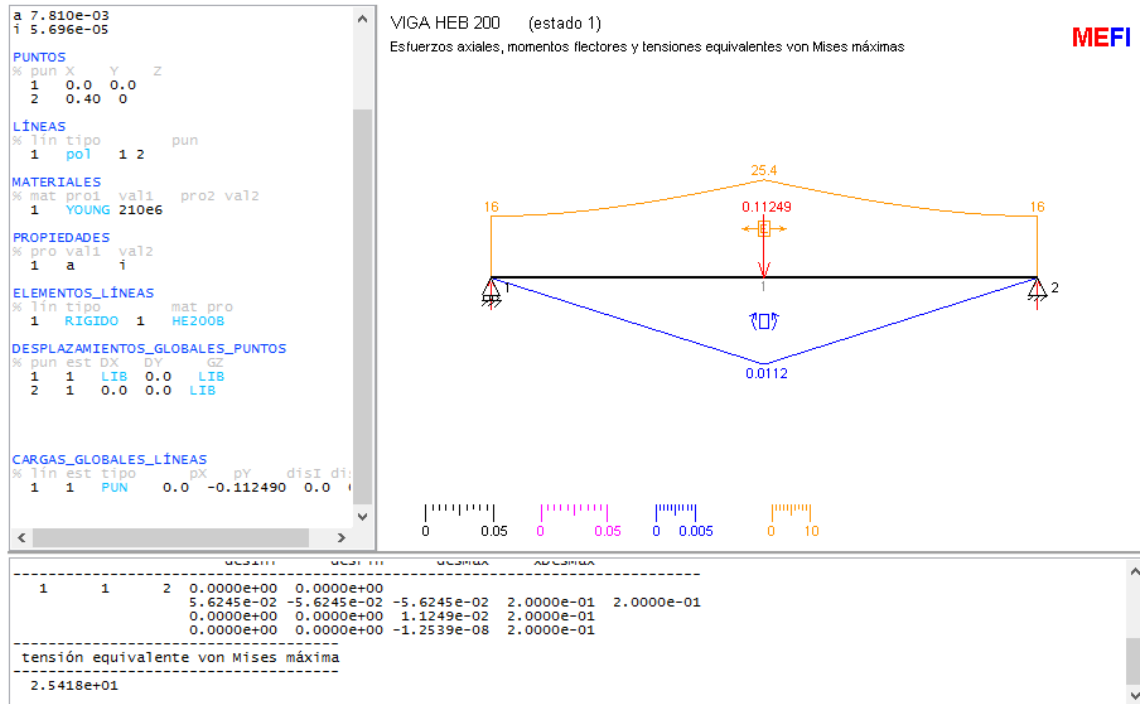
La mesa de estampación se ha diseñado dada la distancia de 265 mm que queda entre el mecanismo en su punto muerto final, y el suelo.



Por tanto se ha pensado construir el soporte directamente a partir de un viga HEB200 , sobre la que se suelda en su parte superior una bandeja maciza de 200 X 400 mm como la que se vé en la imagen anterior con la mecanización de las guías.

La fabricación de la misma puede verse en el plano de fabricación 7/7.

Se ha procedido a calcular igual que en los apartados anteriores la resistencia de la viga HEB200 al fuerza de sellado de 112490N obteniendo los siguientes resultados.



Obteniendo una tensión de Von Mises de 25,4 MPa.

Según TED:

$$\eta = \frac{SY}{\sigma} = 9,84$$

$$Sy = 250 \text{ MPa}$$

Este rendimiento valida las dimensiones establecidas, puesto que es mayor que 1,45.

- **Fatiga.**

Aplicando Goodman se obtiene el siguiente rendimiento:

$$\frac{\sigma}{Se} = \frac{1}{\eta} \rightarrow \eta = 400/25,4 = 15,74$$









industriales  
etsii

Escuela Técnica  
Superior  
de Ingeniería  
Industrial

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

**Diseño del brazo actuador de un dispositivo estampador para el marcado en serie de la marca de fabricante en el mango de útiles herramientas durante su proceso de fabricación en serie.**

Documento N°1 MEMORIA

ANEJO N°2: CÁLCULOS ESTRUCTURA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

El graduado, Miguel Navarro Agüera  
Cartagena, 23 de JULIO 2017



## ÍNDICE

<b>1.- DATOS DE OBRA</b>	2
<b>1.1.- Normas consideradas</b>	2
<b>2.- ESTRUCTURA</b>	2
<b>2.1.- Geometría</b>	2
2.1.1.- Nudos	2
2.1.2.- Barras	3
<b>2.2.- Cargas</b>	6
2.2.1.- Nudos	6
2.2.2.- Barras	7
<b>2.3.- Resultados</b>	9
2.3.1.- Nudos	9
2.3.2.- Barras	17
<b>2.4.- Uniones</b>	174
2.4.1.- Especificaciones	174
2.4.2.- Referencias y simbología	175
2.4.3.- Comprobaciones en placas de anclaje	176
2.4.4.- Memoria de cálculo	177
2.4.5.- Medición	213



## 1.- DATOS DE OBRA

### 1.1.- Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

**Categoría de uso:** B. Zonas administrativas

## 2.- ESTRUCTURA

### 2.1.- Geometría

#### 2.1.1.- Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$ : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$ : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.  
-

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	0.000	1.220	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.300	0.000	1.220	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.300	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.300	0.247	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	0.300	0.247	1.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	0.000	0.247	1.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	0.000	0.247	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	0.300	0.537	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	0.300	0.537	1.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	0.537	1.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	0.000	0.537	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N13	0.300	0.808	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N14	0.300	0.808	1.155	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	0.000	0.808	1.155	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	0.000	0.808	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N17	0.300	0.948	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N18	0.300	0.948	1.155	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	0.000	0.948	1.155	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	0.000	0.948	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N21	0.300	0.000	0.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	0.300	0.247	0.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	0.300	0.537	0.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	0.300	0.808	0.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	0.300	0.948	0.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	0.000	0.948	0.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	0.000	0.808	0.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado



Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N28	0.000	0.537	0.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	0.000	0.247	0.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	0.000	0.000	0.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	0.000	0.000	0.520	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	0.300	0.000	0.520	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	0.000	0.247	0.520	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N34	0.300	0.247	0.520	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N35	0.000	0.000	0.830	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N36	0.300	0.000	0.830	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N37	0.000	0.247	0.830	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N38	0.300	0.247	0.830	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N39	0.300	0.000	0.900	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N40	0.000	0.000	0.900	-	-	-	-	-	-	Empotrado

## 2.1.2.- Barras

### 2.1.2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_v$ (MPa)	$\alpha_t$ (m/m°C)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:  
*E*: Módulo de elasticidad  
 *$\nu$* : Módulo de Poisson  
*G*: Módulo de cortadura  
 *$f_v$* : Límite elástico  
 *$\alpha_t$* : Coeficiente de dilatación  
 *$\gamma$* : Peso específico

### 2.1.2.2.- Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>sup.</sub> (m)	Lb <sub>inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N1/N31	N1/N2	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	-	0.490	0.030	0.70	0.70	-	-
		N31/N30	N1/N2	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.020	0.030	0.70	0.70	-	-
		N30/N35	N1/N2	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.170	0.030	0.70	0.70	-	-
		N35/N40	N1/N2	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.040	-	0.70	0.70	-	-
		N40/N2	N1/N2	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	-	0.290	0.030	0.70	0.70	-	-
		N2/N3	N2/N3	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.240	0.030	1.00	1.00	-	-
		N4/N32	N4/N3	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	-	0.490	0.030	0.70	0.70	-	-
		N32/N21	N4/N3	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.020	0.030	0.70	0.70	-	-



# Listados

Fecha: 19/07/18

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N21/N36	N4/N3	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.170	0.030	0.70	0.70	-	-
		N36/N39	N4/N3	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.040	-	0.70	0.70	-	-
		N39/N3	N4/N3	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	-	0.290	0.030	0.70	0.70	-	-
		N5/N34	N5/N6	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	-	0.490	0.030	0.70	0.70	-	-
		N34/N22	N5/N6	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.020	0.030	0.70	0.70	-	-
		N22/N38	N5/N6	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.170	0.030	0.70	0.70	-	-
		N38/N6	N5/N6	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.160	0.030	0.70	0.70	-	-
		N7/N6	N7/N6	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.240	0.030	1.00	1.00	-	-
		N8/N33	N8/N7	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	-	0.490	0.030	0.70	0.70	-	-
		N33/N29	N8/N7	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.020	0.030	0.70	0.70	-	-
		N29/N37	N8/N7	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.170	0.030	0.70	0.70	-	-
		N37/N7	N8/N7	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.160	0.030	0.70	0.70	-	-
		N9/N23	N9/N10	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	-	0.570	0.030	0.70	0.70	-	-
		N23/N10	N9/N10	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.390	0.030	1.00	1.00	-	-
		N11/N10	N11/N10	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.240	0.030	1.00	1.00	-	-
		N12/N28	N12/N11	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	-	0.570	0.030	0.70	0.70	-	-
		N28/N11	N12/N11	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.390	0.030	0.70	0.70	-	-
		N13/N24	N13/N14	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	-	0.570	0.030	0.70	0.70	-	-
		N24/N14	N13/N14	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.495	0.030	0.70	0.70	-	-
		N15/N14	N15/N14	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.240	0.030	1.00	1.00	-	-
		N16/N27	N16/N15	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	-	0.570	0.030	0.70	0.70	-	-
		N27/N15	N16/N15	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.495	0.030	0.70	0.70	-	-
		N17/N25	N17/N18	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	-	0.570	0.030	0.70	0.70	-	-
		N25/N18	N17/N18	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.495	0.030	0.70	0.70	-	-
		N19/N18	N19/N18	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.240	0.030	1.00	1.00	-	-
		N20/N26	N20/N19	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	-	0.570	0.030	0.70	0.70	-	-
		N26/N19	N20/N19	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.495	0.030	0.70	0.70	-	-
		N21/N22	N21/N22	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.187	0.030	1.00	1.00	-	-
		N22/N23	N22/N23	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.230	0.030	1.00	1.00	-	-



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N23/N24	N23/N24	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.211	0.030	1.00	1.00	-	-
		N24/N25	N24/N25	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.080	0.030	1.00	1.00	-	-
		N27/N26	N27/N26	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.080	0.030	1.00	1.00	-	-
		N28/N27	N28/N27	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.211	0.030	1.00	1.00	-	-
		N29/N28	N29/N28	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.230	0.030	1.00	1.00	-	-
		N30/N29	N30/N29	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.187	0.030	1.00	1.00	-	-
		N31/N32	N31/N32	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.240	0.030	1.00	1.00	-	-
		N33/N34	N33/N34	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.240	0.030	1.00	1.00	-	-
		N35/N36	N35/N36	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.240	0.030	1.00	1.00	-	-
		N37/N38	N37/N38	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.030	0.240	0.030	1.00	1.00	-	-

**Notación:**  
 Ni: Nudo inicial  
 Nf: Nudo final  
 $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
 Lb<sub>Sup.</sub>: Separación entre arriostramientos del ala superior  
 Lb<sub>Inf.</sub>: Separación entre arriostramientos del ala inferior

### 2.1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N2/N3, N4/N3, N5/N6, N7/N6, N8/N7, N9/N10, N11/N10, N12/N11, N13/N14, N15/N14, N16/N15, N17/N18, N19/N18, N20/N19, N21/N22, N22/N23, N23/N24, N24/N25, N27/N26, N28/N27, N29/N28, N30/N29, N31/N32, N33/N34, N35/N36 y N37/N38

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	CUADRADO 60x4, (CUADRADOS)	8.68	3.73	3.73	44.51	44.51	72.18

**Notación:**  
 Ref.: Referencia  
 A: Área de la sección transversal  
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
 It: Inercia a torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

### 2.1.2.4.- Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N2	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	1.220	0.001	8.31
		N2/N3	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.300	0.000	2.04



# Listados

Fecha: 19/07/18

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N4/N3	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	1.220	0.001	8.31
		N5/N6	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	1.050	0.001	7.15
		N7/N6	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.300	0.000	2.04
		N8/N7	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	1.050	0.001	7.15
		N9/N10	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	1.050	0.001	7.15
		N11/N10	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.300	0.000	2.04
		N12/N11	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	1.050	0.001	7.15
		N13/N14	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	1.155	0.001	7.87
		N15/N14	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.300	0.000	2.04
		N16/N15	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	1.155	0.001	7.87
		N17/N18	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	1.155	0.001	7.87
		N19/N18	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.300	0.000	2.04
		N20/N19	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	1.155	0.001	7.87
		N21/N22	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.247	0.000	1.68
		N22/N23	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.290	0.000	1.98
		N23/N24	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.271	0.000	1.85
		N24/N25	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.140	0.000	0.95
		N27/N26	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.140	0.000	0.95
		N28/N27	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.271	0.000	1.85
		N29/N28	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.290	0.000	1.98
		N30/N29	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.247	0.000	1.68
		N31/N32	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.300	0.000	2.04
		N33/N34	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.300	0.000	2.04
		N35/N36	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.300	0.000	2.04
		N37/N38	CUADRADO 60x4 (CUADRADOS)	0.300	0.000	2.04

Notación:  
 Ni: Nudo inicial  
 Nf: Nudo final

## 2.1.2.5.- Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m <sup>3</sup> )	Serie (m <sup>3</sup> )	Material (m <sup>3</sup> )	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	CUADRADOS	CUADRADO 60x4	15.856	15.856	15.856	0.014	0.014	0.014	108.03	108.03	108.03

## 2.1.2.6.- Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m <sup>2</sup> /m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
CUADRADOS	CUADRADO 60x4	0.229	15.856	3.638
<b>Total</b>				<b>3.638</b>

## 2.2.- Cargas

**2.2.1.- Nudos**

Cargas en nudos					
Referencia	Hipótesis	Cargas puntuales (kN)	Dirección		
			X	Y	Z
N2	Q 1	45.00	0.000	0.000	-1.000
N3	Q 1	45.00	0.000	0.000	-1.000
N6	Q 1	38.00	0.000	0.000	-1.000
N6	Q 1	0.08	1.000	0.000	0.000
N7	Q 1	38.00	0.000	0.000	-1.000
N7	Q 1	0.08	1.000	0.000	0.000
N10	Q 1	38.00	0.000	0.000	-1.000
N10	Q 1	0.08	1.000	0.000	0.000
N11	Q 1	38.00	0.000	0.000	-1.000
N11	Q 1	0.08	1.000	0.000	0.000
N14	Q 1	3.00	0.000	0.000	-1.000
N15	Q 1	3.00	0.000	0.000	-1.000
N18	Q 1	3.00	0.000	0.000	-1.000
N19	Q 1	3.00	0.000	0.000	-1.000

**2.2.2.- Barras**

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N31	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000



# Listados

Fecha: 19/07/18

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N31/N30	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N35	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N40	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N40/N2	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N3	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N32	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N21	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N36	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N36/N39	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N39/N3	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N34	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N22	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N38	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N38/N6	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N6	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N33	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N29	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N37	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N7	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N23	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N10	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N10	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N28	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N11	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N24	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N14	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N14	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N27	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N15	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N25	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N18	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N18	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N26	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N19	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N22	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N23	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N24	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N25	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N26	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N27	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N28	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N29	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N32	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N34	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N36	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000





Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N37/N38	Peso propio	Uniforme	0.067	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

**2.3.- Resultados****2.3.1.- Nudos****2.3.1.1.- Desplazamientos**

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.

Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

**2.3.1.1.1.- Hipótesis**

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.111	0.081	-0.040
N2	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.038	-0.117	-0.248	0.089	0.005	-0.039
N3	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.038	-0.128	-0.250	0.089	0.005	-0.039
N4	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.143	0.081	-0.040
N5	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.194	0.104	-0.039
N6	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.054	-0.079	-0.181	0.013	0.015	-0.039
N7	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.054	-0.067	-0.178	0.013	0.015	-0.039
N8	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.163	0.104	-0.039
N9	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.088	0.095	-0.026
N10	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.080	-0.155	-0.190	0.181	0.021	-0.034
N11	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.080	-0.144	-0.188	0.184	0.021	-0.034
N12	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.062	0.095	-0.026
N13	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.075	0.108	-0.013
N14	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000
	Q 1	0.081	-0.187	-0.030	0.205	0.009	-0.024
N15	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
	Q 1	0.081	-0.180	-0.029	0.212	0.009	-0.024
N16	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



# Listados

Fecha: 19/07/18

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.047	0.108	-0.013
N17	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.127	0.112	-0.012
N18	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000
	Q 1	0.082	-0.132	-0.013	0.107	0.009	-0.024
N19	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
	Q 1	0.082	-0.125	-0.012	0.114	0.009	-0.024
N20	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.100	0.112	-0.012
N21	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.032	-0.073	-0.126	0.089	0.018	-0.041
N22	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.043	-0.073	-0.112	0.014	0.031	-0.040
N23	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.053	-0.073	-0.108	0.185	0.076	-0.026
N24	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.058	-0.073	-0.022	0.210	0.074	-0.013
N25	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.059	-0.073	-0.004	0.111	0.075	-0.012
N26	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.059	-0.062	-0.004	0.109	0.075	-0.012
N27	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.058	-0.062	-0.021	0.208	0.074	-0.013
N28	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.053	-0.062	-0.107	0.180	0.076	-0.026
N29	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.043	-0.062	-0.109	0.013	0.031	-0.040
N30	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.032	-0.062	-0.125	0.089	0.018	-0.041
N31	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.031	-0.054	-0.120	0.092	0.018	-0.040
N32	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.031	-0.066	-0.121	0.093	0.018	-0.040
N33	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.040	-0.060	-0.105	0.026	0.029	-0.039
N34	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.040	-0.071	-0.108	0.029	0.029	-0.039
N35	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.035	-0.082	-0.167	0.089	0.007	-0.038
N36	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.035	-0.093	-0.168	0.090	0.007	-0.038
N37	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.050	-0.064	-0.145	0.013	0.020	-0.039
N38	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.050	-0.076	-0.148	0.014	0.020	-0.039



Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N39	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.036	-0.100	-0.178	0.090	0.007	-0.038
N40	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.036	-0.088	-0.176	0.089	0.007	-0.038

### 2.3.1.1.2.- Combinaciones

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.000	0.000	0.000	0.111	0.081	-0.040
N2	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.038	-0.117	-0.248	0.089	0.006	-0.039
N3	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.038	-0.128	-0.250	0.089	0.005	-0.039
N4	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.000	0.000	0.000	0.144	0.082	-0.040
N5	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.000	0.000	0.000	0.194	0.104	-0.039
N6	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.054	-0.079	-0.181	0.013	0.015	-0.039
N7	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.054	-0.067	-0.178	0.013	0.016	-0.039
N8	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.000	0.000	0.000	0.163	0.104	-0.039
N9	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.000	0.000	0.000	0.088	0.095	-0.026
N10	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.080	-0.155	-0.191	0.181	0.021	-0.034
N11	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.080	-0.144	-0.188	0.184	0.022	-0.034
N12	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.000	0.000	0.000	0.062	0.095	-0.025
N13	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.000	0.000	0.000	0.075	0.108	-0.013
N14	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000
		PP+Q1	0.081	-0.187	-0.030	0.206	0.008	-0.024
N15	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
		PP+Q1	0.081	-0.180	-0.029	0.212	0.010	-0.024
N16	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.000	0.000	0.000	0.047	0.107	-0.012
N17	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.000	0.000	0.000	0.127	0.112	-0.013



# Listados

Fecha: 19/07/18

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N18	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000
		PP+Q1	0.082	-0.133	-0.013	0.107	0.008	-0.024
N19	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
		PP+Q1	0.082	-0.125	-0.012	0.114	0.009	-0.024
N20	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.000	0.000	0.000	0.100	0.111	-0.012
N21	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.032	-0.073	-0.126	0.089	0.018	-0.041
N22	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.043	-0.073	-0.112	0.014	0.031	-0.040
N23	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.053	-0.073	-0.109	0.185	0.076	-0.026
N24	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.058	-0.073	-0.022	0.210	0.074	-0.013
N25	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.059	-0.073	-0.005	0.111	0.075	-0.013
N26	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.059	-0.062	-0.004	0.110	0.074	-0.012
N27	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.057	-0.062	-0.021	0.208	0.074	-0.012
N28	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.053	-0.062	-0.107	0.180	0.076	-0.025
N29	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.043	-0.062	-0.110	0.013	0.031	-0.040
N30	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.032	-0.062	-0.125	0.089	0.018	-0.041
N31	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.031	-0.054	-0.120	0.092	0.018	-0.040
N32	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.031	-0.066	-0.122	0.093	0.018	-0.040
N33	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.040	-0.060	-0.105	0.026	0.029	-0.039
N34	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.040	-0.071	-0.108	0.029	0.029	-0.039
N35	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.035	-0.082	-0.167	0.089	0.008	-0.038
N36	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.035	-0.093	-0.169	0.089	0.007	-0.038
N37	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.050	-0.065	-0.145	0.013	0.020	-0.039
N38	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.050	-0.076	-0.148	0.014	0.020	-0.039
N39	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+Q1	0.036	-0.100	-0.178	0.089	0.007	-0.038
N40	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		PP+Q1	0.036	-0.088	-0.177	0.089	0.007	-0.038

### 2.3.1.1.3.- Envolventes

Envolvente de los desplazamientos en nudos									
Referencia	Tipo	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
		Descripción		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.040
		Valor máximo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.111	0.081	0.000
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	-0.117	-0.248	0.000	0.000	-0.039
		Valor máximo de la envolvente		0.038	0.000	0.000	0.089	0.006	0.000
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	-0.128	-0.250	0.000	0.000	-0.039
		Valor máximo de la envolvente		0.038	0.000	0.000	0.089	0.005	0.000
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.040
		Valor máximo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.144	0.082	0.000
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.039
		Valor máximo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.194	0.104	0.000
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	-0.079	-0.181	0.000	0.000	-0.039
		Valor máximo de la envolvente		0.054	0.000	0.000	0.013	0.015	0.000
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	-0.067	-0.178	0.000	0.000	-0.039
		Valor máximo de la envolvente		0.054	0.000	0.000	0.013	0.016	0.000
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.039
		Valor máximo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.163	0.104	0.000
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.026
		Valor máximo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.088	0.095	0.000
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	-0.155	-0.191	0.000	0.000	-0.034
		Valor máximo de la envolvente		0.080	0.000	0.000	0.181	0.021	0.000
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	-0.144	-0.188	0.000	0.000	-0.034
		Valor máximo de la envolvente		0.080	0.000	0.000	0.184	0.022	0.000
N12	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.025
		Valor máximo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.062	0.095	0.000
N13	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.013
		Valor máximo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.075	0.108	0.000
N14	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	-0.187	-0.030	0.000	-0.001	-0.024
		Valor máximo de la envolvente		0.081	0.000	0.000	0.206	0.008	0.000
N15	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	-0.180	-0.029	0.000	0.001	-0.024
		Valor máximo de la envolvente		0.081	0.000	0.000	0.212	0.010	0.000
N16	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.012
		Valor máximo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.047	0.107	0.000
N17	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.013
		Valor máximo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.127	0.112	0.000
N18	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	-0.133	-0.013	0.000	-0.001	-0.024
		Valor máximo de la envolvente		0.082	0.000	0.000	0.107	0.008	0.000
N19	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	-0.125	-0.012	0.000	0.001	-0.024
		Valor máximo de la envolvente		0.082	0.000	0.000	0.114	0.009	0.000
N20	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.012



# Listados

Fecha: 19/07/18

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Tipo	Combinación	Desplazamientos en ejes globales					
		Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.100	0.111	0.000
N21	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.073	-0.126	0.000	0.000	-0.041
		Valor máximo de la envolvente	0.032	0.000	0.000	0.089	0.018	0.000
N22	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.073	-0.112	0.000	0.000	-0.040
		Valor máximo de la envolvente	0.043	0.000	0.000	0.014	0.031	0.000
N23	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.073	-0.109	0.000	0.000	-0.026
		Valor máximo de la envolvente	0.053	0.000	0.000	0.185	0.076	0.000
N24	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.073	-0.022	0.000	0.000	-0.013
		Valor máximo de la envolvente	0.058	0.000	0.000	0.210	0.074	0.000
N25	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.073	-0.005	0.000	0.000	-0.013
		Valor máximo de la envolvente	0.059	0.000	0.000	0.111	0.075	0.000
N26	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.062	-0.004	0.000	0.000	-0.012
		Valor máximo de la envolvente	0.059	0.000	0.000	0.110	0.074	0.000
N27	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.062	-0.021	0.000	0.000	-0.012
		Valor máximo de la envolvente	0.057	0.000	0.000	0.208	0.074	0.000
N28	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.062	-0.107	0.000	0.000	-0.025
		Valor máximo de la envolvente	0.053	0.000	0.000	0.180	0.076	0.000
N29	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.062	-0.110	0.000	0.000	-0.040
		Valor máximo de la envolvente	0.043	0.000	0.000	0.013	0.031	0.000
N30	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.062	-0.125	0.000	0.000	-0.041
		Valor máximo de la envolvente	0.032	0.000	0.000	0.089	0.018	0.000
N31	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.054	-0.120	0.000	0.000	-0.040
		Valor máximo de la envolvente	0.031	0.000	0.000	0.092	0.018	0.000
N32	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.066	-0.122	0.000	0.000	-0.040
		Valor máximo de la envolvente	0.031	0.000	0.000	0.093	0.018	0.000
N33	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.060	-0.105	0.000	0.000	-0.039
		Valor máximo de la envolvente	0.040	0.000	0.000	0.026	0.029	0.000
N34	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.071	-0.108	0.000	0.000	-0.039
		Valor máximo de la envolvente	0.040	0.000	0.000	0.029	0.029	0.000
N35	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.082	-0.167	0.000	0.000	-0.038
		Valor máximo de la envolvente	0.035	0.000	0.000	0.089	0.008	0.000
N36	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.093	-0.169	0.000	0.000	-0.038
		Valor máximo de la envolvente	0.035	0.000	0.000	0.089	0.007	0.000
N37	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.065	-0.145	0.000	0.000	-0.039
		Valor máximo de la envolvente	0.050	0.000	0.000	0.013	0.020	0.000
N38	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.076	-0.148	0.000	0.000	-0.039
		Valor máximo de la envolvente	0.050	0.000	0.000	0.014	0.020	0.000
N39	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.100	-0.178	0.000	0.000	-0.038
		Valor máximo de la envolvente	0.036	0.000	0.000	0.089	0.007	0.000
N40	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.088	-0.177	0.000	0.000	-0.038
		Valor máximo de la envolvente	0.036	0.000	0.000	0.089	0.007	0.000

## 2.3.1.2.- Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).  
Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

**2.3.1.2.1.- Hipótesis**

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N1	Peso propio	0.000	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
	Q 1	-0.050	0.015	44.550	0.00	0.00	0.00
N4	Peso propio	0.000	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
	Q 1	-0.050	0.039	45.097	0.00	0.00	0.00
N5	Peso propio	0.000	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
	Q 1	-0.059	0.129	40.020	0.00	0.00	0.00
N8	Peso propio	0.000	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
	Q 1	-0.059	0.107	39.086	0.00	0.00	0.00
N9	Peso propio	0.000	0.000	0.101	0.00	0.00	0.00
	Q 1	-0.011	-0.056	34.673	0.00	0.00	0.00
N12	Peso propio	0.000	0.000	0.101	0.00	0.00	0.00
	Q 1	-0.011	-0.068	34.234	0.00	0.00	0.00
N13	Peso propio	0.000	0.000	0.100	0.00	0.00	0.00
	Q 1	-0.019	-0.078	6.924	0.00	0.00	0.00
N16	Peso propio	0.000	0.000	0.100	0.00	0.00	0.00
	Q 1	-0.019	-0.092	6.738	0.00	0.00	0.00
N17	Peso propio	0.000	0.000	0.091	0.00	0.00	0.00
	Q 1	-0.021	0.009	1.407	0.00	0.00	0.00
N20	Peso propio	0.000	0.000	0.091	0.00	0.00	0.00
	Q 1	-0.021	-0.005	1.272	0.00	0.00	0.00

**2.3.1.2.2.- Combinaciones**

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N1	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	0.190	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·Q1	-0.079	0.025	71.399	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·Q1	-0.079	0.025	71.470	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		PP+Q1	-0.049	0.016	44.669	0.00	0.00	0.00
N4	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	0.190	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·Q1	-0.080	0.063	72.273	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·Q1	-0.080	0.063	72.344	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		PP+Q1	-0.050	0.039	45.215	0.00	0.00	0.00
N5	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	0.190	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·Q1	-0.094	0.206	64.150	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·Q1	-0.094	0.206	64.221	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00



# Listados

Fecha: 19/07/18

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
		PP+Q1	-0.059	0.129	40.138	0.00	0.00	0.00
N8	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	0.190	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·Q1	-0.094	0.171	62.657	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·Q1	-0.094	0.171	62.728	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		PP+Q1	-0.059	0.107	39.205	0.00	0.00	0.00
N9	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	0.101	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	0.162	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·Q1	-0.018	-0.090	55.578	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·Q1	-0.018	-0.090	55.639	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	0.101	0.00	0.00	0.00
		PP+Q1	-0.011	-0.056	34.774	0.00	0.00	0.00
N12	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	0.101	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	0.162	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·Q1	-0.018	-0.109	54.876	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·Q1	-0.018	-0.109	54.936	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	0.101	0.00	0.00	0.00
		PP+Q1	-0.011	-0.068	34.335	0.00	0.00	0.00
N13	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	0.100	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	0.160	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·Q1	-0.031	-0.125	11.179	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·Q1	-0.031	-0.125	11.239	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	0.100	0.00	0.00	0.00
		PP+Q1	-0.019	-0.078	7.024	0.00	0.00	0.00
N16	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	0.100	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	0.160	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·Q1	-0.031	-0.148	10.880	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·Q1	-0.031	-0.148	10.940	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	0.100	0.00	0.00	0.00
		PP+Q1	-0.019	-0.092	6.837	0.00	0.00	0.00
N17	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	0.091	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	0.146	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·Q1	-0.034	0.015	2.342	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·Q1	-0.034	0.014	2.397	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	0.091	0.00	0.00	0.00
		PP+Q1	-0.021	0.009	1.498	0.00	0.00	0.00
N20	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	0.091	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	0.146	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·Q1	-0.034	-0.009	2.126	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·Q1	-0.034	-0.009	2.181	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	0.091	0.00	0.00	0.00
		PP+Q1	-0.021	-0.005	1.363	0.00	0.00	0.00





Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

### 2.3.1.2.3.- Envolventes

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N1	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.079	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.025	71.470	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.049	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.016	44.669	0.00	0.00	0.00
N4	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.080	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.063	72.344	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.050	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.039	45.215	0.00	0.00	0.00
N5	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.094	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.206	64.221	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.059	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.129	40.138	0.00	0.00	0.00
N8	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.094	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.171	62.728	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.059	0.000	0.119	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.107	39.205	0.00	0.00	0.00
N9	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.018	-0.090	0.101	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	55.639	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.011	-0.056	0.101	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	34.774	0.00	0.00	0.00
N12	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.018	-0.109	0.101	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	54.936	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.011	-0.068	0.101	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	34.335	0.00	0.00	0.00
N13	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.031	-0.125	0.100	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	11.239	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.019	-0.078	0.100	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	7.024	0.00	0.00	0.00
N16	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.031	-0.148	0.100	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	10.940	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.019	-0.092	0.100	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	6.837	0.00	0.00	0.00
N17	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.034	0.000	0.091	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.015	2.397	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.021	0.000	0.091	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.009	1.498	0.00	0.00	0.00
N20	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.034	-0.009	0.091	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	2.181	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.021	-0.005	0.091	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	1.363	0.00	0.00	0.00

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.



## 2.3.2.- Barras

### 2.3.2.1.- Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axial (kN)

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

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

Mt: Momento torsor (kN·m)

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

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

#### 2.3.2.1.1.- Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m
N1/N31	Peso propio	N	-0.119	-0.102	-0.086	-0.086
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-44.550	-44.550	-44.550	-44.550
		Vy	0.050	0.050	0.050	0.050
		Vz	-0.015	-0.015	-0.015	-0.015
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.01	0.01
		Mz	0.00	-0.01	-0.02	-0.02

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
N31/N30	Peso propio	N	-0.072	-0.072	-0.071	-0.070	-0.070
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-44.739	-44.739	-44.739	-44.739	-44.739
		Vy	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
		Vz	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m
N30/N35	Peso propio	N	-0.059	-0.059	-0.054	-0.048	-0.048
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-44.962	-44.962	-44.962	-44.962	-44.962
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.050 m	0.070 m	
N35/N40	Peso propio	N	-0.034	-0.034	-0.033	-0.031	
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Q 1	N	-44.996	-44.996	-44.996	-44.996
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00		
	My	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00		

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.145 m	0.289 m	0.290 m	
N40/N2	Peso propio	N	-0.031	-0.022	-0.012	-0.012	
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Q 1	N	-44.996	-44.996	-44.996	-44.996
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00		
	My	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00		

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N2/N3	Peso propio	N	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.010	-0.008	0.000	0.008	0.010
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m
N4/N32	Peso propio	N	-0.119	-0.102	-0.086	-0.086
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-45.097	-45.097	-45.097	-45.097
		Vy	0.050	0.050	0.050	0.050
		Vz	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.01	0.02	0.02
		Mz	0.00	-0.01	-0.02	-0.02

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
N32/N21	Peso propio	N	-0.072	-0.072	-0.071	-0.070	-0.070
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-44.908	-44.908	-44.908	-44.908	-44.908
		Vy	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
		Vz	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m
N21/N36	Peso propio	N	-0.059	-0.059	-0.054	-0.048	-0.048
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-45.038	-45.038	-45.038	-45.038	-45.038
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.030 m	0.031 m	0.050 m	0.070 m
N36/N39	Peso propio	N	-0.034	-0.034	-0.033	-0.031
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-45.004	-45.004	-45.004	-45.004
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.145 m	0.289 m	0.290 m
N39/N3	Peso propio	N	-0.031	-0.022	-0.012	-0.012
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-45.004	-45.004	-45.004	-45.004
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m
N5/N34	Peso propio	N	-0.119	-0.102	-0.086	-0.086
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-40.020	-40.020	-40.020	-40.020
		Vy	0.059	0.059	0.059	0.059
		Vz	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.03	0.06	0.06
		Mz	0.00	-0.01	-0.03	-0.03

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
N34/N22	Peso propio	N	-0.072	-0.072	-0.071	-0.071	-0.071
		Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-39.719	-39.719	-39.719	-39.719	-39.719
		Vy	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059
		Vz	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
		Mz	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m
N22/N38	Peso propio	N	-0.048	-0.048	-0.042	-0.037	-0.037
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-38.221	-38.221	-38.221	-38.221	-38.221
		Vy	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
		Vz	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01



Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.110 m	0.189 m	0.190 m
N38/N6	Peso propio	N	-0.023	-0.023	-0.017	-0.012	-0.012
		Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-38.075	-38.075	-38.075	-38.075	-38.075
		Vy	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N7/N6	Peso propio	N	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.010	-0.008	0.000	0.008	0.010
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m	
N8/N33	Peso propio	N	-0.119	-0.102	-0.086	-0.086	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Q 1	N	-39.086	-39.086	-39.086	-39.086	
		Vy	0.059	0.059	0.059	0.059	
		Vz	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	0.00	0.03	0.05	0.05	
		Mz	0.00	-0.01	-0.03	-0.03	



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
N33/N29	Peso propio	N	-0.072	-0.072	-0.071	-0.071	-0.071
		Vy	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-39.387	-39.387	-39.387	-39.387	-39.387
		Vy	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059
		Vz	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
		Mz	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m
N29/N37	Peso propio	N	-0.048	-0.048	-0.042	-0.037	-0.037
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-37.779	-37.779	-37.779	-37.779	-37.779
		Vy	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
		Vz	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.110 m	0.189 m	0.190 m
N37/N7	Peso propio	N	-0.023	-0.023	-0.017	-0.012	-0.012
		Vy	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-37.925	-37.925	-37.925	-37.925	-37.925
		Vy	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01





Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N9/N23	Peso propio	N	-0.101	-0.082	-0.063	-0.063
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-34.673	-34.673	-34.673	-34.673
		Vy	0.011	0.011	0.011	0.011
		Vz	0.056	0.056	0.056	0.056
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	-0.02	-0.03	-0.03
		Mz	0.00	0.00	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.225 m	0.419 m	0.420 m
N23/N10	Peso propio	N	-0.038	-0.038	-0.025	-0.012	-0.012
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-38.207	-38.207	-38.207	-38.207	-38.207
		Vy	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
		Vz	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	-0.01	-0.03	-0.03

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N11/N10	Peso propio	N	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.010	-0.008	0.000	0.008	0.010
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
		Vz	0.207	0.207	0.207	0.207	0.207
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.02	0.02	0.00	-0.02	-0.02
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N12/N28	Peso propio	N	-0.101	-0.082	-0.063	-0.063
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-34.234	-34.234	-34.234	-34.234
		Vy	0.011	0.011	0.011	0.011
		Vz	0.068	0.068	0.068	0.068
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	-0.02	-0.04	-0.04
		Mz	0.00	0.00	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.225 m	0.419 m	0.420 m
N28/N11	Peso propio	N	-0.038	-0.038	-0.025	-0.012	-0.012
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-37.793	-37.793	-37.793	-37.793	-37.793
		Vy	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
		Vz	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	-0.01	-0.03	-0.03

Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N13/N24	Peso propio	N	-0.100	-0.081	-0.062	-0.062
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-6.924	-6.924	-6.924	-6.924
		Vy	0.019	0.019	0.019	0.019
		Vz	0.078	0.078	0.078	0.078
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	-0.02	-0.04	-0.04
		Mz	0.00	-0.01	-0.01	-0.01



<b>Esfuerzos en barras, por hipótesis</b>							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m
N24/N14	Peso propio	N	-0.045	-0.045	-0.029	-0.012	-0.012
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082	-3.082
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01

<b>Esfuerzos en barras, por hipótesis</b>							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N15/N14	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.010	-0.008	0.000	0.008	0.010
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
		Vz	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

<b>Esfuerzos en barras, por hipótesis</b>						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N16/N27	Peso propio	N	-0.100	-0.081	-0.062	-0.062
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-6.738	-6.738	-6.738	-6.738
		Vy	0.019	0.019	0.019	0.019
		Vz	0.092	0.092	0.092	0.092
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	-0.03	-0.05	-0.05
		Mz	0.00	-0.01	-0.01	-0.01



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m
N27/N15	Peso propio	N	-0.045	-0.045	-0.029	-0.012	-0.012
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-2.918	-2.918	-2.918	-2.918	-2.918
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N17/N25	Peso propio	N	-0.091	-0.072	-0.053	-0.053
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-1.407	-1.407	-1.407	-1.407
		Vy	0.021	0.021	0.021	0.021
		Vz	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.01	0.01
		Mz	0.00	-0.01	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m
N25/N18	Peso propio	N	-0.045	-0.045	-0.029	-0.012	-0.012
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-3.083	-3.083	-3.083	-3.083	-3.083
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01



Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N19/N18	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.010	-0.008	0.000	0.008	0.010
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
		Vz	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis						
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N20/N26	Peso propio	N	-0.091	-0.072	-0.053	-0.053
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-1.272	-1.272	-1.272	-1.272
		Vy	0.021	0.021	0.021	0.021
		Vz	0.005	0.005	0.005	0.005
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	-0.01	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m
N26/N19	Peso propio	N	-0.045	-0.045	-0.029	-0.012	-0.012
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-2.917	-2.917	-2.917	-2.917	-2.917
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.123 m	0.215 m	0.217 m
N21/N22	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.007	-0.005	0.001	0.007	0.010
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vy	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050
		Vz	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.03	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.145 m	0.258 m	0.260 m
N22/N23	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	-0.009	-0.007	0.001	0.008	0.010
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-0.098	-0.098	-0.098	-0.098	-0.098
		Vy	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028
		Vz	-1.368	-1.368	-1.368	-1.368	-1.368
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	-0.09	-0.08	0.07	0.22	0.23
		Mz	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.136 m	0.239 m	0.241 m
N23/N24	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.011	-0.009	-0.002	0.005	0.007
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051
		Vy	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041
		Vz	2.166	2.166	2.166	2.166	2.166
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.24	0.24	0.01	-0.21	-0.22
		Mz	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00



Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.070 m	0.108 m	0.110 m
N24/N25	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.005	-0.003	-0.001	0.002	0.004
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
		Vy	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
		Vz	-1.676	-1.676	-1.676	-1.676	-1.676
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.18	-0.18	-0.12	-0.05	-0.05
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.070 m	0.108 m	0.110 m
N27/N26	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.005	-0.003	-0.001	0.002	0.004
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014
		Vy	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
		Vz	-1.645	-1.645	-1.645	-1.645	-1.645
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.18	-0.18	-0.12	-0.05	-0.05
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.136 m	0.239 m	0.241 m
N28/N27	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.011	-0.009	-0.002	0.005	0.007
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-0.116	-0.116	-0.116	-0.116	-0.116
		Vy	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041
		Vz	2.174	2.174	2.174	2.174	2.174
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.24	0.24	0.01	-0.21	-0.22
		Mz	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.145 m	0.258 m	0.260 m
N29/N28	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Vz	-0.009	-0.007	0.001	0.008	0.010
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-0.192	-0.192	-0.192	-0.192	-0.192
		Vy	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028
		Vz	-1.385	-1.385	-1.385	-1.385	-1.385
		Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My	-0.09	-0.09	0.07	0.22	0.23
		Mz	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.123 m	0.215 m	0.217 m
N30/N29	Peso propio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.007	-0.005	0.001	0.007	0.010
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053
		Vy	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050
		Vz	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	-0.02	-0.02	-0.04	-0.06	-0.06
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N31/N32	Peso propio	N	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.010	-0.008	0.000	0.008	0.010
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
		Vz	0.189	0.189	0.189	0.189	0.189
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.02	0.02	0.00	-0.02	-0.02
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00





Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N33/N34	Peso propio	N	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.010	-0.008	0.000	0.008	0.010
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
		Vz	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.04	0.04	0.00	-0.04	-0.04
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N35/N36	Peso propio	N	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.010	-0.008	0.000	0.008	0.010
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		Vz	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N37/N38	Peso propio	N	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.010	-0.008	0.000	0.008	0.010
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Vz	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.02	0.02	0.00	-0.02	-0.02
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



# Listados

Fecha: 19/07/18

## 2.3.2.1.2.- Combinaciones

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m
N1/N31	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.095	-0.082	-0.069	-0.069
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.160	-0.138	-0.116	-0.116
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-66.921	-66.907	-66.894	-66.894
			Vy	0.074	0.074	0.074	0.074
			Vz	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.01	0.01	0.01
			Mz	0.00	-0.02	-0.04	-0.04
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-66.986	-66.964	-66.942	-66.942
			Vy	0.074	0.074	0.074	0.074
			Vz	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.01	0.01	0.01
			Mz	0.00	-0.02	-0.04	-0.04

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
N31/N30	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.057	-0.057	-0.057	-0.056	-0.056
			Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.097	-0.097	-0.096	-0.095	-0.095
			Vy	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-67.167	-67.166	-67.166	-67.166	-67.165
			Vy	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073
			Vz	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070
			Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
			My	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
			Mz	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02



Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-67.206	-67.206	-67.205	-67.204	-67.204
			Vy	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072
			Vz	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070
			Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
			My	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m
N30/N35	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.048	-0.048	-0.043	-0.039	-0.038
			Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.080	-0.080	-0.073	-0.065	-0.065
			Vy	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-67.491	-67.491	-67.486	-67.482	-67.482
			Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
			Vz	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
1.35·PP+1.5·Q1	N	-67.524	-67.524	-67.516	-67.508	-67.508		
	Vy	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003		
	Vz	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009		
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mz	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01		

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.050 m	0.070 m
N35/N40	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.027	-0.027	-0.026	-0.025
			Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.050 m	0.070 m
		1.35·PP	N	-0.046	-0.046	-0.044	-0.042
			Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-67.522	-67.522	-67.521	-67.519
			Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-67.540	-67.540	-67.539	-67.537
			Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.145 m	0.289 m	0.290 m	
N40/N2	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.025	-0.017	-0.010	-0.010	
			Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	
			1.35·PP	N	-0.042	-0.029	-0.016	-0.016
				Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
				Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
				Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
				My	0.00	0.00	0.00	0.00
				Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.8·PP+1.5·Q1	N	-67.519	-67.512	-67.504	-67.504
				Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
				Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
				Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
				My	0.00	0.00	0.00	0.00
				Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
			1.35·PP+1.5·Q1	N	-67.537	-67.524	-67.511	-67.511
				Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
				Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
				Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
				My	0.00	0.00	0.00	0.00
				Mz	0.00	0.00	0.00	0.00



Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N2/N3	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.008	-0.006	0.000	0.006	0.008
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.014	-0.011	0.000	0.011	0.014
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.002	-0.001	0.006	0.012	0.014
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.35·PP+1.5·Q1	N	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-0.008	-0.005	0.006	0.016	0.019	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m
N4/N32	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.095	-0.082	-0.069	-0.069
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.160	-0.138	-0.116	-0.116
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-67.740	-67.727	-67.714	-67.713
			Vy	0.074	0.074	0.074	0.074
			Vz	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m
			My	0.00	0.01	0.03	0.03
			Mz	0.00	-0.02	-0.04	-0.04
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-67.805	-67.783	-67.761	-67.761
			Vy	0.074	0.074	0.074	0.074
			Vz	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.01	0.03	0.03
			Mz	0.00	-0.02	-0.04	-0.04

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
N32/N21	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.057	-0.057	-0.057	-0.056	-0.056
			Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.097	-0.097	-0.096	-0.095	-0.095
			Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-67.419	-67.419	-67.418	-67.418	-67.418
			Vy	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076
			Vz	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
			Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
			My	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-67.458	-67.458	-67.457	-67.457	-67.456
			Vy	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077
			Vz	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
			Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
			My	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m
N21/N36	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.048	-0.048	-0.043	-0.039	-0.038
			Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.080	-0.080	-0.073	-0.065	-0.065
			Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-67.604	-67.604	-67.600	-67.595	-67.595
			Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
			Vz	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-67.637	-67.637	-67.629	-67.622	-67.622
			Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
			Vz	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.050 m	0.070 m
N36/N39	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.027	-0.027	-0.026	-0.025
			Vy	0.001	0.001	0.001	0.001
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.046	-0.046	-0.044	-0.042
			Vy	0.002	0.002	0.002	0.002
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-67.533	-67.533	-67.532	-67.531
			Vy	0.001	0.001	0.001	0.001
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-67.552	-67.552	-67.550	-67.548
			Vy	0.002	0.002	0.002	0.002
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.050 m	0.070 m
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.145 m	0.289 m	0.290 m
N39/N3	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.025	-0.017	-0.010	-0.010
			Vy	0.001	0.001	0.001	0.001
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
			1.35·PP	N	-0.042	-0.029	-0.016
		Vy		0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz		0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt		0.00	0.00	0.00	0.00
		My		0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz		0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1		N	-67.531	-67.523	-67.515
			Vy	0.001	0.001	0.001	0.001
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
			1.35·PP+1.5·Q1	N	-67.548	-67.535	-67.522
		Vy		0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz		0.000	0.000	0.000	0.000
Mt	0.00	0.00		0.00	0.00		
My	0.00	0.00		0.00	0.00		
Mz	0.00	0.00		0.00	0.00		

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m
N5/N34	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.095	-0.082	-0.069	-0.069
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
			1.35·PP	N	-0.160	-0.138	-0.116
		Vy		0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz		0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt		0.00	0.00	0.00	0.00
		My		0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz		0.00	0.00	0.00	0.00





Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-60.124	-60.111	-60.098	-60.098
			Vy	0.088	0.088	0.088	0.088
			Vz	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.05	0.09	0.09
			Mz	0.00	-0.02	-0.04	-0.04
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-60.190	-60.168	-60.146	-60.146
			Vy	0.088	0.088	0.088	0.088
			Vz	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.05	0.09	0.09
			Mz	0.00	-0.02	-0.04	-0.04

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
N34/N22	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.058	-0.058	-0.057	-0.057	-0.057
			Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.097	-0.097	-0.096	-0.096	-0.095
			Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-59.636	-59.636	-59.636	-59.635	-59.635
			Vy	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
			Vz	-0.151	-0.151	-0.151	-0.151	-0.151
			Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
			My	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11
			Mz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-59.676	-59.676	-59.675	-59.674	-59.674
			Vy	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092
			Vz	-0.151	-0.151	-0.151	-0.151	-0.151
			Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
			My	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11
			Mz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m
N22/N38	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.038	-0.038	-0.034	-0.029	-0.029



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por combinación									
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra					
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m	
			Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			1.35·PP	N	-0.065	-0.065	-0.057	-0.050	-0.050
				Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
				Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
				Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			0.8·PP+1.5·Q1	N	-57.370	-57.370	-57.366	-57.361	-57.361
				Vy	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122
				Vz	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
				Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mz	0.00		0.00	-0.01	-0.02	-0.02		
	1.35·PP+1.5·Q1	N	-57.397	-57.397	-57.389	-57.381	-57.381		
		Vy	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123		
		Vz	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006		
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Mz		0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.02			

Esfuerzos en barras, por combinación									
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra					
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.110 m	0.189 m	0.190 m	
N38/N6	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.018	-0.018	-0.014	-0.010	-0.010	
			Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		1.35·PP	N	-0.031	-0.031	-0.023	-0.016	-0.016	
			Vy	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-57.131	-57.131	-57.127	-57.123	-57.123	
			Vy	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mz		0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01		
	1.35·PP+1.5·Q1			N	-57.144	-57.144	-57.137	-57.129	-57.129



Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.110 m	0.189 m	0.190 m
			Vy	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N7/N6	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.008	-0.006	0.000	0.006	0.008
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.014	-0.011	0.000	0.011	0.014
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.105	0.107	0.113	0.119	0.121
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.100	0.103	0.113	0.124	0.127
Mt	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00		
My	0.01		0.01	0.00	-0.01	-0.01		
Mz	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00		

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m
N8/N33	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.095	-0.082	-0.069	-0.069
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.160	-0.138	-0.116	-0.116
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-58.725	-58.712	-58.698	-58.698
			Vy	0.088	0.088	0.088	0.088
			Vz	-0.161	-0.161	-0.161	-0.161
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.04	0.08	0.08
			Mz	0.00	-0.02	-0.04	-0.04
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-58.790	-58.768	-58.746	-58.746
			Vy	0.088	0.088	0.088	0.088
			Vz	-0.161	-0.161	-0.161	-0.161
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.04	0.08	0.08
			Mz	0.00	-0.02	-0.04	-0.04

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
N33/N29	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.058	-0.058	-0.057	-0.057	-0.057
			Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.097	-0.097	-0.096	-0.096	-0.095
			Vy	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-59.138	-59.138	-59.137	-59.137	-59.137
			Vy	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
			Vz	-0.203	-0.203	-0.203	-0.203	-0.203
			Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
			My	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
			Mz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-59.178	-59.177	-59.177	-59.176	-59.176
			Vy	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084
			Vz	-0.203	-0.203	-0.203	-0.203	-0.203
			Mt	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
			My	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
			Mz	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02



Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m
N29/N37	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.038	-0.038	-0.034	-0.029	-0.029
			Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.065	-0.065	-0.057	-0.050	-0.050
			Vy	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-56.707	-56.707	-56.702	-56.698	-56.698
			Vy	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118
			Vz	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.02
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-56.733	-56.733	-56.726	-56.718	-56.718
			Vy	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117
			Vz	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.02

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.110 m	0.189 m	0.190 m
N37/N7	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.018	-0.018	-0.014	-0.010	-0.010
			Vy	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.031	-0.031	-0.023	-0.016	-0.016
			Vy	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-56.905	-56.905	-56.901	-56.897	-56.896
			Vy	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.110 m	0.189 m	0.190 m
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-56.918	-56.917	-56.910	-56.903	-56.903
			Vy	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N9/N23	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.081	-0.066	-0.051	-0.051
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.137	-0.111	-0.085	-0.085
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.8·PP+1.5·Q1	N	N	-52.090	-52.075	-52.060	-52.060
			Vy	0.017	0.017	0.017	0.017
			Vz	0.084	0.084	0.084	0.084
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	-0.02	-0.05	-0.05
			Mz	0.00	0.00	-0.01	-0.01
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-52.146	-52.120	-52.095	-52.095
			Vy	0.017	0.017	0.017	0.017
			Vz	0.084	0.084	0.084	0.084
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	-0.02	-0.05	-0.05
			Mz	0.00	0.00	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.225 m	0.419 m	0.420 m
N23/N10	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.030	-0.030	-0.020	-0.010	-0.010
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.051	-0.051	-0.034	-0.016	-0.016



Esfuerzos en barras, por combinación									
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra					
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.225 m	0.419 m	0.420 m	
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.8·PP+1.5·Q1	N	-57.340	-57.340	-57.330	-57.320	-57.320
				Vy	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120
				Vz	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
				Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz		0.00	0.00	-0.02	-0.04	-0.04	
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-57.361	-57.361	-57.344	-57.326	-57.326	
			Vy	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	
			Vz	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Mz	0.00	0.00	-0.02	-0.04	-0.04	

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N11/N10	Acero laminado	0.8·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.008	-0.006	0.000	0.006	0.008
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.014	-0.011	0.000	0.011	0.014
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
			Vz	0.302	0.304	0.310	0.316	0.318
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.04	0.04	0.00	-0.04	-0.04
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
			Vz	0.296	0.299	0.310	0.321	0.323
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.04	0.04	0.00	-0.04	-0.04
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N12/N28	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.081	-0.066	-0.051	-0.051
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.137	-0.111	-0.085	-0.085
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-51.432	-51.417	-51.402	-51.402
			Vy	0.017	0.017	0.017	0.017
			Vz	0.102	0.102	0.102	0.102
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	-0.03	-0.06	-0.06
			Mz	0.00	0.00	-0.01	-0.01
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-51.488	-51.462	-51.436	-51.436
			Vy	0.017	0.017	0.017	0.017
			Vz	0.102	0.102	0.102	0.102
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	-0.03	-0.06	-0.06
			Mz	0.00	0.00	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.225 m	0.419 m	0.420 m
N28/N11	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.030	-0.030	-0.020	-0.010	-0.010
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.051	-0.051	-0.034	-0.016	-0.016
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-56.721	-56.721	-56.710	-56.700	-56.700
			Vy	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120
			Vz	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	-0.02	-0.04	-0.04





Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.225 m	0.419 m	0.420 m
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-56.742	-56.741	-56.724	-56.706	-56.706
			Vy	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120
			Vz	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	-0.02	-0.04	-0.04

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N13/N24	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.080	-0.065	-0.049	-0.049
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.135	-0.109	-0.083	-0.083
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-10.466	-10.451	-10.436	-10.436
			Vy	0.029	0.029	0.029	0.029
			Vz	0.117	0.117	0.117	0.117
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	-0.03	-0.07	-0.07
			Mz	0.00	-0.01	-0.02	-0.02
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-10.521	-10.496	-10.470	-10.470
			Vy	0.029	0.029	0.029	0.029
			Vz	0.117	0.117	0.117	0.117
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	-0.03	-0.07	-0.07
			Mz	0.00	-0.01	-0.02	-0.02

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m
N24/N14	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.036	-0.036	-0.023	-0.010	-0.010
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.061	-0.061	-0.039	-0.016	-0.016



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por combinación									
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra					
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m	
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.8·PP+1.5·Q1	N	-4.659	-4.659	-4.646	-4.633	-4.633
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vz	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Mz	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	
			1.35·PP+1.5·Q1	N	-4.684	-4.684	-4.662	-4.639	-4.639
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vz	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
	Mz	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02			

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N15/N14	Acero laminado	0.8·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.008	-0.006	0.000	0.006	0.008
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.014	-0.011	0.000	0.011	0.014
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
			Vz	0.115	0.117	0.123	0.129	0.131
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
			Vz	0.109	0.112	0.123	0.134	0.137
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N16/N27	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.080	-0.065	-0.049	-0.049
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.135	-0.109	-0.083	-0.083
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-10.186	-10.171	-10.156	-10.156
			Vy	0.029	0.029	0.029	0.029
			Vz	0.138	0.138	0.138	0.138
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	-0.04	-0.08	-0.08
			Mz	0.00	-0.01	-0.02	-0.02
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-10.241	-10.215	-10.190	-10.190
			Vy	0.029	0.029	0.029	0.029
			Vz	0.138	0.138	0.138	0.138
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	-0.04	-0.08	-0.08
			Mz	0.00	-0.01	-0.02	-0.02

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m
N27/N15	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.036	-0.036	-0.023	-0.010	-0.010
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.061	-0.061	-0.039	-0.016	-0.016
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-4.413	-4.413	-4.400	-4.387	-4.387
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-4.438	-4.438	-4.416	-4.393	-4.393
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N17/N25	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.073	-0.058	-0.043	-0.043
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.123	-0.098	-0.072	-0.072
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.8·PP+1.5·Q1	N	-2.183	-2.168	-2.153	-2.153	
		Vy	0.032	0.032	0.032	0.032	
		Vz	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	0.00	0.00	0.01	0.01	
		Mz	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	
	1.35·PP+1.5·Q1	N	-2.233	-2.208	-2.182	-2.182	
		Vy	0.032	0.032	0.032	0.032	
		Vz	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	0.00	0.00	0.01	0.01	
		Mz	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	

Esfuerzos en barras, por combinación									
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra					
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m	
N25/N18	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.036	-0.036	-0.023	-0.010	-0.010	
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			1.35·PP	N	-0.061	-0.061	-0.039	-0.016	-0.016



Esfuerzos en barras, por combinación									
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra					
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m	
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.8·PP+1.5·Q1	N	-4.661	-4.661	-4.648	-4.634	-4.634
				Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
				Vz	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
				Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz		-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-4.686	-4.685	-4.663	-4.641	-4.641	
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vz	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Mz	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N19/N18	Acero laminado	0.8·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.008	-0.006	0.000	0.006	0.008
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.014	-0.011	0.000	0.011	0.014
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
			Vz	0.117	0.118	0.125	0.131	0.133
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
			Vz	0.111	0.114	0.125	0.135	0.138
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por combinación							
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra			
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N20/N26	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.073	-0.058	-0.043	-0.043
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.123	-0.098	-0.072	-0.072
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.8·PP+1.5·Q1	N	-1.981	-1.965	-1.950	-1.950	
		Vy	0.032	0.032	0.032	0.032	
		Vz	0.008	0.008	0.008	0.008	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Mz	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	
	1.35·PP+1.5·Q1	N	-2.031	-2.005	-1.979	-1.979	
		Vy	0.032	0.032	0.032	0.032	
		Vz	0.008	0.008	0.008	0.008	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Mz	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m
N26/N19	Acero laminado	0.8·PP	N	-0.036	-0.036	-0.023	-0.010	-0.010
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-0.061	-0.061	-0.039	-0.016	-0.016
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-4.411	-4.411	-4.398	-4.385	-4.385
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02



Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-4.436	-4.436	-4.414	-4.392	-4.392
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.123 m	0.215 m	0.217 m
N21/N22	Acero laminado	0.8·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.006	-0.004	0.001	0.006	0.008
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.009	-0.006	0.002	0.010	0.013
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
			Vy	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074
			Vz	0.190	0.191	0.196	0.201	0.203
			Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
			My	-0.04	-0.04	-0.06	-0.07	-0.07
			Mz	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.01
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
			Vy	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074
			Vz	0.186	0.189	0.197	0.205	0.208
Mt	0.01		0.01	0.01	0.01	0.01		
My	-0.04		-0.04	-0.06	-0.07	-0.07		
Mz	-0.01		-0.01	0.00	0.01	0.01		

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.145 m	0.258 m	0.260 m
N22/N23	Acero laminado	0.8·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.007	-0.005	0.000	0.007	0.008
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.145 m	0.258 m	0.260 m
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.012	-0.009	0.000	0.011	0.014
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148
			Vy	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
			Vz	-2.059	-2.057	-2.052	-2.045	-2.043
			Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
			My	-0.13	-0.13	0.10	0.34	0.34
			Mz	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148
			Vy	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
			Vz	-2.064	-2.061	-2.052	-2.041	-2.038
			Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
			My	-0.13	-0.13	0.10	0.34	0.34
			Mz	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01

Esfuerzos en barras, por combinación										
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra						
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.136 m	0.239 m	0.241 m		
N23/N24	Acero laminado	0.8·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
			Vz	-0.009	-0.007	-0.001	0.004	0.006		
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
				1.35·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
					Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
					Vz	-0.014	-0.012	-0.002	0.007	0.010
					Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
					My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
					Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				0.8·PP+1.5·Q1	N	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076
					Vy	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061
					Vz	3.240	3.242	3.248	3.253	3.255
					Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
					My	0.36	0.35	0.02	-0.32	-0.33
					Mz	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
				1.35·PP+1.5·Q1	N	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076
					Vy	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061
					Vz	3.234	3.237	3.247	3.256	3.259
					Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
					My	0.36	0.35	0.02	-0.32	-0.33
					Mz	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00





Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.070 m	0.108 m	0.110 m
N24/N25	Acero laminado	0.8·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.004	-0.002	0.000	0.002	0.003
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.007	-0.004	0.000	0.003	0.006
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
			Vy	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
			Vz	-2.519	-2.517	-2.515	-2.513	-2.511
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-0.27	-0.27	-0.17	-0.08	-0.07
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q1	N	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
			Vy	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
			Vz	-2.522	-2.519	-2.515	-2.512	-2.509
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-0.27	-0.27	-0.17	-0.08	-0.07
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.070 m	0.108 m	0.110 m
N27/N26	Acero laminado	0.8·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.004	-0.002	0.000	0.002	0.003
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.007	-0.004	0.000	0.003	0.006
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021
			Vy	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
			Vz	-2.472	-2.470	-2.468	-2.466	-2.465
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-0.27	-0.27	-0.17	-0.08	-0.07
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.070 m	0.108 m	0.110 m
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021
			Vy	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
			Vz	-2.475	-2.472	-2.468	-2.465	-2.462
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	-0.27	-0.27	-0.17	-0.08	-0.07
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.136 m	0.239 m	0.241 m
N28/N27	Acero laminado	0.8·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.009	-0.007	-0.001	0.004	0.006
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.014	-0.012	-0.002	0.007	0.010
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173
			Vy	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061
			Vz	3.253	3.255	3.260	3.266	3.267
	Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My		0.36	0.36	0.02	-0.32	-0.33	
	Mz		0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	
	1.35·PP+1.5·Q1	N	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	
		Vy	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	
		Vz	3.247	3.250	3.259	3.268	3.271	
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
My		0.36	0.36	0.02	-0.32	-0.33		
Mz		0.02	0.01	0.01	0.00	0.00		

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.145 m	0.258 m	0.260 m
N29/N28	Acero laminado	0.8·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.007	-0.005	0.000	0.007	0.008
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Esfuerzos en barras, por combinación									
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra					
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.145 m	0.258 m	0.260 m	
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
			Vz	-0.012	-0.009	0.000	0.011	0.014	
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			0.8·PP+1.5·Q1	N	-0.288	-0.288	-0.288	-0.288	-0.288
				Vy	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
				Vz	-2.085	-2.083	-2.078	-2.071	-2.069
				Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
				My	-0.14	-0.13	0.10	0.34	0.34
				Mz	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
			1.35·PP+1.5·Q1	N	-0.288	-0.288	-0.288	-0.288	-0.288
				Vy	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
				Vz	-2.090	-2.087	-2.078	-2.067	-2.064
				Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	My	-0.14		-0.13	0.10	0.34	0.34		
	Mz	0.00		0.00	0.01	0.01	0.01		

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.123 m	0.215 m	0.217 m
N30/N29	Acero laminado	0.8·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.006	-0.004	0.001	0.006	0.008
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.009	-0.006	0.002	0.010	0.013
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079
			Vy	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074
			Vz	0.329	0.330	0.335	0.340	0.342
			Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
			My	-0.03	-0.03	-0.06	-0.09	-0.09
			Mz	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.01
		1.35·PP+1.5·Q1	N	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079
			Vy	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074
			Vz	0.325	0.328	0.336	0.344	0.347
			Mt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
			My	-0.03	-0.03	-0.06	-0.09	-0.09
			Mz	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.01



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N31/N32	Acero laminado	0.8·PP	N	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.008	-0.006	0.000	0.006	0.008
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.014	-0.011	0.000	0.011	0.014
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
			Vy	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
			Vz	0.275	0.277	0.283	0.290	0.291
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.03	0.03	0.00	-0.03	-0.03
			Mz	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01
		1.35·PP+1.5·Q1	N	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
			Vy	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
			Vz	0.270	0.273	0.283	0.294	0.297
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.03	0.03	0.00	-0.03	-0.03
			Mz	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N33/N34	Acero laminado	0.8·PP	N	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.008	-0.006	0.000	0.006	0.008
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.014	-0.011	0.000	0.011	0.014
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
			Vy	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
			Vz	0.443	0.444	0.451	0.457	0.459
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.05	0.05	0.00	-0.05	-0.05
			Mz	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01



Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
		1.35·PP+1.5·Q1	N	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
			Vy	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
			Vz	0.437	0.440	0.451	0.461	0.464
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.05	0.05	0.00	-0.05	-0.05
			Mz	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N35/N36	Acero laminado	0.8·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.008	-0.006	0.000	0.006	0.008
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.014	-0.011	0.000	0.011	0.014
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
			Vz	0.043	0.045	0.051	0.057	0.059
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
			Vz	0.037	0.040	0.051	0.062	0.064
Mt	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00		
My	0.01		0.01	0.00	-0.01	-0.01		
Mz	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00		

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N37/N38	Acero laminado	0.8·PP	N	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.008	-0.006	0.000	0.006	0.008
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002



# Listados

Fecha: 19/07/18

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.014	-0.011	0.000	0.011	0.014
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·Q1	N	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
			Vy	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
			Vz	0.211	0.212	0.219	0.225	0.227
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.03	0.03	0.00	-0.03	-0.03
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·Q1	N	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
			Vy	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
			Vz	0.205	0.208	0.219	0.229	0.232
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.03	0.03	0.00	-0.03	-0.03
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### 2.3.2.1.3.- Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras						
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m
N1/N31	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-66.986	-66.964	-66.942	-66.942
		N <sub>máx</sub>	-0.095	-0.082	-0.069	-0.069
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.074	0.074	0.074	0.074
		Vz <sub>mín</sub>	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.01	0.01	0.01
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	-0.02	-0.04	-0.04
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
N31/N30	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-67.206	-67.206	-67.205	-67.204	-67.204
		N <sub>máx</sub>	-0.057	-0.057	-0.057	-0.056	-0.056
		Vy <sub>mín</sub>	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vy <sub>máx</sub>	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073
		Vz <sub>mín</sub>	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>mín</sub>	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01



Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m
N30/N35	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-67.524	-67.524	-67.516	-67.508	-67.508
		N <sub>máx</sub>	-0.048	-0.048	-0.043	-0.039	-0.038
		Vy <sub>mín</sub>	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vy <sub>máx</sub>	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras						
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.030 m	0.031 m	0.050 m	0.070 m
N35/N40	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-67.540	-67.540	-67.539	-67.537
		N <sub>máx</sub>	-0.027	-0.027	-0.026	-0.025
		Vy <sub>mín</sub>	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vy <sub>máx</sub>	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras						
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.145 m	0.289 m	0.290 m
N40/N2	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-67.537	-67.524	-67.511	-67.511
		N <sub>máx</sub>	-0.025	-0.017	-0.010	-0.010
		Vy <sub>mín</sub>	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vy <sub>máx</sub>	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001



# Listados

Fecha: 19/07/18

Envoltentes de los esfuerzos en barras						
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.145 m	0.289 m	0.290 m
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N2/N3	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		N <sub>máx</sub>	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-0.014	-0.011	0.000	0.006	0.008
		Vz <sub>máx</sub>	-0.002	-0.001	0.006	0.016	0.019
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras						
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m
N4/N32	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-67.805	-67.783	-67.761	-67.761
		N <sub>máx</sub>	-0.095	-0.082	-0.069	-0.069
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.074	0.074	0.074	0.074
		Vz <sub>mín</sub>	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.01	0.03	0.03
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	-0.02	-0.04	-0.04
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
N32/N21	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-67.458	-67.458	-67.457	-67.457	-67.456





Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
		N <sub>máx</sub>	-0.057	-0.057	-0.057	-0.056	-0.056
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m
N21/N36	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-67.637	-67.637	-67.629	-67.622	-67.622
		N <sub>máx</sub>	-0.048	-0.048	-0.043	-0.039	-0.038
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.050 m	0.070 m	
N36/N39	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-67.552	-67.552	-67.550	-67.548	
		N <sub>máx</sub>	-0.027	-0.027	-0.026	-0.025	
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.001	0.001	0.001	0.001	
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.002	0.002	0.002	0.002	
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	

**Envoltentes de los esfuerzos en barras**



# Listados

Fecha: 19/07/18

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.145 m	0.289 m	0.290 m
N39/N3	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-67.548	-67.535	-67.522	-67.522
		N <sub>máx</sub>	-0.025	-0.017	-0.010	-0.010
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.001	0.001	0.001	0.001
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.002	0.002	0.002	0.002
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras						
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m
N5/N34	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-60.190	-60.168	-60.146	-60.146
		N <sub>máx</sub>	-0.095	-0.082	-0.069	-0.069
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.088	0.088	0.088	0.088
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.193	-0.193	-0.193	-0.193
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.05	0.09	0.09
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	-0.02	-0.04	-0.04
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
N34/N22	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-59.676	-59.676	-59.675	-59.674	-59.674
		N <sub>máx</sub>	-0.058	-0.058	-0.057	-0.057	-0.057
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.151	-0.151	-0.151	-0.151	-0.151
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

## Envoltentes de los esfuerzos en barras



Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m
N22/N38	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-57.397	-57.397	-57.389	-57.381	-57.381
		N <sub>máx</sub>	-0.038	-0.038	-0.034	-0.029	-0.029
		Vy <sub>mín</sub>	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vy <sub>máx</sub>	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123
		Vz <sub>mín</sub>	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.02
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.110 m	0.189 m	0.190 m
N38/N6	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-57.144	-57.144	-57.137	-57.129	-57.129
		N <sub>máx</sub>	-0.018	-0.018	-0.014	-0.010	-0.010
		Vy <sub>mín</sub>	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vy <sub>máx</sub>	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
		Mz <sub>máx</sub>	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N7/N6	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		N <sub>máx</sub>	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-0.014	-0.011	0.000	0.006	0.008
		Vz <sub>máx</sub>	0.105	0.107	0.113	0.124	0.127
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
		My <sub>máx</sub>	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Envoltentes de los esfuerzos en barras**



# Listados

Fecha: 19/07/18

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.245 m	0.489 m	0.490 m
N8/N33	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-58.790	-58.768	-58.746	-58.746
		N <sub>máx</sub>	-0.095	-0.082	-0.069	-0.069
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.088	0.088	0.088	0.088
		Vz <sub>mín</sub>	-0.161	-0.161	-0.161	-0.161
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.04	0.08	0.08
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	-0.02	-0.04	-0.04
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.040 m	0.049 m	0.050 m
N33/N29	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-59.178	-59.177	-59.177	-59.176	-59.176
		N <sub>máx</sub>	-0.058	-0.058	-0.057	-0.057	-0.057
		Vy <sub>mín</sub>	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vy <sub>máx</sub>	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
		Vz <sub>mín</sub>	-0.203	-0.203	-0.203	-0.203	-0.203
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>mín</sub>	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.115 m	0.199 m	0.200 m
N29/N37	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-56.733	-56.733	-56.726	-56.718	-56.718
		N <sub>máx</sub>	-0.038	-0.038	-0.034	-0.029	-0.029
		Vy <sub>mín</sub>	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vy <sub>máx</sub>	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.02
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## Envoltentes de los esfuerzos en barras



Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.110 m	0.189 m	0.190 m
N37/N7	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-56.918	-56.917	-56.910	-56.903	-56.903
		N <sub>máx</sub>	-0.018	-0.018	-0.014	-0.010	-0.010
		Vy <sub>mín</sub>	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		Vy <sub>máx</sub>	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
		Mz <sub>máx</sub>	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras						
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N9/N23	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-52.146	-52.120	-52.095	-52.095
		N <sub>máx</sub>	-0.081	-0.066	-0.051	-0.051
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.017	0.017	0.017	0.017
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.084	0.084	0.084	0.084
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	-0.02	-0.05	-0.05
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	-0.01	-0.01
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.225 m	0.419 m	0.420 m
N23/N10	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-57.361	-57.361	-57.344	-57.326	-57.326
		N <sub>máx</sub>	-0.030	-0.030	-0.020	-0.010	-0.010
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	-0.02	-0.04	-0.04
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Envoltentes de los esfuerzos en barras**



# Listados

Fecha: 19/07/18

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N11/N10	Acero laminado	$N_{\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$N_{\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.014	-0.011	0.000	0.006	0.008
		$V_{z\max}$	0.302	0.304	0.310	0.321	0.323
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	-0.04	-0.04
		$M_{y\max}$	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras						
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N12/N28	Acero laminado	$N_{\min}$	-51.488	-51.462	-51.436	-51.436
		$N_{\max}$	-0.081	-0.066	-0.051	-0.051
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.017	0.017	0.017	0.017
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.102	0.102	0.102	0.102
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	-0.03	-0.06	-0.06
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	-0.01	-0.01
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.225 m	0.419 m	0.420 m
N28/N11	Acero laminado	$N_{\min}$	-56.742	-56.741	-56.724	-56.706	-56.706
		$N_{\max}$	-0.030	-0.030	-0.020	-0.010	-0.010
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120
		$V_{z\min}$	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	-0.02	-0.04	-0.04
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## Envoltentes de los esfuerzos en barras



Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N13/N24	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-10.521	-10.496	-10.470	-10.470
		N <sub>máx</sub>	-0.080	-0.065	-0.049	-0.049
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.029	0.029	0.029	0.029
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.117	0.117	0.117	0.117
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	-0.03	-0.07	-0.07
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	-0.01	-0.02	-0.02
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m
N24/N14	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-4.684	-4.684	-4.662	-4.639	-4.639
		N <sub>máx</sub>	-0.036	-0.036	-0.023	-0.010	-0.010
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N15/N14	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>mín</sub>	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-0.014	-0.011	0.000	0.006	0.008
		Vz <sub>máx</sub>	0.115	0.117	0.123	0.134	0.137
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
		My <sub>máx</sub>	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Envoltentes de los esfuerzos en barras**



# Listados

Fecha: 19/07/18

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N16/N27	Acero laminado	$N_{\min}$	-10.241	-10.215	-10.190	-10.190
		$N_{\max}$	-0.080	-0.065	-0.049	-0.049
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.029	0.029	0.029	0.029
		$V_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\max}$	0.138	0.138	0.138	0.138
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	-0.04	-0.08	-0.08
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	-0.01	-0.02	-0.02
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m
N27/N15	Acero laminado	$N_{\min}$	-4.438	-4.438	-4.416	-4.393	-4.393
		$N_{\max}$	-0.036	-0.036	-0.023	-0.010	-0.010
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m	
N17/N25	Acero laminado	$N_{\min}$	-2.233	-2.208	-2.182	-2.182	
		$N_{\max}$	-0.073	-0.058	-0.043	-0.043	
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$V_{y\max}$	0.032	0.032	0.032	0.032	
		$V_{z\min}$	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.01	0.01	
		$M_{z\min}$	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	

## Envoltentes de los esfuerzos en barras





Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m
N25/N18	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-4.686	-4.685	-4.663	-4.641	-4.641
		N <sub>máx</sub>	-0.036	-0.036	-0.023	-0.010	-0.010
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N19/N18	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>mín</sub>	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-0.014	-0.011	0.000	0.006	0.008
		Vz <sub>máx</sub>	0.117	0.118	0.125	0.135	0.138
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
		My <sub>máx</sub>	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras						
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra			
			0.000 m	0.285 m	0.569 m	0.570 m
N20/N26	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-2.031	-2.005	-1.979	-1.979
		N <sub>máx</sub>	-0.073	-0.058	-0.043	-0.043
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.032	0.032	0.032	0.032
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.008	0.008	0.008	0.008
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	-0.01	-0.02	-0.02
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00

**Envoltentes de los esfuerzos en barras**



# Listados

Fecha: 19/07/18

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.031 m	0.278 m	0.524 m	0.525 m
N26/N19	Acero laminado	$N_{\min}$	-4.436	-4.436	-4.414	-4.392	-4.392
		$N_{\max}$	-0.036	-0.036	-0.023	-0.010	-0.010
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.123 m	0.215 m	0.217 m
N21/N22	Acero laminado	$N_{\min}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		$N_{\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.009	-0.006	0.001	0.006	0.008
		$V_{z\max}$	0.190	0.191	0.197	0.205	0.208
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		$M_{y\min}$	-0.04	-0.04	-0.06	-0.07	-0.07
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.145 m	0.258 m	0.260 m
N22/N23	Acero laminado	$N_{\min}$	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148
		$N_{\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-2.064	-2.061	-2.052	-2.045	-2.043
		$V_{z\max}$	-0.007	-0.005	0.000	0.011	0.014
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		$M_{y\min}$	-0.13	-0.13	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.10	0.34	0.34
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
--	--	--	--	--	--	--	--



Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.136 m	0.239 m	0.241 m
N23/N24	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076	-0.076
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061
		Vz <sub>mín</sub>	-0.014	-0.012	-0.002	0.004	0.006
		Vz <sub>máx</sub>	3.240	3.242	3.248	3.256	3.259
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	-0.32	-0.33
		My <sub>máx</sub>	0.36	0.35	0.02	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.070 m	0.108 m	0.110 m
N24/N25	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
		Vz <sub>mín</sub>	-2.522	-2.519	-2.515	-2.513	-2.511
		Vz <sub>máx</sub>	-0.004	-0.002	0.000	0.003	0.006
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.27	-0.27	-0.17	-0.08	-0.07
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.070 m	0.108 m	0.110 m
N27/N26	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
		Vz <sub>mín</sub>	-2.475	-2.472	-2.468	-2.466	-2.465
		Vz <sub>máx</sub>	-0.004	-0.002	0.000	0.003	0.006
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.27	-0.27	-0.17	-0.08	-0.07
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
--	--	--	--	--	--	--	--



# Listados

Fecha: 19/07/18

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.136 m	0.239 m	0.241 m
N28/N27	Acero laminado	$N_{\min}$	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173	-0.173
		$N_{\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061
		$V_{z\min}$	-0.014	-0.012	-0.002	0.004	0.006
		$V_{z\max}$	3.253	3.255	3.260	3.268	3.271
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\min}$	0.00	0.00	0.00	-0.32	-0.33
		$M_{y\max}$	0.36	0.36	0.02	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.145 m	0.258 m	0.260 m
N29/N28	Acero laminado	$N_{\min}$	-0.288	-0.288	-0.288	-0.288	-0.288
		$N_{\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-2.090	-2.087	-2.078	-2.071	-2.069
		$V_{z\max}$	-0.007	-0.005	0.000	0.011	0.014
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		$M_{y\min}$	-0.14	-0.13	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.10	0.34	0.34
		$M_{z\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.123 m	0.215 m	0.217 m
N30/N29	Acero laminado	$N_{\min}$	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079
		$N_{\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074	-0.074
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.009	-0.006	0.001	0.006	0.008
		$V_{z\max}$	0.329	0.330	0.336	0.344	0.347
		$M_{t\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\max}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		$M_{y\min}$	-0.03	-0.03	-0.06	-0.09	-0.09
		$M_{y\max}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\min}$	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\max}$	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
--	--	--	--	--	--	--	--



Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N31/N32	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		$N_{\text{máx}}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		$V_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{máx}}$	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
		$V_{z\text{mín}}$	-0.014	-0.011	0.000	0.006	0.008
		$V_{z\text{máx}}$	0.275	0.277	0.283	0.294	0.297
		$M_{t\text{mín}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\text{máx}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\text{mín}}$	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.03
		$M_{y\text{máx}}$	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\text{mín}}$	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
		$M_{z\text{máx}}$	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N33/N34	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		$N_{\text{máx}}$	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		$V_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{máx}}$	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
		$V_{z\text{mín}}$	-0.014	-0.011	0.000	0.006	0.008
		$V_{z\text{máx}}$	0.443	0.444	0.451	0.461	0.464
		$M_{t\text{mín}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\text{máx}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\text{mín}}$	0.00	0.00	0.00	-0.05	-0.05
		$M_{y\text{máx}}$	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\text{mín}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
		$M_{z\text{máx}}$	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N35/N36	Acero laminado	$N_{\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$N_{\text{máx}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{mín}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\text{máx}}$	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
		$V_{z\text{mín}}$	-0.014	-0.011	0.000	0.006	0.008
		$V_{z\text{máx}}$	0.043	0.045	0.051	0.062	0.064
		$M_{t\text{mín}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t\text{máx}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y\text{mín}}$	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
		$M_{y\text{máx}}$	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\text{mín}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{z\text{máx}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
--	--	--	--	--	--	--	--



# Listados

Fecha: 19/07/18

Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.030 m	0.032 m	0.150 m	0.268 m	0.270 m
N37/N38	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		N <sub>máx</sub>	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		Vz <sub>mín</sub>	-0.014	-0.011	0.000	0.006	0.008
		Vz <sub>máx</sub>	0.211	0.212	0.219	0.229	0.232
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.03
		My <sub>máx</sub>	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## 2.3.2.2.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

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

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

Mt: Momento torsor (kN·m)

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

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

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

Origen de los esfuerzos pésimos:

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

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

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N1/N31	30.42	0.490	-66.942	0.074	-0.023	0.00	0.01	-0.04	G	Cumple
N31/N30	29.89	0.030	-67.206	0.072	-0.070	-0.01	0.01	0.00	G	Cumple
N30/N35	29.88	0.030	-67.524	-0.003	0.009	0.00	0.00	-0.01	G	Cumple
N35/N40	29.71	0.030	-67.540	-0.002	0.000	0.00	0.00	0.00	G	Cumple
N40/N2	29.71	0.000	-67.537	-0.002	0.000	0.00	0.00	0.00	G	Cumple
N2/N3	0.03	0.270	-0.002	0.000	0.019	0.00	0.00	0.00	G	Cumple
N4/N32	31.13	0.490	-67.761	0.074	-0.059	0.00	0.03	-0.04	G	Cumple



Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N32/N21	30.32	0.030	-67.458	0.077	-0.011	-0.01	0.03	0.00	G	Cumple
N21/N36	29.93	0.030	-67.637	0.003	-0.009	0.00	0.00	-0.01	G	Cumple
N36/N39	29.72	0.030	-67.552	0.002	0.000	0.00	0.00	0.00	G	Cumple
N39/N3	29.72	0.000	-67.548	0.002	0.000	0.00	0.00	0.00	G	Cumple
N5/N34	29.25	0.490	-60.146	0.088	-0.193	0.00	0.09	-0.04	G	Cumple
N34/N22	28.78	0.050	-59.674	0.092	-0.151	-0.01	0.11	0.02	G	Cumple
N22/N38	25.64	0.200	-57.381	0.123	-0.006	0.00	0.00	-0.02	G	Cumple
N38/N6	25.40	0.190	-57.129	0.125	0.000	0.00	0.00	-0.01	G	Cumple
N7/N6	0.28	0.030	-0.005	0.000	0.100	0.00	0.01	0.00	G	Cumple
N8/N33	28.31	0.490	-58.746	0.088	-0.161	0.00	0.08	-0.04	G	Cumple
N33/N29	28.30	0.050	-59.176	0.084	-0.203	-0.01	0.09	0.02	G	Cumple
N29/N37	25.35	0.200	-56.718	0.117	0.006	0.00	0.00	-0.02	G	Cumple
N37/N7	25.30	0.190	-56.903	0.115	0.000	0.00	0.00	-0.01	G	Cumple
N9/N23	24.17	0.570	-52.095	0.017	0.084	0.00	-0.05	-0.01	G	Cumple
N23/N10	26.47	0.420	-57.326	0.120	0.012	0.00	0.00	-0.04	G	Cumple
N11/N10	0.78	0.030	0.000	-0.012	0.296	0.00	0.04	0.00	G	Cumple
N12/N28	24.08	0.570	-51.436	0.017	0.102	0.00	-0.06	-0.01	G	Cumple
N28/N11	25.82	0.420	-56.706	0.120	-0.012	0.00	0.00	-0.04	G	Cumple
N13/N24	6.29	0.570	-10.470	0.029	0.117	0.00	-0.07	-0.02	G	Cumple
N24/N14	2.53	0.030	-4.684	0.000	0.013	0.00	0.00	-0.02	G	Cumple
N15/N14	0.33	0.030	0.000	-0.013	0.109	0.00	0.01	0.00	G	Cumple
N16/N27	6.42	0.570	-10.190	0.029	0.138	0.00	-0.08	-0.02	G	Cumple
N27/N15	2.42	0.030	-4.438	0.000	-0.013	0.00	0.00	-0.02	G	Cumple
N17/N25	1.49	0.570	-2.182	0.032	-0.014	0.00	0.01	-0.02	G	Cumple
N25/N18	2.53	0.030	-4.686	0.000	0.013	0.00	0.00	-0.02	G	Cumple
N19/N18	0.34	0.030	0.000	-0.013	0.111	0.00	0.01	0.00	G	Cumple
N20/N26	1.33	0.570	-1.979	0.032	0.008	0.00	0.00	-0.02	G	Cumple
N26/N19	2.42	0.030	-4.436	0.000	-0.013	0.00	0.00	-0.02	G	Cumple
N21/N22	1.67	0.217	-0.002	-0.074	0.208	0.01	-0.07	0.01	G	Cumple
N22/N23	7.24	0.260	-0.148	-0.042	-2.038	0.02	0.34	0.01	G	Cumple
N23/N24	7.62	0.030	-0.076	0.061	3.234	0.00	0.36	0.02	G	Cumple
N24/N25	5.58	0.030	0.027	0.032	-2.522	0.00	-0.27	0.00	G	Cumple
N27/N26	5.54	0.030	-0.021	0.032	-2.475	0.00	-0.27	0.00	G	Cumple
N28/N27	7.73	0.030	-0.173	0.061	3.247	0.00	0.36	0.02	G	Cumple
N29/N28	7.32	0.260	-0.288	-0.042	-2.064	0.02	0.34	0.01	G	Cumple
N30/N29	1.99	0.217	-0.079	-0.074	0.347	0.01	-0.09	0.01	G	Cumple
N31/N32	0.80	0.030	0.002	0.047	0.270	0.00	0.03	0.01	G	Cumple
N33/N34	1.20	0.030	0.004	0.042	0.437	0.00	0.05	0.01	G	Cumple
N35/N36	0.12	0.030	0.000	0.010	0.043	0.00	0.01	0.00	G	Cumple
N37/N38	0.53	0.030	0.002	0.006	0.205	0.00	0.03	0.00	G	Cumple

**2.3.2.3.- Flechas**

Referencias:



# Listados

Fecha: 19/07/18

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	0.489	0.01	0.489	0.00	0.489	0.01	0.489	0.00
	0.489	L(>1000)	0.489	L(>1000)	0.489	L(>1000)	0.489	L(>1000)
N2/N3	0.120	0.00	0.120	0.00	0.002	0.00	0.002	0.00
	-	L(>1000)	0.120	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N4/N3	0.489	0.01	0.489	0.01	0.489	0.01	0.489	0.01
	0.489	L(>1000)	0.489	L(>1000)	0.489	L(>1000)	0.489	L(>1000)
N5/N6	0.489	0.01	0.489	0.03	0.489	0.01	0.489	0.03
	0.489	L(>1000)	0.489	L(>1000)	0.489	L(>1000)	0.489	L(>1000)
N7/N6	0.120	0.00	0.120	0.00	0.238	0.00	0.002	0.00
	-	L(>1000)	0.120	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N8/N7	0.489	0.01	0.489	0.03	0.489	0.01	0.489	0.03
	0.489	L(>1000)	0.489	L(>1000)	0.489	L(>1000)	0.489	L(>1000)
N9/N10	0.569	0.01	0.569	0.02	0.569	0.01	0.569	0.02
	0.569	L(>1000)	0.569	L(>1000)	0.569	L(>1000)	0.569	L(>1000)
N11/N10	0.120	0.00	0.120	0.00	0.238	0.00	0.002	0.00
	-	L(>1000)	0.238	L(>1000)	-	L(>1000)	0.238	L(>1000)
N12/N11	0.569	0.01	0.569	0.02	0.569	0.01	0.569	0.02
	0.569	L(>1000)	0.569	L(>1000)	0.569	L(>1000)	0.569	L(>1000)
N13/N14	0.601	0.01	0.569	0.03	0.601	0.01	0.569	0.03
	0.601	L(>1000)	0.569	L(>1000)	0.601	L(>1000)	0.569	L(>1000)
N15/N14	0.120	0.00	0.120	0.00	0.002	0.00	0.238	0.00
	-	L(>1000)	0.120	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N16/N15	0.601	0.01	0.569	0.03	0.601	0.01	0.569	0.03
	0.601	L(>1000)	0.569	L(>1000)	0.601	L(>1000)	0.569	L(>1000)
N17/N18	0.601	0.02	0.569	0.00	0.601	0.02	0.569	0.00
	0.601	L(>1000)	0.569	L(>1000)	0.601	L(>1000)	0.569	L(>1000)
N19/N18	0.120	0.00	0.120	0.00	0.002	0.00	0.238	0.00
	-	L(>1000)	0.120	L(>1000)	-	L(>1000)	0.002	L(>1000)
N20/N19	0.601	0.02	0.569	0.00	0.601	0.02	0.569	0.00
	0.601	L(>1000)	0.569	L(>1000)	0.601	L(>1000)	0.569	L(>1000)
N21/N22	0.093	0.00	0.093	0.00	0.093	0.00	0.093	0.00
	0.093	L(>1000)	0.093	L(>1000)	0.093	L(>1000)	0.093	L(>1000)
N22/N23	0.115	0.00	0.115	0.00	0.115	0.00	0.115	0.00
	0.115	L(>1000)	0.115	L(>1000)	0.115	L(>1000)	0.115	L(>1000)
N23/N24	0.106	0.00	0.106	0.00	0.106	0.00	0.106	0.00
	0.106	L(>1000)	0.209	L(>1000)	0.106	L(>1000)	0.209	L(>1000)
N24/N25	0.040	0.00	0.040	0.00	0.040	0.00	0.040	0.00
	-	L(>1000)	0.040	L(>1000)	-	L(>1000)	0.040	L(>1000)
N27/N26	0.040	0.00	0.040	0.00	0.040	0.00	0.040	0.00
	-	L(>1000)	0.040	L(>1000)	-	L(>1000)	0.040	L(>1000)
N28/N27	0.106	0.00	0.106	0.00	0.106	0.00	0.106	0.00
	0.106	L(>1000)	0.209	L(>1000)	0.106	L(>1000)	0.209	L(>1000)
N29/N28	0.115	0.00	0.115	0.00	0.115	0.00	0.115	0.00
	0.115	L(>1000)	0.115	L(>1000)	0.115	L(>1000)	0.115	L(>1000)





Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N30/N29	0.093	0.00	0.093	0.00	0.093	0.00	0.093	0.00
	0.093	L/(>1000)	0.093	L/(>1000)	0.093	L/(>1000)	0.093	L/(>1000)
N31/N32	0.002	0.00	0.120	0.00	0.238	0.00	0.002	0.00
	-	L/(>1000)	0.238	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.238	L/(>1000)
N33/N34	0.120	0.00	0.002	0.00	0.238	0.00	0.238	0.00
	-	L/(>1000)	0.238	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.238	L/(>1000)
N35/N36	0.002	0.00	0.120	0.00	0.002	0.00	0.002	0.00
	-	L/(>1000)	0.120	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N37/N38	0.120	0.00	0.120	0.00	0.002	0.00	0.002	0.00
	-	L/(>1000)	0.238	L/(>1000)	-	L/(>1000)	0.238	L/(>1000)

### 2.3.2.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N4/N32

Perfil: CUADRADO 60x4							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N4	N32	0.520	8.68	44.51	44.51	72.18
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme							
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β		0.70	0.70	0.00	0.00	
	L <sub>K</sub>		0.364	0.364	0.000	0.000	
	C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000	
	C <sub>1</sub>		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$\bar{\lambda}$  :

0.19



Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la

**Clase :**

1



# Listados

Fecha: 19/07/18

capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

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

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**N<sub>cr</sub>**: Axil crítico de pandeo elástico.

<b>A</b> :	8.68	cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>y</sub></b> :	275.00	MPa
<b>N<sub>cr</sub></b> :	6963.41	kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

<b>N<sub>cr,y</sub></b> :	6963.41	kN
---------------------------	---------	----

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

<b>N<sub>cr,z</sub></b> :	6963.41	kN
---------------------------	---------	----

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

<b>N<sub>cr,T</sub></b> :	∞	
---------------------------	---	--

Donde:

**I<sub>y</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

<b>I<sub>y</sub></b> :	44.51	cm <sup>4</sup>
------------------------	-------	-----------------

**I<sub>z</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

<b>I<sub>z</sub></b> :	44.51	cm <sup>4</sup>
------------------------	-------	-----------------

**I<sub>t</sub>**: Momento de inercia a torsión uniforme.

<b>I<sub>t</sub></b> :	72.18	cm <sup>4</sup>
------------------------	-------	-----------------

**I<sub>w</sub>**: Constante de alabeo de la sección.

<b>I<sub>w</sub></b> :	0.00	cm <sup>6</sup>
------------------------	------	-----------------

**E**: Módulo de elasticidad.

<b>E</b> :	210000	MPa
------------	--------	-----

**G**: Módulo de elasticidad transversal.

<b>G</b> :	81000	MPa
------------	-------	-----

**L<sub>ky</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

<b>L<sub>ky</sub></b> :	0.364	m
-------------------------	-------	---

**L<sub>kz</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

<b>L<sub>kz</sub></b> :	0.364	m
-------------------------	-------	---

**L<sub>kt</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

<b>L<sub>kt</sub></b> :	0.000	m
-------------------------	-------	---

**i<sub>0</sub>**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

<b>i<sub>0</sub></b> :	3.20	cm
------------------------	------	----

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

**i<sub>y</sub>**, **i<sub>z</sub>**: Radios de

<b>i<sub>y</sub></b> :	2.26	cm
------------------------	------	----



giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_z : \underline{\underline{2.26}} \text{ cm}$$

**Y<sub>0</sub> , Z<sub>0</sub>:**  
Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$Y_0 : \underline{\underline{0.00}} \text{ mm}$$

$$Z_0 : \underline{\underline{0.00}} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$13.00 \leq 301.61 \checkmark$$

Donde:

**h<sub>w</sub>:** Altura del alma.

$$h_w : \underline{\underline{52.00}} \text{ mm}$$

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

$$t_w : \underline{\underline{4.00}} \text{ mm}$$

**A<sub>w</sub>:** Área del alma.

$$A_w : \underline{\underline{4.16}} \text{ cm}^2$$

**A<sub>fc,ef</sub>:** Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{\underline{2.40}} \text{ cm}^2$$

**k:** Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{\underline{0.30}}$$

**E:** Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{\underline{210000}} \text{ MPa}$$

**f<sub>yf</sub>:** Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{\underline{275.00}} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{\underline{0.298}} \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1$ .

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

$N_{c,Ed}$  : 67.80 kN

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

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

$N_{c,Rd}$  : 227.30 kN

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase** : 1

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

**A** : 8.68 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Para esbelteces  $\bar{\lambda} \leq 0.2$  se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

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

$\bar{\lambda}$  : 0.19

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

Donde:

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

**A** : 8.68 cm<sup>2</sup>

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

$f_y$  : 275.00 MPa

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

$N_{cr}$  : 6963.41 kN

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

$N_{cr,y}$  : 6963.41 kN

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

$N_{cr,z}$  : 6963.41 kN



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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.006 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.490 m del nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$M_{Ed}^+$  : 0.03 kN·m

Para flexión negativa:

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

$M_{Ed}^-$  : 0.00 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$  : 4.94 kN·m

Donde:

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

**Clase** : 1

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

$W_{pl,y}$  : 18.85 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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



# Listados

Fecha: 19/07/18

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

Para flexión positiva:

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{\underline{0.00}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.490 m del nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{\underline{0.04}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{\underline{4.94}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,z} : \underline{\underline{18.85}} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{\underline{261.90}} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{\underline{275.00}} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

## Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{\underline{0.001}} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$$V_{Ed} : \underline{\underline{0.06}} \text{ kN}$$



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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{62.90} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{4.16} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{52.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{4.00} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$13.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{13.00}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:



# Listados

Fecha: 19/07/18

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

$\eta$  : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$V_{Ed}$  : 0.07 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$  : 68.33 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 4.52 cm<sup>2</sup>

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$A$  : 8.68 cm<sup>2</sup>

$d$ : Altura del alma.

$d$  : 52.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 4.00 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$$

**15.00** < **64.71** ✓

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$\lambda_w$  : 15.00

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$\varepsilon$  : 0.92





$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 $f_{ref}$ : Límite elástico de referencia. $f_{ref}$ : 235.00 MPa $f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.00 MPa**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**0.06 kN ≤ 31.45 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.245 m del nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 0.06 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$ : 62.90 kN**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**0.07 kN ≤ 34.17 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.245 m del nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

 $V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 0.07 kN $V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$ : 68.33 kN**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:



# Listados

Fecha: 19/07/18

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \quad \underline{\underline{0.311}} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \quad \underline{\underline{0.308}} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \quad \underline{\underline{0.309}} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sup>és</sup>imos se producen en un punto situado a una distancia de 0.490 m del nudo N4, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

Donde:

**N<sub>c,Ed</sub>**: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p<sup>és</sup>imo.

$$\underline{\underline{N_{c,Ed}}} : \quad \underline{\underline{67.76}} \quad \text{kN}$$

**M<sub>y,Ed</sub>**, **M<sub>z,Ed</sub>**: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p<sup>és</sup>imos, seg<sup>un</sup> los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{\underline{M_{y,Ed}^+}} : \quad \underline{\underline{0.03}} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\underline{\underline{M_{z,Ed}^-}} : \quad \underline{\underline{0.04}} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

**Clase**: Clase de la secci3n, seg<sup>un</sup> la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.

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

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta.

$$\underline{\underline{N_{pl,Rd}}} : \quad \underline{\underline{227.30}} \quad \text{kN}$$

**M<sub>pl,Rd,y</sub>**, **M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{\underline{M_{pl,Rd,y}}} : \quad \underline{\underline{4.94}} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\underline{\underline{M_{pl,Rd,z}}} : \quad \underline{\underline{4.94}} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.4.2)

**A**: 3rea de la secci3n bruta.

$$\underline{\underline{A}} : \quad \underline{\underline{8.68}} \quad \text{cm}^2$$

**W<sub>pl,y</sub>**, **W<sub>pl,z</sub>**: M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{\underline{W_{pl,y}}} : \quad \underline{\underline{18.85}} \quad \text{cm}^3$$

$$\underline{\underline{W_{pl,z}}} : \quad \underline{\underline{18.85}} \quad \text{cm}^3$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de c3lculo del acero.

$$\underline{\underline{f_{yd}}} : \quad \underline{\underline{261.90}} \quad \text{MPa}$$

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\underline{\underline{f_y}} : \quad \underline{\underline{275.00}} \quad \text{MPa}$$

**γ<sub>M1</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

**k<sub>y</sub>**, **k<sub>z</sub>**: Coeficientes de interacci3n.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$\underline{\underline{k_y}} : \quad \underline{\underline{1.00}}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$\underline{\underline{k_z}} : \quad \underline{\underline{1.00}}$$

**C<sub>m,y</sub>**, **C<sub>m,z</sub>**: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$\underline{\underline{C_{m,y}}} : \quad \underline{\underline{1.00}}$$

$$\underline{\underline{C_{m,z}}} : \quad \underline{\underline{1.00}}$$

**χ<sub>y</sub>**, **χ<sub>z</sub>**: Coeficientes de reducci3n por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{\underline{\chi_y}} : \quad \underline{\underline{1.00}}$$

$$\underline{\underline{\chi_z}} : \quad \underline{\underline{1.00}}$$



$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\alpha_y, \alpha_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$\bar{\lambda}_y$ :	<u>0.19</u>
$\bar{\lambda}_z$ :	<u>0.19</u>
$\alpha_y$ :	<u>0.60</u>
$\alpha_z$ :	<u>0.60</u>

### **Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.245 m del nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

$$0.07 \text{ kN} \leq 34.17 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$V_{c,Rd,y}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{Ed,y}$ :	<u>0.07</u>	kN
$V_{c,Rd,y}$ :	<u>68.33</u>	kN

### **Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

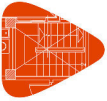
La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

### **Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

### **Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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



# Listados

Fecha: 19/07/18

Barra N1/N31

Perfil: CUADRADO 60x4 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N1	N31	0.520	8.68	44.51	44.51	72.18
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
β	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	0.70	0.70	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	0.364	0.364	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$\bar{\lambda}$  :

0.19



Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase :**

1

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

**A :**

8.68

cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :**

275.00

MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :**

6963.41

kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub> :**

6963.41

kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub> :**

6963.41

kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$



c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

**I<sub>y</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

**I<sub>z</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

**I<sub>t</sub>**: Momento de inercia a torsión uniforme.

**I<sub>w</sub>**: Constante de alabeo de la sección.

**E**: Módulo de elasticidad.

**G**: Módulo de elasticidad transversal.

**L<sub>ky</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

**L<sub>kz</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

**L<sub>kt</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

**i<sub>0</sub>**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

**i<sub>y</sub>, i<sub>z</sub>**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

**y<sub>0</sub>, z<sub>0</sub>**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

<b>N<sub>cr,T</sub></b> :	$\infty$	
<b>I<sub>y</sub></b> :	44.51	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> :	44.51	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> :	72.18	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub></b> :	0.00	cm <sup>6</sup>
<b>E</b> :	210000	MPa
<b>G</b> :	81000	MPa
<b>L<sub>ky</sub></b> :	0.364	m
<b>L<sub>kz</sub></b> :	0.364	m
<b>L<sub>kt</sub></b> :	0.000	m
<b>i<sub>0</sub></b> :	3.20	cm
<b>i<sub>y</sub></b> :	2.26	cm
<b>i<sub>z</sub></b> :	2.26	cm
<b>y<sub>0</sub></b> :	0.00	mm
<b>z<sub>0</sub></b> :	0.00	mm

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:



# Listados

Fecha: 19/07/18

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$13.00 \leq 301.61 \quad \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$t_w$ : Espesor del alma.

$A_w$ : Área del alma.

$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.

$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$E$ : Módulo de elasticidad.

$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

$$h_w : \quad \underline{52.00} \quad \text{mm}$$

$$t_w : \quad \underline{4.00} \quad \text{mm}$$

$$A_w : \quad \underline{4.16} \quad \text{cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \quad \underline{2.40} \quad \text{cm}^2$$

$$k : \quad \underline{0.30}$$

$$E : \quad \underline{210000} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yf} : \quad \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \quad \underline{0.295} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

$$N_{c,Ed} : \quad \underline{66.99} \quad \text{kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \quad \underline{227.30} \quad \text{kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

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

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

$$A : \quad \underline{8.68} \quad \text{cm}^2$$



<b>f<sub>vd</sub></b> : Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>vd</sub></b> :	<u>261.90</u>	MPa
$f_{vd} = f_y / \gamma_{M0}$			
Siendo:			
<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa
<b>γ<sub>M0</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>γ<sub>M0</sub></b> :	<u>1.05</u>	

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

Para esbelteces  $\bar{\lambda} \leq 0.2$  se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$ : Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}$ :	<u>0.19</u>	
--------------------------------------	-------------------	-------------	--

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

Donde:

<b>A</b> : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	<b>A</b> :	<u>8.68</u>	cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa
<b>N<sub>cr</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	<b>N<sub>cr</sub></b> :	<u>6963.41</u>	kN
<b>N<sub>cr,y</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	<b>N<sub>cr,y</sub></b> :	<u>6963.41</u>	kN
<b>N<sub>cr,z</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	<b>N<sub>cr,z</sub></b> :	<u>6963.41</u>	kN
<b>N<sub>cr,T</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	<b>N<sub>cr,T</sub></b> :	<u>∞</u>	

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

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$	<b>η</b> :	<u>0.002</u>	✓
---	------------	--------------	---

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.490 m del nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

<b>M<sub>Ed</sub><sup>+</sup></b> : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	<b>M<sub>Ed</sub><sup>+</sup></b> :	<u>0.01</u>	kN·m
--	-------------------------------------	-------------	------

Para flexión negativa:



# Listados

Fecha: 19/07/18

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

$M_{Ed}^-$  : 0.00 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$  : 4.94 kN·m

Donde:

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

**Clase** : 1

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

$W_{pl,y}$  : 18.85 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.007 ✓

Para flexión positiva:

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

$M_{Ed}^+$  : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.490 m del nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$M_{Ed}^-$  : 0.04 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$  : 4.94 kN·m

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la

**Clase** : 1





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

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

$$W_{pl,z} : \underline{18.85} \text{ cm}^3$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

### Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{vd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{62.90} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{4.16} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{52.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{4.00} \text{ mm}$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{Mo}$  : 1.05

## Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{13.00} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$\lambda_w$  : 13.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$\varepsilon$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$f_{ref}$  : 235.00 MPa

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

$f_y$  : 275.00 MPa

## Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \quad \mathbf{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$V_{Ed}$  : 0.07 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \quad \mathbf{68.33} \quad \text{kN}$$

Donde:

$A_v$ : rea transversal a cortante.

$A_v$  : 4.52 cm<sup>2</sup>



$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

**A**: Área de la sección bruta.**d**: Altura del alma.**t<sub>w</sub>**: Espesor del alma.

<b>A</b> :	<u>8.68</u>	cm <sup>2</sup>
------------	-------------	-----------------

<b>d</b> :	<u>52.00</u>	mm
------------	--------------	----

<b>t<sub>w</sub></b> :	<u>4.00</u>	mm
------------------------	-------------	----

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

<b>f<sub>yd</sub></b> :	<u>261.90</u>	MPa
-------------------------	---------------	-----

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa
------------------------	---------------	-----

<b>γ<sub>M0</sub></b> :	<u>1.05</u>	
-------------------------	-------------	--

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$$

<b>15.00</b>	<	<b>64.71</b>	✓
--------------	---	--------------	---



Donde:

**λ<sub>w</sub>**: Esbeltez del alma.

<b>λ<sub>w</sub></b> :	<u>15.00</u>
------------------------	--------------

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

**λ<sub>máx</sub>**: Esbeltez máxima.

<b>λ<sub>máx</sub></b> :	<u>64.71</u>
--------------------------	--------------

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

**ε**: Factor de reducción.

<b>ε</b> :	<u>0.92</u>
------------	-------------

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

**f<sub>ref</sub>**: Límite elástico de referencia.

<b>f<sub>ref</sub></b> :	<u>235.00</u>	MPa
--------------------------	---------------	-----

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa
------------------------	---------------	-----

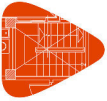
**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V<sub>Ed</sub>** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V<sub>c,Rd</sub>**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

<b>0.02 kN</b>	≤	<b>31.45 kN</b>	✓
----------------	---	-----------------	---





# Listados

Fecha: 19/07/18

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.245 m del nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$V_{Ed}$  : 0.02 kN

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$  : 62.90 kN

## Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**0.07 kN ≤ 34.17 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.245 m del nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$V_{Ed}$  : 0.07 kN

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$  : 68.33 kN

## Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.304 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.301 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.303 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.490 m del nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

Donde:

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

$N_{c,Ed}$  : 66.94 kN

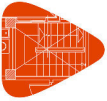


<b><math>M_{y,Ed}</math>, <math>M_{z,Ed}</math>:</b> Momentos flectores solicitantes de cálculo p $\acute{e}$ simos, seg $\acute{u}$ n los ejes Y y Z, respectivamente.	<b><math>M_{y,Ed}^+</math> :</b>	<u>0.01</u>	kN·m
	<b><math>M_{z,Ed}^-</math> :</b>	<u>0.04</u>	kN·m
<b>Clase:</b> Clase de la secci $\acute{o}$ n, seg $\acute{u}$ n la capacidad de deformaci $\acute{o}$ n y de desarrollo de la resistencia pl $\acute{a}$ stica de sus elementos planos, para axil y flexi $\acute{o}$ n simple.	<b>Clase :</b>	<u>1</u>	
<b><math>N_{pl,Rd}</math>:</b> Resistencia a compresi $\acute{o}$ n de la secci $\acute{o}$ n bruta.	<b><math>N_{pl,Rd}</math> :</b>	<u>227.30</u>	kN
<b><math>M_{pl,Rd,y}</math>, <math>M_{pl,Rd,z}</math>:</b> Resistencia a flexi $\acute{o}$ n de la secci $\acute{o}$ n bruta en condiciones pl $\acute{a}$ sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	<b><math>M_{pl,Rd,y}</math> :</b>	<u>4.94</u>	kN·m
	<b><math>M_{pl,Rd,z}</math> :</b>	<u>4.94</u>	kN·m
<b>Resistencia a pandeo:</b> (CTE DB SE-A, Art $\acute{u}$ culo 6.3.4.2)			
<b>A:</b> $\acute{A}$ rea de la secci $\acute{o}$ n bruta.	<b>A :</b>	<u>8.68</u>	cm $^2$
<b><math>W_{pl,y}</math>, <math>W_{pl,z}</math>:</b> M $\acute{o}$ dulos resistentes pl $\acute{a}$ sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b><math>W_{pl,y}</math> :</b>	<u>18.85</u>	cm $^3$
	<b><math>W_{pl,z}</math> :</b>	<u>18.85</u>	cm $^3$
<b><math>f_{yd}</math>:</b> Resistencia de c $\acute{a}$ lculo del acero.	<b><math>f_{yd}</math> :</b>	<u>261.90</u>	MPa
$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$			
Siendo:			
<b><math>f_y</math>:</b> L $\acute{i}$ mite el $\acute{a}$ stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b><math>f_y</math> :</b>	<u>275.00</u>	MPa
<b><math>\gamma_{M1}</math>:</b> Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b><math>\gamma_{M1}</math> :</b>	<u>1.05</u>	
<b><math>k_y</math>, <math>k_z</math>:</b> Coeficientes de interacci $\acute{o}$ n.			
$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$	<b><math>k_y</math> :</b>	<u>1.00</u>	
$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$	<b><math>k_z</math> :</b>	<u>1.00</u>	
<b><math>C_{m,y}</math>, <math>C_{m,z}</math>:</b> Factores de momento flector uniforme equivalente.	<b><math>C_{m,y}</math> :</b>	<u>1.00</u>	
	<b><math>C_{m,z}</math> :</b>	<u>1.00</u>	
<b><math>\chi_y</math>, <math>\chi_z</math>:</b> Coeficientes de reducci $\acute{o}$ n por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b><math>\chi_y</math> :</b>	<u>1.00</u>	
	<b><math>\chi_z</math> :</b>	<u>1.00</u>	
<b><math>\bar{\lambda}_y</math>, <math>\bar{\lambda}_z</math>:</b> Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relaci $\acute{o}$ n a los ejes Y y Z, respectivamente.	<b><math>\bar{\lambda}_y</math> :</b>	<u>0.19</u>	
	<b><math>\bar{\lambda}_z</math> :</b>	<u>0.19</u>	
<b><math>\alpha_y</math>, <math>\alpha_z</math>:</b> Factores dependientes de la clase de la secci $\acute{o}$ n.	<b><math>\alpha_y</math> :</b>	<u>0.60</u>	
	<b><math>\alpha_z</math> :</b>	<u>0.60</u>	

**Resistencia a flexi $\acute{o}$ n, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Art $\acute{u}$ culo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de c $\acute{a}$ lculo a flexi $\acute{o}$ n y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, adem $\acute{a}$ s, el esfuerzo cortante solicitante de c $\acute{a}$ lculo p $\acute{e}$ simo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de c $\acute{a}$ lculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de c $\acute{a}$ lculo p $\acute{e}$ simos se producen en un punto situado a una distancia de 0.245 m del nudo N1, para la combinaci $\acute{o}$ n de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.



# Listados

Fecha: 19/07/18

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

$$0.07 \text{ kN} \leq 34.17 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,y} : \frac{0.07}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,y}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,y} : \frac{68.33}{\quad} \text{ kN}$$

## **Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

## **Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## **Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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



Barra N32/N21

Perfil: CUADRADO 60x4 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N32	N21	0.080	8.68	44.51	44.51	72.18
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.70	0.70	0.00	0.00	
L <sub>K</sub>		0.056	0.056	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>1</sub>		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

 $\bar{\lambda}$  :0.03

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase :**1

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

**A :**8.68cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :**275.00

MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :**294203.99

kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub> :**294203.99

kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub> :**294203.99

kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

**I<sub>y</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

**I<sub>z</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

**I<sub>t</sub>**: Momento de inercia a torsión uniforme.

**I<sub>w</sub>**: Constante de alabeo de la sección.

**E**: Módulo de elasticidad.

**G**: Módulo de elasticidad transversal.

**L<sub>ky</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

**L<sub>kz</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

**L<sub>kt</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

**i<sub>0</sub>**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

**i<sub>y</sub>** , **i<sub>z</sub>**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

**y<sub>0</sub>** , **z<sub>0</sub>**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

<b>N<sub>cr,T</sub></b> :	<u>∞</u>	
<b>I<sub>y</sub></b> :	<u>44.51</u>	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> :	<u>44.51</u>	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> :	<u>72.18</u>	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub></b> :	<u>0.00</u>	cm <sup>6</sup>
<b>E</b> :	<u>210000</u>	MPa
<b>G</b> :	<u>81000</u>	MPa
<b>L<sub>ky</sub></b> :	<u>0.056</u>	m
<b>L<sub>kz</sub></b> :	<u>0.056</u>	m
<b>L<sub>kt</sub></b> :	<u>0.000</u>	m
<b>i<sub>0</sub></b> :	<u>3.20</u>	cm
<b>i<sub>y</sub></b> :	<u>2.26</u>	cm
<b>i<sub>z</sub></b> :	<u>2.26</u>	cm
<b>y<sub>0</sub></b> :	<u>0.00</u>	mm
<b>z<sub>0</sub></b> :	<u>0.00</u>	mm

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:





$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$13.00 \leq 301.61 \quad \checkmark$$

Donde:

**$h_w$** : Altura del alma.

**$t_w$** : Espesor del alma.

**$A_w$** : Área del alma.

**$A_{fc,ef}$** : Área reducida del ala comprimida.

**$k$** : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

**$E$** : Módulo de elasticidad.

**$f_{yf}$** : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

<b><math>h_w</math></b> :	<u>52.00</u>	mm
<b><math>t_w</math></b> :	<u>4.00</u>	mm
<b><math>A_w</math></b> :	<u>4.16</u>	cm <sup>2</sup>
<b><math>A_{fc,ef}</math></b> :	<u>2.40</u>	cm <sup>2</sup>
<b><math>k</math></b> :	<u>0.30</u>	
<b><math>E</math></b> :	<u>210000</u>	MPa
<b><math>f_{yf}</math></b> :	<u>275.00</u>	MPa

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \quad \underline{0.297} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.030 m del nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \quad \underline{67.46} \quad \text{kN}$$

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

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \quad \underline{227.30} \quad \text{kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\mathbf{Clase} : \quad \underline{1}$$

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

$$\mathbf{A} : \quad \underline{8.68} \quad \text{cm}^2$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} = f_y / \gamma_{M0}$ Siendo: $f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$f_{vd}$ :	<u>261.90</u>	MPa
	$f_y$ :	<u>275.00</u>	MPa
	$\gamma_{M0}$ :	<u>1.05</u>	

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

Para esbelteces  $\bar{\lambda} \leq 0.2$  se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$ : Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}$ :	<u>0.03</u>	
--------------------------------------	-------------------	-------------	--

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

Donde:

$A$ : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	$A$ :	<u>8.68</u>	cm <sup>2</sup>
$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y$ :	<u>275.00</u>	MPa
$N_{cr}$ : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	$N_{cr}$ :	<u>294203.99</u>	kN
$N_{cr,y}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$ :	<u>294203.99</u>	kN
$N_{cr,z}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$ :	<u>294203.99</u>	kN
$N_{cr,T}$ : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$ :	<u>∞</u>	

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

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$	$\eta$ :	<u>0.006</u>	✓
---	----------	--------------	---

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.050 m del nudo N32, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	$M_{Ed}^+$ :	<u>0.03</u>	kN·m
---	--------------	-------------	------

Para flexión negativa:



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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{4.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{18.85} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.030 m del nudo N32, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

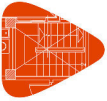
$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{4.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la

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



# Listados

Fecha: 19/07/18

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

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

$W_{pl,z}$  : 18.85 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

## Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$  0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$V_{Ed}$  : 0.01 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$  : 62.90 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 4.16 cm<sup>2</sup>

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

$d$ : Altura del alma.

$d$  : 52.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 4.00 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa



$\gamma_{MO}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{MO}$  : 1.05

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{13.00} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$\lambda_w$  : 13.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$\varepsilon$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$f_{ref}$  : 235.00 MPa

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

$f_y$  : 275.00 MPa

### Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \quad \mathbf{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

$V_{Ed}$  : 0.08 kN

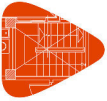
El esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \quad \mathbf{68.33} \quad \text{kN}$$

Donde:

$A_v$ : rea transversal a cortante.

$A_v$  : 4.52 cm<sup>2</sup>



# Listados

Fecha: 19/07/18

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

**A**: Área de la sección bruta.

**d**: Altura del alma.

**t<sub>w</sub>**: Espesor del alma.

$$A : \frac{8.68}{\text{cm}^2}$$

$$d : \frac{52.00}{\text{mm}}$$

$$t_w : \frac{4.00}{\text{mm}}$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_{yd} : \frac{261.90}{\text{MPa}}$$

$$f_y : \frac{275.00}{\text{MPa}}$$

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

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{15.00} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

**λ<sub>w</sub>**: Esbeltez del alma.

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

$$\lambda_w : \frac{15.00}{}$$

**λ<sub>máx</sub>**: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$$\lambda_{máx} : \frac{64.71}{}$$

**ε**: Factor de reducción.

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

$$\varepsilon : \frac{0.92}{}$$

Siendo:

**f<sub>ref</sub>**: Límite elástico de referencia.

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{ref} : \frac{235.00}{\text{MPa}}$$

$$f_y : \frac{275.00}{\text{MPa}}$$

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V<sub>Ed</sub>** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V<sub>c,Rd</sub>**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad \mathbf{0.01 \text{ kN} \leq 31.45 \text{ kN}} \quad \checkmark$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sup>s</sup>imos se producen para la combinaci3n de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p<sup>s</sup>imo.

$V_{Ed}$  : 0.01 kN

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de c3lculo.

$V_{c,Rd}$  : 62.90 kN

### Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de c3lculo a flexi3n, ya que el esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p<sup>s</sup>imo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de c3lculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**0.08 kN ≤ 34.17 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p<sup>s</sup>imos se producen en un punto situado a una distancia de 0.030 m del nudo N32, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p<sup>s</sup>imo.

$V_{Ed}$  : 0.08 kN

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de c3lculo.

$V_{c,Rd}$  : 68.33 kN

### Resistencia a flexi3n y axil combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.303 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.303 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.301 ✓

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p<sup>s</sup>imos se producen en un punto situado a una distancia de 0.030 m del nudo N32, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p<sup>s</sup>imo.

$N_{c,Ed}$  : 67.46 kN



# Listados

Fecha: 19/07/18

$M_{y,Ed}$ , $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+$ :	<u>0.03</u>	kN·m
	$M_{z,Ed}^+$ :	<u>0.00</u>	kN·m
<b>Clase</b> : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	<b>Clase</b> :	<u>1</u>	
$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$ :	<u>227.30</u>	kN
$M_{pl,Rd,y}$ , $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$ :	<u>4.94</u>	kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$ :	<u>4.94</u>	kN·m
<b>Resistencia a pandeo</b> : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)			
<b>A</b> : Área de la sección bruta.	<b>A</b> :	<u>8.68</u>	cm <sup>2</sup>
$W_{pl,y}$ , $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$ :	<u>18.85</u>	cm <sup>3</sup>
	$W_{pl,z}$ :	<u>18.85</u>	cm <sup>3</sup>
$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{vd}$ :	<u>261.90</u>	MPa
$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$			
Siendo:			
$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y$ :	<u>275.00</u>	MPa
$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1}$ :	<u>1.05</u>	
$k_y$ , $k_z$ : Coeficientes de interacción.			
$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$	$k_y$ :	<u>1.00</u>	
$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$	$k_z$ :	<u>1.00</u>	
$C_{m,y}$ , $C_{m,z}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$ :	<u>1.00</u>	
	$C_{m,z}$ :	<u>1.00</u>	
$\chi_y$ , $\chi_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$\chi_y$ :	<u>1.00</u>	
	$\chi_z$ :	<u>1.00</u>	
$\bar{\lambda}_y$ , $\bar{\lambda}_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$ :	<u>0.03</u>	
	$\bar{\lambda}_z$ :	<u>0.03</u>	
$\alpha_y$ , $\alpha_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.	$\alpha_y$ :	<u>0.60</u>	
	$\alpha_z$ :	<u>0.60</u>	

## Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.





$$V_{Ed,v} \leq \frac{V_{c,Rd,v}}{2}$$

$$0.08 \text{ kN} \leq 34.10 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,v} : \frac{0.08}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,v}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,v} : \frac{68.20}{\quad} \text{ kN}$$

### Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \frac{0.002}{\quad} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \frac{0.01}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \frac{3.79}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \frac{25.09}{\quad} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{261.90}{\quad} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \frac{275.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \frac{1.05}{\quad}$$

### Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta < \frac{0.001}{\quad} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.



# Listados

Fecha: 19/07/18

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

$$V_{Ed} : \underline{\quad 0.01 \quad} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{\quad 0.01 \quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \left[ 1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{\quad 62.79 \quad} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{\quad 62.90 \quad} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{\quad 0.28 \quad} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{\quad 25.09 \quad} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{\quad 261.90 \quad} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{\quad 275.00 \quad} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

## Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{\quad 0.001 \quad} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

$$V_{Ed} : \underline{\quad 0.08 \quad} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{\quad 0.01 \quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \left[ 1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{\quad 68.20 \quad} \text{ kN}$$



Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \frac{68.33}{\quad} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \frac{0.28}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \frac{25.09}{\quad} \text{ cm}^3$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \frac{261.90}{\quad} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \frac{275.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \frac{1.05}{\quad}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

Barra N21/N36

Perfil: CUADRADO 60x4 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N21	N36	0.230	8.68	44.51	44.51	72.18
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
β	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	0.70	0.70	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	0.161	0.161	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$\bar{\lambda}$  :

0.08



Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase :**

1

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

**A :**

8.68

cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :**

275.00

MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :**

35593.68

kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub> :**

35593.68

kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub> :**

35593.68

kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$



c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

**I<sub>y</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

**I<sub>z</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

**I<sub>t</sub>**: Momento de inercia a torsión uniforme.

**I<sub>w</sub>**: Constante de alabeo de la sección.

**E**: Módulo de elasticidad.

**G**: Módulo de elasticidad transversal.

**L<sub>ky</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

**L<sub>kz</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

**L<sub>kt</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

**i<sub>0</sub>**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

**i<sub>y</sub>**, **i<sub>z</sub>**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

**y<sub>0</sub>**, **z<sub>0</sub>**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

<b>N<sub>cr,T</sub></b> :	∞	
<b>I<sub>y</sub></b> :	44.51	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> :	44.51	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> :	72.18	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub></b> :	0.00	cm <sup>6</sup>
<b>E</b> :	210000	MPa
<b>G</b> :	81000	MPa
<b>L<sub>ky</sub></b> :	0.161	m
<b>L<sub>kz</sub></b> :	0.161	m
<b>L<sub>kt</sub></b> :	0.000	m
<b>i<sub>0</sub></b> :	3.20	cm
<b>i<sub>y</sub></b> :	2.26	cm
<b>i<sub>z</sub></b> :	2.26	cm
<b>y<sub>0</sub></b> :	0.00	mm
<b>z<sub>0</sub></b> :	0.00	mm

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:



$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$13.00 \leq 301.61 \quad \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$t_w$ : Espesor del alma.

$A_w$ : Área del alma.

$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.

$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$E$ : Módulo de elasticidad.

$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

$$h_w : \quad \underline{52.00} \quad \text{mm}$$

$$t_w : \quad \underline{4.00} \quad \text{mm}$$

$$A_w : \quad \underline{4.16} \quad \text{cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \quad \underline{2.40} \quad \text{cm}^2$$

$$k : \quad \underline{0.30}$$

$$E : \quad \underline{210000} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yf} : \quad \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \quad \underline{0.298} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.030 m del nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

$$N_{c,Ed} : \quad \underline{67.64} \quad \text{kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \quad \underline{227.30} \quad \text{kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

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

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

$$A : \quad \underline{8.68} \quad \text{cm}^2$$



<b>f<sub>vd</sub></b> : Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>vd</sub></b> :	<u>261.90</u>	MPa
$f_{vd} = f_y / \gamma_{M0}$			
Siendo:			
<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa
<b>γ<sub>M0</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>γ<sub>M0</sub></b> :	<u>1.05</u>	

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

Para esbelteces  $\bar{\lambda} \leq 0.2$  se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$ : Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}$ :	<u>0.08</u>	
--------------------------------------	-------------------	-------------	--

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

Donde:

<b>A</b> : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	<b>A</b> :	<u>8.68</u>	cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa
<b>N<sub>cr</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	<b>N<sub>cr</sub></b> :	<u>35593.68</u>	kN
<b>N<sub>cr,y</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	<b>N<sub>cr,y</sub></b> :	<u>35593.68</u>	kN
<b>N<sub>cr,z</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	<b>N<sub>cr,z</sub></b> :	<u>35593.68</u>	kN
<b>N<sub>cr,T</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	<b>N<sub>cr,T</sub></b> :	<u>∞</u>	

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

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

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

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$	<b>η</b> :	<u>0.002</u>	✓
---	------------	--------------	---

Para flexión positiva:

<b>M<sub>Ed</sub><sup>+</sup></b> : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	<b>M<sub>Ed</sub><sup>+</sup></b> :	<u>0.00</u>	kN·m
--	-------------------------------------	-------------	------



# Listados

Fecha: 19/07/18

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{4.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,z} : \underline{18.85} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

## Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{62.90} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{4.16} \text{ cm}^2$$





$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

<b>d</b> : Altura del alma.	<b>d</b> :	<u>52.00</u>	mm
<b>t<sub>w</sub></b> : Espesor del alma.	<b>t<sub>w</sub></b> :	<u>4.00</u>	mm

<b>f<sub>vd</sub></b> : Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>vd</sub></b> :	<u>261.90</u>	MPa
$f_{vd} = f_y / \gamma_{M0}$			

Siendo:

<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa
<b>γ<sub>M0</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>γ<sub>M0</sub></b> :	<u>1.05</u>	

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{13.00} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

<b>λ<sub>w</sub></b> : Esbeltez del alma.	<b>λ<sub>w</sub></b> :	<u>13.00</u>	
---	------------------------	--------------	--

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

<b>λ<sub>máx</sub></b> : Esbeltez máxima.	<b>λ<sub>máx</sub></b> :	<u>64.71</u>	
---	--------------------------	--------------	--

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

<b>ε</b> : Factor de reducción.	<b>ε</b> :	<u>0.92</u>	
---------------------------------	------------	-------------	--

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

<b>f<sub>ref</sub></b> : Límite elástico de referencia.	<b>f<sub>ref</sub></b> :	<u>235.00</u>	MPa
<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta < \mathbf{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP.



# Listados

Fecha: 19/07/18

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

$V_{Ed}$  : 0.00 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$  : 68.33 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 4.52 cm<sup>2</sup>

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$A$  : 8.68 cm<sup>2</sup>

$d$ : Altura del alma.

$d$  : 52.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 4.00 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$$

**15.00** < **64.71** ✓

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$\lambda_w$  : 15.00

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$\varepsilon$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$f_{ref}$  : 235.00 MPa

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

$f_y$  : 275.00 MPa

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.00 \text{ kN} \leq 34.17 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{68.33} \text{ kN}$$

**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.299} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.299} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.299} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.030 m del nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{67.64} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y

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



# Listados

Fecha: 19/07/18

de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{227.30} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{4.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{4.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{8.68} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{18.85} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{18.85} \text{ cm}^3$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

$k_y$ ,  $k_z$ : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$ ,  $C_{m,z}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$\chi_y$ ,  $\chi_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y$ ,  $\bar{\lambda}_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.08}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.08}$$

$\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

## Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

$$0.00 \text{ kN} \leq 34.17 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,y} : \underline{0.00} \text{ kN}$$



---

$V_{c,Rd,v}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,v}$  : 68.33 kN

**Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

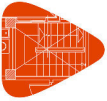
La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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



# Listados

Fecha: 19/07/18

Barra N31/N30

Perfil: CUADRADO 60x4 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N31	N30	0.080	8.68	44.51	44.51	72.18
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
β	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	0.70	0.70	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	0.056	0.056	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$\bar{\lambda}$  :

0.03



Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase :**

1

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

**A :**

8.68

cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :**

275.00

MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :**

294203.99

kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub> :**

294203.99

kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub> :**

294203.99

kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$



c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

**I<sub>y</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

**I<sub>z</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

**I<sub>t</sub>**: Momento de inercia a torsión uniforme.

**I<sub>w</sub>**: Constante de alabeo de la sección.

**E**: Módulo de elasticidad.

**G**: Módulo de elasticidad transversal.

**L<sub>ky</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

**L<sub>kz</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

**L<sub>kt</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

**i<sub>0</sub>**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

**i<sub>y</sub>**, **i<sub>z</sub>**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

**y<sub>0</sub>**, **z<sub>0</sub>**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

<b>N<sub>cr,T</sub></b> :	$\infty$	
<b>I<sub>y</sub></b> :	44.51	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> :	44.51	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> :	72.18	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub></b> :	0.00	cm <sup>6</sup>
<b>E</b> :	210000	MPa
<b>G</b> :	81000	MPa
<b>L<sub>ky</sub></b> :	0.056	m
<b>L<sub>kz</sub></b> :	0.056	m
<b>L<sub>kt</sub></b> :	0.000	m
<b>i<sub>0</sub></b> :	3.20	cm
<b>i<sub>y</sub></b> :	2.26	cm
<b>i<sub>z</sub></b> :	2.26	cm
<b>y<sub>0</sub></b> :	0.00	mm
<b>z<sub>0</sub></b> :	0.00	mm

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:



$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$13.00 \leq 301.61 \quad \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$t_w$ : Espesor del alma.

$A_w$ : Área del alma.

$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.

$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$E$ : Módulo de elasticidad.

$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

$$h_w : \quad \underline{52.00} \quad \text{mm}$$

$$t_w : \quad \underline{4.00} \quad \text{mm}$$

$$A_w : \quad \underline{4.16} \quad \text{cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \quad \underline{2.40} \quad \text{cm}^2$$

$$k : \quad \underline{0.30}$$

$$E : \quad \underline{210000} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yf} : \quad \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \quad \underline{0.296} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.030 m del nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

$$N_{c,Ed} : \quad \underline{67.21} \quad \text{kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \quad \underline{227.30} \quad \text{kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

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

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

$$A : \quad \underline{8.68} \quad \text{cm}^2$$





<b>f<sub>vd</sub></b> : Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>vd</sub></b> :	<u>261.90</u>	MPa
$f_{vd} = f_y / \gamma_{M0}$			
Siendo:			
<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa
<b>γ<sub>M0</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>γ<sub>M0</sub></b> :	<u>1.05</u>	

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

Para esbelteces  $\bar{\lambda} \leq 0.2$  se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$ : Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}$ :	<u>0.03</u>	
--------------------------------------	-------------------	-------------	--

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

Donde:

<b>A</b> : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	<b>A</b> :	<u>8.68</u>	cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa
<b>N<sub>cr</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	<b>N<sub>cr</sub></b> :	<u>294203.99</u>	kN
<b>N<sub>cr,y</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	<b>N<sub>cr,y</sub></b> :	<u>294203.99</u>	kN
<b>N<sub>cr,z</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	<b>N<sub>cr,z</sub></b> :	<u>294203.99</u>	kN
<b>N<sub>cr,T</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	<b>N<sub>cr,T</sub></b> :	<u>∞</u>	

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

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$	$\eta$ :	<u>0.003</u>	✓
---	----------	--------------	---

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.050 m del nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

<b>M<sub>Ed</sub><sup>+</sup></b> : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	<b>M<sub>Ed</sub><sup>+</sup></b> :	<u>0.02</u>	kN·m
--	-------------------------------------	-------------	------

Para flexión negativa:



# Listados

Fecha: 19/07/18

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

$M_{Ed}^-$  : 0.00 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$  : 4.94 kN·m

Donde:

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

**Clase** : 1

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

$W_{pl,y}$  : 18.85 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$

0.001 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.030 m del nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$M_{Ed}^+$  : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

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

$M_{Ed}^-$  : 0.00 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$  : 4.94 kN·m

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la

**Clase** : 1



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

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

$$W_{pl,z} : \underline{18.85} \text{ cm}^3$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

### Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.07} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{vd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{62.90} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{4.16} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{52.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{4.00} \text{ mm}$$

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{Mo}$  : 1.05

## Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{13.00} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$\lambda_w$  : 13.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$\varepsilon$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$f_{ref}$  : 235.00 MPa

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

$f_y$  : 275.00 MPa

## Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \quad \mathbf{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$V_{Ed}$  : 0.07 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \quad \mathbf{68.33} \quad \text{kN}$$

Donde:

$A_v$ : rea transversal a cortante.

$A_v$  : 4.52 cm<sup>2</sup>



$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

**A**: Área de la sección bruta.**d**: Altura del alma.**t<sub>w</sub>**: Espesor del alma.

<b>A</b> :	<u>8.68</u>	cm <sup>2</sup>
------------	-------------	-----------------

<b>d</b> :	<u>52.00</u>	mm
------------	--------------	----

<b>t<sub>w</sub></b> :	<u>4.00</u>	mm
------------------------	-------------	----

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

<b>f<sub>yd</sub></b> :	<u>261.90</u>	MPa
-------------------------	---------------	-----

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa
------------------------	---------------	-----

<b>γ<sub>M0</sub></b> :	<u>1.05</u>	
-------------------------	-------------	--

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$$

<b>15.00</b>	<	<b>64.71</b>	✓
--------------	---	--------------	---



Donde:

**λ<sub>w</sub>**: Esbeltez del alma.

<b>λ<sub>w</sub></b> :	<u>15.00</u>
------------------------	--------------

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

**λ<sub>máx</sub>**: Esbeltez máxima.

<b>λ<sub>máx</sub></b> :	<u>64.71</u>
--------------------------	--------------

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

**ε**: Factor de reducción.

<b>ε</b> :	<u>0.92</u>
------------	-------------

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

**f<sub>ref</sub>**: Límite elástico de referencia.

<b>f<sub>ref</sub></b> :	<u>235.00</u>	MPa
--------------------------	---------------	-----

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa
------------------------	---------------	-----

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V<sub>Ed</sub>** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V<sub>c,Rd</sub>**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

<b>0.07 kN</b>	≤	<b>31.45 kN</b>	✓
----------------	---	-----------------	---





# Listados

Fecha: 19/07/18

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sub>s</sub>imos se producen para la combinaci3n de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p<sub>s</sub>imo.

**V<sub>Ed</sub>** : 0.07 kN

**V<sub>c,Rd</sub>**: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo.

**V<sub>c,Rd</sub>** : 62.90 kN

## Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de c3lculo a flexi3n, ya que el esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p<sub>s</sub>imo **V<sub>Ed</sub>** no es superior al 50% de la resistencia de c3lculo a cortante **V<sub>c,Rd</sub>**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

**0.07 kN ≤ 34.17 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p<sub>s</sub>imos se producen en un punto situado a una distancia de 0.030 m del nudo N31, para la combinaci3n de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p<sub>s</sub>imo.

**V<sub>Ed</sub>** : 0.07 kN

**V<sub>c,Rd</sub>**: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo.

**V<sub>c,Rd</sub>** : 68.33 kN

## Resistencia a flexi3n y axil combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

**η** : 0.299 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

**η** : 0.299 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

**η** : 0.298 ✓

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p<sub>s</sub>imos se producen en un punto situado a una distancia de 0.030 m del nudo N31, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

Donde:

**N<sub>c,Ed</sub>**: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p<sub>s</sub>imo.

**N<sub>c,Ed</sub>** : 67.21 kN



<b><math>M_{y,Ed}</math>, <math>M_{z,Ed}</math>:</b> Momentos flectores solicitantes de cálculo p $\acute{e}$ simos, seg $\acute{u}$ n los ejes Y y Z, respectivamente.	<b><math>M_{y,Ed}^+</math> :</b>	<u>0.01</u>	kN·m
	<b><math>M_{z,Ed}^+</math> :</b>	<u>0.00</u>	kN·m
<b>Clase:</b> Clase de la secci $\acute{o}$ n, seg $\acute{u}$ n la capacidad de deformaci $\acute{o}$ n y de desarrollo de la resistencia pl $\acute{a}$ stica de sus elementos planos, para axil y flexi $\acute{o}$ n simple.	<b>Clase :</b>	<u>1</u>	
<b><math>N_{pl,Rd}</math>:</b> Resistencia a compresi $\acute{o}$ n de la secci $\acute{o}$ n bruta.	<b><math>N_{pl,Rd}</math> :</b>	<u>227.30</u>	kN
<b><math>M_{pl,Rd,y}</math>, <math>M_{pl,Rd,z}</math>:</b> Resistencia a flexi $\acute{o}$ n de la secci $\acute{o}$ n bruta en condiciones pl $\acute{a}$ sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	<b><math>M_{pl,Rd,y}</math> :</b>	<u>4.94</u>	kN·m
	<b><math>M_{pl,Rd,z}</math> :</b>	<u>4.94</u>	kN·m
<b>Resistencia a pandeo:</b> (CTE DB SE-A, Art $\acute{u}$ culo 6.3.4.2)			
<b>A:</b> $\acute{A}$ rea de la secci $\acute{o}$ n bruta.	<b>A :</b>	<u>8.68</u>	cm $^2$
<b><math>W_{pl,y}</math>, <math>W_{pl,z}</math>:</b> M $\acute{o}$ dulos resistentes pl $\acute{a}$ sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b><math>W_{pl,y}</math> :</b>	<u>18.85</u>	cm $^3$
	<b><math>W_{pl,z}</math> :</b>	<u>18.85</u>	cm $^3$
<b><math>f_{yd}</math>:</b> Resistencia de c $\acute{a}$ lculo del acero.	<b><math>f_{yd}</math> :</b>	<u>261.90</u>	MPa
$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$			
Siendo:			
<b><math>f_y</math>:</b> L $\acute{i}$ mite el $\acute{a}$ stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b><math>f_y</math> :</b>	<u>275.00</u>	MPa
<b><math>\gamma_{M1}</math>:</b> Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b><math>\gamma_{M1}</math> :</b>	<u>1.05</u>	
<b><math>k_y</math>, <math>k_z</math>:</b> Coeficientes de interacci $\acute{o}$ n.			
$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$	<b><math>k_y</math> :</b>	<u>1.00</u>	
$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$	<b><math>k_z</math> :</b>	<u>1.00</u>	
<b><math>C_{m,y}</math>, <math>C_{m,z}</math>:</b> Factores de momento flector uniforme equivalente.	<b><math>C_{m,y}</math> :</b>	<u>1.00</u>	
	<b><math>C_{m,z}</math> :</b>	<u>1.00</u>	
<b><math>\chi_y</math>, <math>\chi_z</math>:</b> Coeficientes de reducci $\acute{o}$ n por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b><math>\chi_y</math> :</b>	<u>1.00</u>	
	<b><math>\chi_z</math> :</b>	<u>1.00</u>	
<b><math>\bar{\lambda}_y</math>, <math>\bar{\lambda}_z</math>:</b> Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relaci $\acute{o}$ n a los ejes Y y Z, respectivamente.	<b><math>\bar{\lambda}_y</math> :</b>	<u>0.03</u>	
	<b><math>\bar{\lambda}_z</math> :</b>	<u>0.03</u>	
<b><math>\alpha_y</math>, <math>\alpha_z</math>:</b> Factores dependientes de la clase de la secci $\acute{o}$ n.	<b><math>\alpha_y</math> :</b>	<u>0.60</u>	
	<b><math>\alpha_z</math> :</b>	<u>0.60</u>	

**Resistencia a flexi $\acute{o}$ n, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Art $\acute{u}$ culo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de c $\acute{a}$ lculo a flexi $\acute{o}$ n y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, adem $\acute{a}$ s, el esfuerzo cortante solicitante de c $\acute{a}$ lculo p $\acute{e}$ simo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de c $\acute{a}$ lculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de c $\acute{a}$ lculo p $\acute{e}$ simos se producen para la combinaci $\acute{o}$ n de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.



# Listados

Fecha: 19/07/18

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.07 \text{ kN} \leq 31.39 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{0.07}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{62.79}{\quad} \text{ kN}$$

## Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1$ .

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{3.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \frac{25.09}{\quad} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{261.90}{\quad} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

## Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1$ .





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

$$V_{Ed} : \underline{\quad 0.07 \quad} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{\quad 0.01 \quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \left[ 1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{\quad 62.79 \quad} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{\quad 62.90 \quad} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{\quad 0.28 \quad} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{\quad 25.09 \quad} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{\quad 261.90 \quad} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{\quad 275.00 \quad} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

### Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{\quad 0.001 \quad} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

$$V_{Ed} : \underline{\quad 0.07 \quad} \text{ kN}$$

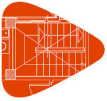
$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{\quad 0.01 \quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \left[ 1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right] \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{\quad 68.20 \quad} \text{ kN}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$V_{pl,Rd} : \frac{68.33}{0.28} \text{ kN}$$

$$\tau_{T,Ed} : \frac{0.28}{0.28} \text{ MPa}$$

$$W_T : \frac{25.09}{261.90} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \frac{261.90}{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_y : \frac{275.00}{275.00} \text{ MPa}$$

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



Barra N30/N35

Perfil: CUADRADO 60x4 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N30	N35	0.230	8.68	44.51	44.51	72.18
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.70	0.70	0.00	0.00	
L <sub>K</sub>		0.161	0.161	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>1</sub>		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$\bar{\lambda}$  :

0.08



Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase :**

1

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

**A :**

8.68

cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :**

275.00

MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :**

35593.68

kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub> :**

35593.68

kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

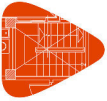
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub> :**

35593.68

kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

$N_{cr,T}$  :

$\infty$

Donde:

$I_y$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$I_y$  :

44.51

cm<sup>4</sup>

$I_z$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$I_z$  :

44.51

cm<sup>4</sup>

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$I_t$  :

72.18

cm<sup>4</sup>

$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.

$I_w$  :

0.00

cm<sup>6</sup>

$E$ : Módulo de elasticidad.

$E$  :

210000

MPa

$G$ : Módulo de elasticidad transversal.

$G$  :

81000

MPa

$L_{ky}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$L_{ky}$  :

0.161

m

$L_{kz}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$L_{kz}$  :

0.161

m

$L_{kt}$ : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$L_{kt}$  :

0.000

m

$i_0$ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$i_0$  :

3.20

cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

$i_y$  ,  $i_z$ : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$i_y$  :

2.26

cm

$y_0$  ,  $z_0$ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$i_z$  :

2.26

cm

$y_0$  :

0.00

mm

$z_0$  :

0.00

mm

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:



$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$13.00 \leq 301.61 \quad \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$t_w$ : Espesor del alma.

$A_w$ : Área del alma.

$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.

$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$E$ : Módulo de elasticidad.

$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

$h_w$ :	<u>52.00</u>	mm
$t_w$ :	<u>4.00</u>	mm
$A_w$ :	<u>4.16</u>	cm <sup>2</sup>
$A_{fc,ef}$ :	<u>2.40</u>	cm <sup>2</sup>
$k$ :	<u>0.30</u>	
$E$ :	<u>210000</u>	MPa
$f_{yf}$ :	<u>275.00</u>	MPa

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \quad \underline{0.297} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.030 m del nudo N30, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

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

$$N_{c,Ed} : \quad \underline{67.52} \quad \text{kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \quad \underline{227.30} \quad \text{kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

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

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

$$A : \quad \underline{8.68} \quad \text{cm}^2$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

$f_{vd}$ : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} = f_y / \gamma_{M0}$ Siendo: $f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$f_{vd}$ :	<u>261.90</u>	MPa
	$f_y$ :	<u>275.00</u>	MPa
	$\gamma_{M0}$ :	<u>1.05</u>	

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

Para esbelteces  $\bar{\lambda} \leq 0.2$  se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$ : Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}$ :	<u>0.08</u>	
--------------------------------------	-------------------	-------------	--

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

Donde:

<b>A</b> : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	<b>A</b> :	<u>8.68</u>	cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa
<b>N<sub>cr</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: <b>N<sub>cr,y</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. <b>N<sub>cr,z</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. <b>N<sub>cr,T</sub></b> : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	<b>N<sub>cr</sub></b> :	<u>35593.68</u>	kN
	<b>N<sub>cr,y</sub></b> :	<u>35593.68</u>	kN
	<b>N<sub>cr,z</sub></b> :	<u>35593.68</u>	kN
	<b>N<sub>cr,T</sub></b> :	<u>∞</u>	

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

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

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

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$	$\eta$ :	<u>0.002</u>	✓
---	----------	--------------	---

Para flexión positiva:

<b>M<sub>Ed</sub><sup>+</sup></b> : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	<b>M<sub>Ed</sub><sup>+</sup></b> :	<u>0.00</u>	kN·m
--	-------------------------------------	-------------	------



Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{4.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,z} : \underline{18.85} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

### Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·Q1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{62.90} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{4.16} \text{ cm}^2$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

<b>d</b> : Altura del alma.	<b>d</b> :	<u>52.00</u>	mm
<b>t<sub>w</sub></b> : Espesor del alma.	<b>t<sub>w</sub></b> :	<u>4.00</u>	mm

<b>f<sub>yd</sub></b> : Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>yd</sub></b> :	<u>261.90</u>	MPa
---	-------------------------	---------------	-----

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

Siendo:

<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa
--	------------------------	---------------	-----

<b>γ<sub>M0</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>γ<sub>M0</sub></b> :	<u>1.05</u>	
--	-------------------------	-------------	--

## Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{13.00} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

<b>λ<sub>w</sub></b> : Esbeltez del alma.	<b>λ<sub>w</sub></b> :	<u>13.00</u>	
---	------------------------	--------------	--

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

<b>λ<sub>máx</sub></b> : Esbeltez máxima.	<b>λ<sub>máx</sub></b> :	<u>64.71</u>	
---	--------------------------	--------------	--

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

<b>ε</b> : Factor de reducción.	<b>ε</b> :	<u>0.92</u>	
---------------------------------	------------	-------------	--

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

<b>f<sub>ref</sub></b> : Límite elástico de referencia.	<b>f<sub>ref</sub></b> :	<u>235.00</u>	MPa
---	--------------------------	---------------	-----

<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>275.00</u>	MPa
--	------------------------	---------------	-----

## Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta < \mathbf{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP.





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

$$V_{Ed} : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{\quad 68.33 \quad} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{\quad 4.52 \quad} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{\quad 8.68 \quad} \text{ cm}^2$$

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{\quad 52.00 \quad} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{\quad 4.00 \quad} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{\quad 261.90 \quad} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{\quad 275.00 \quad} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$15.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{\quad 15.00 \quad}$$

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{\quad 64.71 \quad}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{\quad 0.92 \quad}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{\quad 235.00 \quad} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{\quad 275.00 \quad} \text{ MPa}$$



## Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad \mathbf{0.00 \text{ kN} \leq 34.17 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed}$  : 0.00 kN

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd}$  : 68.33 kN

## Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \quad \mathbf{0.299} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \quad \mathbf{0.298} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \quad \mathbf{0.299} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.030 m del nudo N30, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$ :	<u>67.52</u> kN
$M_{y,Ed}$ , $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+$ :	<u>0.00</u> kN·m
	$M_{z,Ed}^-$ :	<u>0.01</u> kN·m
<b>Clase</b> : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y	<b>Clase</b> :	<u>1</u>



de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{227.30} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{4.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{4.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

### Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{8.68} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{18.85} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{18.85} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

$k_y$ ,  $k_z$ : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$ ,  $C_{m,z}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$\chi_y$ ,  $\chi_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y$ ,  $\bar{\lambda}_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.08}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.08}$$

$\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

### Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

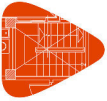
$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

$$0.00 \text{ kN} \leq 34.17 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,y} : \underline{0.00} \text{ kN}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

---

$V_{c,Rd,v}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,v}$  : 68.33 kN

## **Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

## **Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## **Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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



Barra N36/N39

Perfil: CUADRADO 60x4 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N36	N39	0.070	8.68	44.51	44.51	72.18
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.70	0.70	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	0.049	0.049	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$\bar{\lambda}$  :

0.02



Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase :**

1

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

**A :**

8.68

cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :**

275.00

MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :**

384266.44

kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub> :**

384266.44

kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

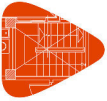
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub> :**

384266.44

kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

**I<sub>y</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

**I<sub>z</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

**I<sub>t</sub>**: Momento de inercia a torsión uniforme.

**I<sub>w</sub>**: Constante de alabeo de la sección.

**E**: Módulo de elasticidad.

**G**: Módulo de elasticidad transversal.

**L<sub>ky</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

**L<sub>kz</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

**L<sub>kt</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

**i<sub>0</sub>**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

**i<sub>y</sub>** , **i<sub>z</sub>**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

**y<sub>0</sub>** , **z<sub>0</sub>**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

<b>N<sub>cr,T</sub></b> :	∞	
<b>I<sub>y</sub></b> :	44.51	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> :	44.51	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> :	72.18	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub></b> :	0.00	cm <sup>6</sup>
<b>E</b> :	210000	MPa
<b>G</b> :	81000	MPa
<b>L<sub>ky</sub></b> :	0.049	m
<b>L<sub>kz</sub></b> :	0.049	m
<b>L<sub>kt</sub></b> :	0.000	m
<b>i<sub>0</sub></b> :	3.20	cm
<b>i<sub>y</sub></b> :	2.26	cm
<b>i<sub>z</sub></b> :	2.26	cm
<b>y<sub>0</sub></b> :	0.00	mm
<b>z<sub>0</sub></b> :	0.00	mm

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)



La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{\underline{0.297}} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.030 m del nudo N36, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

**N<sub>c,Ed</sub>**: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{\underline{67.55}} \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión **N<sub>c,Rd</sub>** viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{\underline{227.30}} \quad \text{kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

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

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

$$A : \underline{\underline{8.68}} \quad \text{cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{\underline{261.90}} \quad \text{MPa}$$

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{\underline{275.00}} \quad \text{MPa}$$

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Para esbelteces  $\bar{\lambda} \leq 0.2$  se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{\underline{0.02}}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

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

Donde:

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

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**N<sub>cr</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

**N<sub>cr,y</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,z</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,T</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**A** : 8.68 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>** : 384266.44 kN

**N<sub>cr,y</sub>** : 384266.44 kN

**N<sub>cr,z</sub>** : 384266.44 kN

**N<sub>cr,T</sub>** : ∞

## **Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

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

## **Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

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

## **Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

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

## **Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$

0.001



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

**V<sub>Ed</sub>** : 0.00 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>c,Rd</sub>** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$





$$V_{C,Rd} : \underline{68.33} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v : \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{4.52} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

$$A : \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{8.68} \text{ cm}^2$$

$$d : \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{52.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{4.00} \text{ mm}$$

$$f_{vd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

#### Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon \quad 15.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w : \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{15.00}$$

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$$\varepsilon : \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$$f_{ref} : \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

#### Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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



## **Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## **Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

## **Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## **Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

## **Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## **Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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



Barra N39/N3

Perfil: CUADRADO 60x4 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N39	N3	0.320	8.68	44.51	44.51	72.18
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.70	0.70	0.00	0.00	
L <sub>K</sub>		0.224	0.224	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>1</sub>		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$\bar{\lambda}$  :

0.11



Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase :**

1

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

**A :**

8.68

cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :**

275.00

MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :**

18387.75

kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub> :**

18387.75

kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

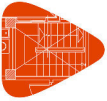
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub> :**

18387.75

kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

**I<sub>y</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

**I<sub>z</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

**I<sub>t</sub>**: Momento de inercia a torsión uniforme.

**I<sub>w</sub>**: Constante de alabeo de la sección.

**E**: Módulo de elasticidad.

**G**: Módulo de elasticidad transversal.

**L<sub>ky</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

**L<sub>kz</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

**L<sub>kt</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

**i<sub>0</sub>**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

**i<sub>y</sub>** , **i<sub>z</sub>**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

**y<sub>0</sub>** , **z<sub>0</sub>**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

<b>N<sub>cr,T</sub></b> :	$\infty$	
<b>I<sub>y</sub></b> :	44.51	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> :	44.51	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> :	72.18	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub></b> :	0.00	cm <sup>6</sup>
<b>E</b> :	210000	MPa
<b>G</b> :	81000	MPa
<b>L<sub>ky</sub></b> :	0.224	m
<b>L<sub>kz</sub></b> :	0.224	m
<b>L<sub>kt</sub></b> :	0.000	m
<b>i<sub>0</sub></b> :	3.20	cm
<b>i<sub>y</sub></b> :	2.26	cm
<b>i<sub>z</sub></b> :	2.26	cm
<b>y<sub>0</sub></b> :	0.00	mm
<b>z<sub>0</sub></b> :	0.00	mm

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)



La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{\underline{0.297}} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

**N<sub>c,Ed</sub>**: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{\underline{67.55}} \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión **N<sub>c,Rd</sub>** viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{\underline{227.30}} \quad \text{kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

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

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

$$A : \underline{\underline{8.68}} \quad \text{cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{\underline{261.90}} \quad \text{MPa}$$

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{\underline{275.00}} \quad \text{MPa}$$

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

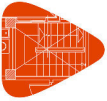
$$\gamma_{M0} : \underline{\underline{1.05}}$$

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

Para esbelteces  $\bar{\lambda} \leq 0.2$  se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{\underline{0.11}}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

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

Donde:

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

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**N<sub>cr</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

**N<sub>cr,y</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,z</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,T</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**A** : 8.68 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>** : 18387.75 kN

**N<sub>cr,y</sub>** : 18387.75 kN

**N<sub>cr,z</sub>** : 18387.75 kN

**N<sub>cr,T</sub>** : ∞

## **Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

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

## **Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

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

## **Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

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

## **Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$

0.001



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

**V<sub>Ed</sub>** : 0.00 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>c,Rd</sub>** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$



$$V_{C,Rd} : \underline{68.33} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v : \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{4.52} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

$$A : \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{8.68} \text{ cm}^2$$

$$d : \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{52.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{4.00} \text{ mm}$$

$$f_{vd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

#### Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon \quad 15.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w : \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{15.00}$$

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$$\varepsilon : \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$$f_{ref} : \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

#### Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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



## **Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## **Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

## **Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## **Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

## **Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## **Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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





Barra N35/N40

Perfil: CUADRADO 60x4 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N35	N40	0.070	8.68	44.51	44.51	72.18
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.70	0.70	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	0.049	0.049	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$\bar{\lambda}$  :

0.02



Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase :**

1

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

**A :**

8.68

cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :**

275.00

MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :**

384266.44

kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub> :**

384266.44

kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub> :**

384266.44

kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

$N_{cr,T}$  : ∞

Donde:

$I_y$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$I_y$  : 44.51 cm4

$I_z$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$I_z$  : 44.51 cm4

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$I_t$  : 72.18 cm4

$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.

$I_w$  : 0.00 cm6

$E$ : Módulo de elasticidad.

$E$  : 210000 MPa

$G$ : Módulo de elasticidad transversal.

$G$  : 81000 MPa

$L_{ky}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$L_{ky}$  : 0.049 m

$L_{kz}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$L_{kz}$  : 0.049 m

$L_{kt}$ : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$L_{kt}$  : 0.000 m

$i_0$ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$i_0$  : 3.20 cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

$i_y, i_z$ : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$i_y$  : 2.26 cm

$i_z$  : 2.26 cm

$y_0, z_0$ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$y_0$  : 0.00 mm

$z_0$  : 0.00 mm

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)



La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{\underline{0.297}} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.030 m del nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

**N<sub>c,Ed</sub>**: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{\underline{67.54}} \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión **N<sub>c,Rd</sub>** viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{\underline{227.30}} \quad \text{kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

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

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

$$A : \underline{\underline{8.68}} \quad \text{cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{\underline{261.90}} \quad \text{MPa}$$

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{\underline{275.00}} \quad \text{MPa}$$

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

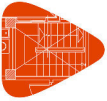
$$\gamma_{M0} : \underline{\underline{1.05}}$$

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

Para esbelteces  $\bar{\lambda} \leq 0.2$  se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{\underline{0.02}}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

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

Donde:

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

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**N<sub>cr</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

**N<sub>cr,y</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,z</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,T</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**A** : 8.68 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>** : 384266.44 kN

**N<sub>cr,y</sub>** : 384266.44 kN

**N<sub>cr,z</sub>** : 384266.44 kN

**N<sub>cr,T</sub>** : ∞

## **Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

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

## **Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

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

## **Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

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

## **Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$

0.001



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

**V<sub>Ed</sub>** : 0.00 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>c,Rd</sub>** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$



$$V_{C,Rd} : \underline{\underline{68.33}} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v : \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{\underline{4.52}} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

$$A : \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{\underline{8.68}} \text{ cm}^2$$

$$d : \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{\underline{52.00}} \text{ mm}$$

$$t_w : \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{\underline{4.00}} \text{ mm}$$

$$f_{vd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{\underline{261.90}} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{\underline{275.00}} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{\underline{1.05}}$$

#### Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon \quad 15.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w : \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{\underline{15.00}}$$

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{\underline{64.71}}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$$\varepsilon : \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{\underline{0.92}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$$f_{ref} : \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{ref} : \underline{\underline{235.00}} \text{ MPa}$$

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{\underline{275.00}} \text{ MPa}$$

#### Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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



## **Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## **Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

## **Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## **Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

## **Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## **Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Barra N40/N2

Perfil: CUADRADO 60x4 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N40	N2	0.320	8.68	44.51	44.51	72.18
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.70	0.70	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	0.224	0.224	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$\bar{\lambda}$  :

0.11



Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase :**

1

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

**A :**

8.68

cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :**

275.00

MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :**

18387.75

kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub> :**

18387.75

kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub> :**

18387.75

kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

**I<sub>y</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

**I<sub>z</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

**I<sub>t</sub>**: Momento de inercia a torsión uniforme.

**I<sub>w</sub>**: Constante de alabeo de la sección.

**E**: Módulo de elasticidad.

**G**: Módulo de elasticidad transversal.

**L<sub>ky</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

**L<sub>kz</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

**L<sub>kt</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

**i<sub>0</sub>**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

**i<sub>y</sub>** , **i<sub>z</sub>**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

**y<sub>0</sub>** , **z<sub>0</sub>**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

<b>N<sub>cr,T</sub></b> :	<u>∞</u>	
<b>I<sub>y</sub></b> :	<u>44.51</u>	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> :	<u>44.51</u>	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> :	<u>72.18</u>	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub></b> :	<u>0.00</u>	cm <sup>6</sup>
<b>E</b> :	<u>210000</u>	MPa
<b>G</b> :	<u>81000</u>	MPa
<b>L<sub>ky</sub></b> :	<u>0.224</u>	m
<b>L<sub>kz</sub></b> :	<u>0.224</u>	m
<b>L<sub>kt</sub></b> :	<u>0.000</u>	m
<b>i<sub>0</sub></b> :	<u>3.20</u>	cm
<b>i<sub>y</sub></b> :	<u>2.26</u>	cm
<b>i<sub>z</sub></b> :	<u>2.26</u>	cm
<b>y<sub>0</sub></b> :	<u>0.00</u>	mm
<b>z<sub>0</sub></b> :	<u>0.00</u>	mm

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)





La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{\underline{0.297}} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N40, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

**N<sub>c,Ed</sub>**: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{\underline{67.54}} \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión **N<sub>c,Rd</sub>** viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{\underline{227.30}} \quad \text{kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

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

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

$$A : \underline{\underline{8.68}} \quad \text{cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{\underline{261.90}} \quad \text{MPa}$$

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{\underline{275.00}} \quad \text{MPa}$$

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

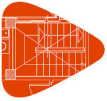
$$\gamma_{M0} : \underline{\underline{1.05}}$$

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

Para esbelteces  $\bar{\lambda} \leq 0.2$  se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{\underline{0.11}}$$



# Listados

Fecha: 19/07/18

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

Donde:

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

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**N<sub>cr</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

**N<sub>cr,y</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,z</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,T</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**A** : 8.68 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>** : 18387.75 kN

**N<sub>cr,y</sub>** : 18387.75 kN

**N<sub>cr,z</sub>** : 18387.75 kN

**N<sub>cr,T</sub>** : ∞

## **Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

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

## **Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

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

## **Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

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

## **Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$\eta <$

0.001



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP.

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

**V<sub>Ed</sub>** : 0.00 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>c,Rd</sub>** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$



$$V_{C,Rd} : \underline{68.33} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v : \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{4.52} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

$$A : \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{8.68} \text{ cm}^2$$

$$d : \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{52.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{4.00} \text{ mm}$$

$$f_{vd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

#### Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon \quad 15.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w : \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{15.00}$$

$$\lambda_w = \frac{b}{t_f}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$$\varepsilon : \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$$f_{ref} : \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

#### Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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



## **Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## **Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

## **Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## **Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

## **Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

## **Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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





# Listados

Fecha: 19/07/18

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{w, \max}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$		$M_y V_z$	$M_z V_y$
N21/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta < 0,1$	x: 0.217 m $\eta = 1,5$	x: 0.217 m $\eta = 0,2$	x: 0.217 m $\eta = 0,3$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	x: 0.217 m $\eta = 1,7$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,2$	x: 0.217 m $\eta = 0,3$	$\eta = 0,1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 1,7$
N22/N23	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta = 0,1$	x: 0.26 m $\eta = 6,9$	x: 0.26 m $\eta = 0,3$	x: 0.03 m $\eta = 3,3$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0.26 m $\eta = 7,2$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,4$	x: 0.03 m $\eta = 3,3$	$\eta = 0,1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 7,2$
N23/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta = 7,3$	x: 0.03 m $\eta = 0,3$	x: 0.241 m $\eta = 5,2$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta = 7,6$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 7,6$
N24/N25	$\bar{\lambda} \leq 3,0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta < 0,1$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(11)</sup>	x: 0.03 m $\eta = 5,5$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta = 4,0$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta = 5,6$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 5,6$
N27/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta = 5,5$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta = 3,9$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta = 5,5$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 5,5$
N28/N27	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta = 0,1$	x: 0.03 m $\eta = 7,3$	x: 0.03 m $\eta = 0,3$	x: 0.241 m $\eta = 5,2$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta = 7,7$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 7,7$
N29/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta = 0,1$	x: 0.26 m $\eta = 6,9$	x: 0.26 m $\eta = 0,3$	x: 0.03 m $\eta = 3,3$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0.26 m $\eta = 7,3$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,4$	x: 0.03 m $\eta = 3,3$	$\eta = 0,1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 7,3$
N30/N29	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta < 0,1$	x: 0.217 m $\eta = 1,8$	x: 0.217 m $\eta = 0,2$	x: 0.217 m $\eta = 0,6$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	x: 0.217 m $\eta = 2,0$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,2$	x: 0.217 m $\eta = 0,6$	$\eta = 0,1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 2,0$
N31/N32	$\bar{\lambda} \leq 3,0$ Cumple	x: 0.03 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta < 0,1$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(11)</sup>	x: 0.03 m $\eta = 0,7$	x: 0.03 m $\eta = 0,1$	x: 0.27 m $\eta = 0,5$	$\eta = 0,1$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta = 0,8$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 0,8$
N33/N34	$\bar{\lambda} \leq 3,0$ Cumple	x: 0.03 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta < 0,1$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(11)</sup>	x: 0.03 m $\eta = 1,1$	x: 0.03 m $\eta = 0,1$	x: 0.27 m $\eta = 0,7$	$\eta = 0,1$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta = 1,2$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 1,2$
N35/N36	N.P. <sup>(10)</sup>	x: 0.03 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(11)</sup>	x: 0.03 m $\eta = 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.27 m $\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 0,1$
N37/N38	$\bar{\lambda} \leq 3,0$ Cumple	x: 0.03 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta < 0,1$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(11)</sup>	x: 0.03 m $\eta = 0,5$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.27 m $\eta = 0,4$	$\eta < 0,1$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0.03 m $\eta = 0,5$	x: 0.03 m $\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 0,5$

**Notación:**  
 $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez  
 $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
 $N_t$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_y$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_z$ : Resistencia a corte Z  
 $V_y$ : Resistencia a corte Y  
 $M_y V_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
 $M_z V_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
 $NM_y M_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $NM_y M_z V_y V_z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_t$ : Resistencia a torsión  
 $M_y V_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
 $M_z V_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
 $x$ : Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
 N.P.: No procede

**Comprobaciones que no proceden (N.P.):**  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.  
<sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  
<sup>(3)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
<sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.  
<sup>(5)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
<sup>(6)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.  
<sup>(7)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  
<sup>(8)</sup> No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
<sup>(9)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
<sup>(10)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.  
<sup>(11)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

## 2.4.- Uniones

### 2.4.1.- Especificaciones

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.9. Uniones de perfiles huecos en las vigas de celosía.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

1) Cada tubo se soldará en todo su perímetro de contacto con los otros tubos.

2) Se define como ángulo diedro el ángulo medido en el plano perpendicular a la línea de soldadura, formado por las tangentes a las superficies externas de los tubos que se sueldan entre sí.



- 3) Para ángulos diedros mayores que 100 grados se deberá realizar soldadura a tope, independientemente del espesor del tubo que se suelda.
- 4) Los tubos de espesor igual o superior a 8 mm se soldarán a tope, excepto en las zonas en las que el ángulo diedro es agudo y pueda realizarse correctamente la soldadura en ángulo.
- 5) Los tubos de espesor inferior a 8 mm se pueden soldar con cordones de soldadura en ángulo.
- 6) En soldaduras a tope, el ángulo del bisel mínimo es de 45 grados.
- 7) En los detalles se indican los distintos tipos de cordones necesarios en el perímetro de soldadura de los tubos.

## Comprobaciones:

- a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

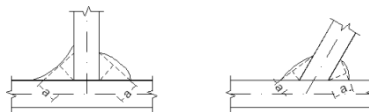
En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

- b) Cordones de soldadura en ángulo:

Se dimensionan con un valor de espesor de garganta tal que su resistencia sea igual a la menor de las piezas que une.

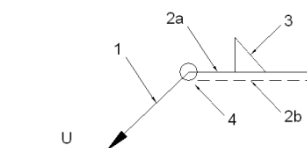
## 2.4.2.- Referencias y simbología

a[mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A



L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

## Método de representación de soldaduras



### Referencias:

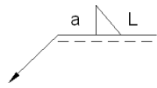
- 1: línea de la flecha
- 2a: línea de referencia (línea continua)
- 2b: línea de identificación (línea a trazos)
- 3: símbolo de soldadura
- 4: indicaciones complementarias
- U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b



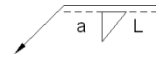
# Listados

Fecha: 19/07/18



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

Referencia 3



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

### 2.4.3.- Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.





## 2. Pernos de anclaje

- a) *Resistencia del material de los pernos:* Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
- b) *Anclaje de los pernos:* Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
- c) *Aplastamiento:* Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

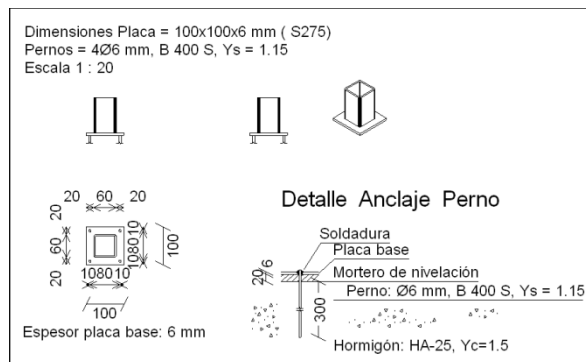
## 3. Placa de anclaje

- a) *Tensiones globales:* En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.
- b) *Flechas globales relativas:* Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.
- c) *Tensiones locales:* Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

### 2.4.4.- Memoria de cálculo

#### 2.4.4.1.- Tipo 1

##### a) Detalle



##### b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Placa base		100	100	6	4	6	S275	275.0	410.0



# Listados

Fecha: 19/07/18

## c) Comprobación

### 1) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 18 mm Calculado: 80 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 9 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 15.39 kN Calculado: 0 kN Máximo: 10.77 kN Calculado: 0.06 kN Máximo: 15.39 kN Calculado: 0.08 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 9.06 kN Calculado: 0 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 3.61338 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 18.86 kN Calculado: 0.05 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 230.253 MPa Calculado: 230.253 MPa Calculado: 230.248 MPa Calculado: 230.248 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 668.979 Calculado: 668.979 Calculado: 668.979 Calculado: 668.979	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

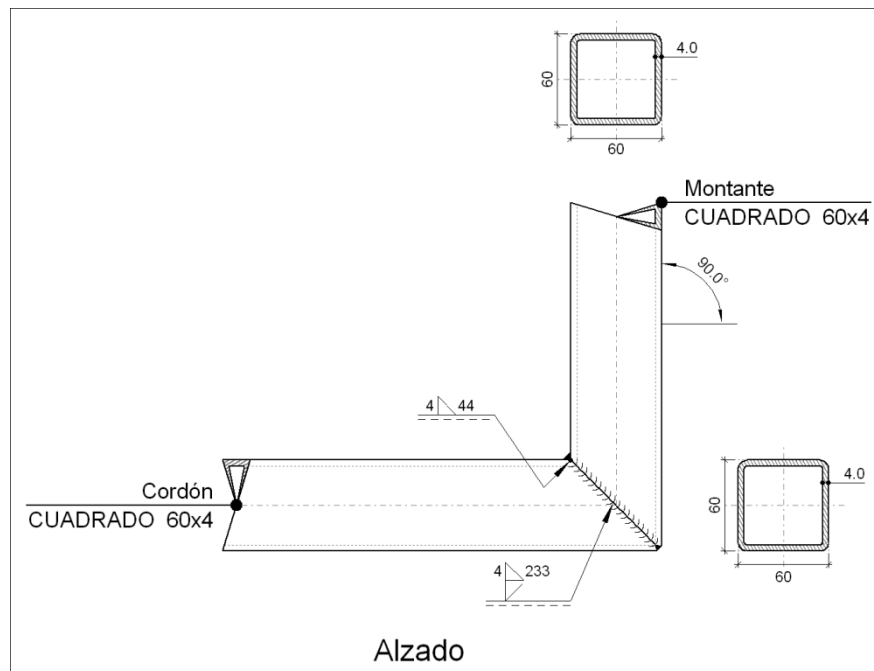
## d) Medición



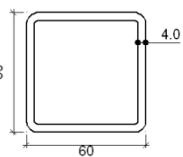
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	100x100x6	0.47
	Total			0.47
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 6 - L = 332	0.29
	Total			0.29

### 2.4.4.2.- Tipo 2

a) Detalle



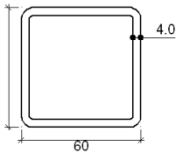
b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Radio de acuerdo interior (mm)	Tipo	f <sub>v</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Cordón	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0



# Listados

Fecha: 19/07/18

Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Diagonal	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	

## c) Comprobación

### 1) Cordón CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_0}/t_0$ )	--	12.00	--	35.13 (Clase 2)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Plastificación del cordón	kN	67.522	45.461	148.53
Interacción axial y momentos	--	0.30	0.45	66.32
Cortante de la sección transversal	kN	0.005	36.291	0.01

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas				
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo	A tope en 'J' simple y en ángulo	4	4	233
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo	La combinación de soldadura en bisel y soldadura en ángulo genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85



## 2) Montante CUADRADO 60x4

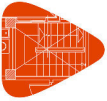
Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_i}/t_i$ )	--	12.00	--	35.13 (Clase 2)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	90.00	30.00	180.00

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Plastificación del cordón	kN	0.005	45.461	0.01
Interacción axil y momentos	--	0.01	0.45	1.83
Cortante de la sección transversal	kN	67.522	36.291	186.06

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)				
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo	A tope en 'J' simple y en ángulo	4	4	233				
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44				
<i>a: Espesor garganta</i>								
<i>l: Longitud efectiva</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo	La combinación de soldadura en bisel y soldadura en ángulo genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.						410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.						410.0	0.85

## d) Medición



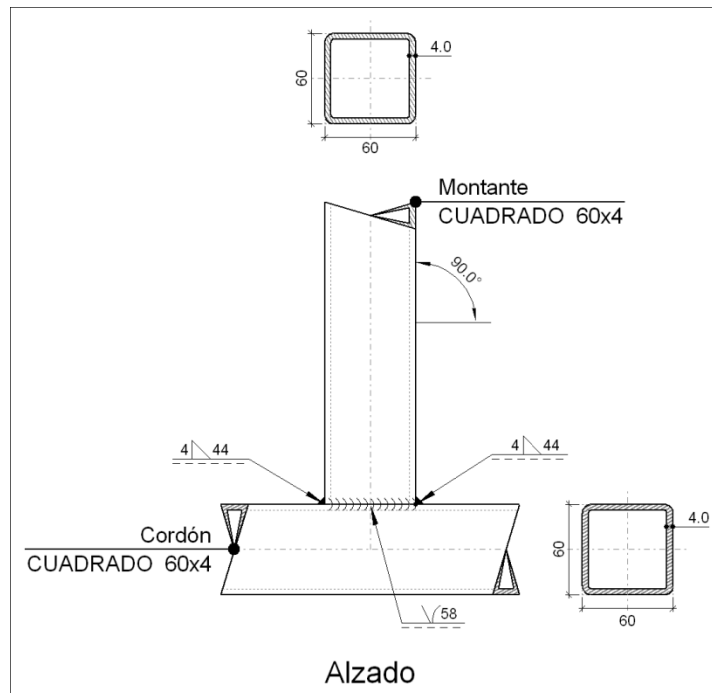
# Listados

Fecha: 19/07/18

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	44
		Combinada a tope en 'V' simple y en ángulo	4	233

## 2.4.4.3.- Tipo 3

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Radio de acuerdo interior (mm)	Tipo	$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Cordón	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0
Diagonal	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0



c) Comprobación

1) Cordón CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_o}/t_o$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
$h_o/b_o$	--	1.00	0.50	2.00
$b_o/t_o$	--	15.00	--	35.00
$h_o/t_o$	--	15.00	--	35.00

2) Montante CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_i}/t_i$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	90.00	30.00	--
$b_i/b_o$	--	1.00	0.25	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	15.00	--	35.00
$h_i/t_i$	--	15.00	--	35.00

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rotura de la pared lateral del cordón	kN	0.079	146.574	0.05
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	0.079	202.400	0.04

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas				
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		



# Listados

Fecha: 19/07/18

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85

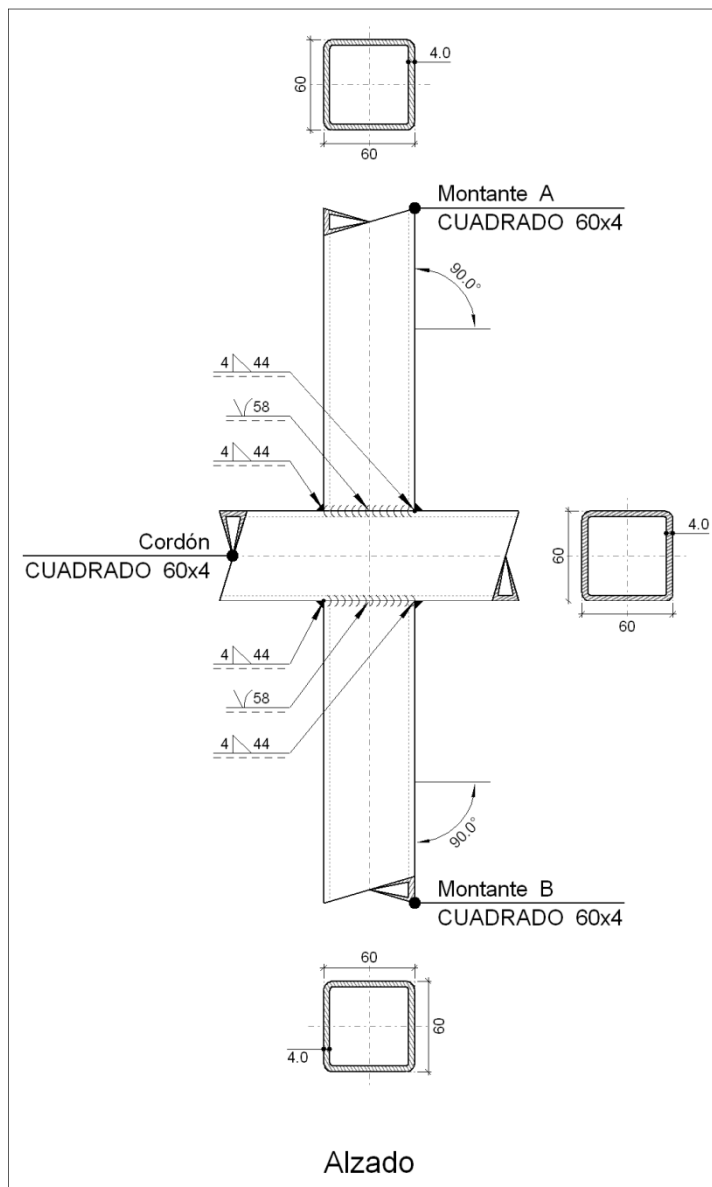
## d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	89

## 2.4.4.4.- Tipo 4

### a) Detalle





b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Radio de acuerdo interior (mm)	Tipo	$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Cordón	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0



# Listados

Fecha: 19/07/18

Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Diagonal	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	

## c) Comprobación

### 1) Cordón CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_o}/t_o$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
$h_o/b_o$	--	1.00	0.50	2.00
$b_o/t_o$	--	15.00	--	35.00
$h_o/t_o$	--	15.00	--	35.00

### 2) Montante A CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_i}/t_i$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	90.00	30.00	--
$b_i/b_o$	--	1.00	0.25	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	15.00	--	35.00
$h_i/t_i$	--	15.00	--	35.00

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rotura de la pared lateral del cordón	kN	0.288	117.259	0.25
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	0.288	202.400	0.14
Interacción axil y momentos	--	--	--	13.48

Cordones de soldadura



Comprobaciones geométricas				
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44

*a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva*

Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.						410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.						410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.						410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.						410.0	0.85

3) Montante B CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección (C <sub>máx<sub>i</sub>/t<sub>i</sub></sub> )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	90.00	30.00	--
b <sub>i</sub> /b <sub>o</sub>	--	1.00	0.25	1.00
h <sub>i</sub> /b <sub>i</sub>	--	1.00	0.50	2.00
b <sub>i</sub> /t <sub>i</sub>	--	15.00	--	35.00
h <sub>i</sub> /t <sub>i</sub>	--	15.00	--	35.00

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rotura de la pared lateral del cordón	kN	0.288	117.259	0.25
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	0.288	202.400	0.14
Interacción axil y momentos	--	--	--	12.78

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas
----------------------------



# Listados

Fecha: 19/07/18

Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva

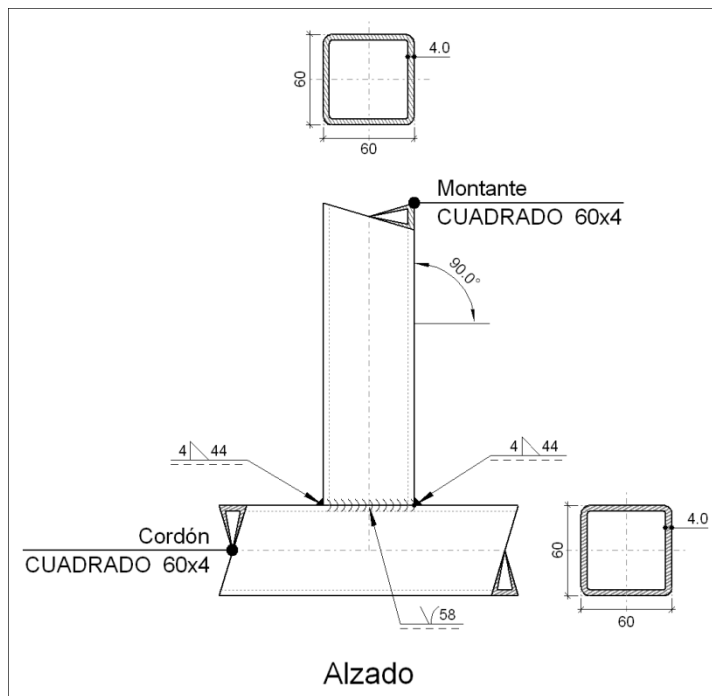
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	177

## 2.4.4.5.- Tipo 5

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Cordón	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	
Diagonal	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	

c) Comprobación

1) Cordón CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_0}/t_0$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0



# Listados

Fecha: 19/07/18

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
$h_o/b_o$	--	1.00	0.50	2.00
$b_o/t_o$	--	15.00	--	35.00
$h_o/t_o$	--	15.00	--	35.00

## 2) Montante CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	90.00	30.00	--
$b_i/b_o$	--	1.00	0.25	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	15.00	--	35.00
$h_i/t_i$	--	15.00	--	35.00

Comprobaciones de resistencia					
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Rotura de la pared lateral del cordón	kN	0.027	176.000	0.02	
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	0.027	202.400	0.01	

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58	
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44	
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58	
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44	

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85

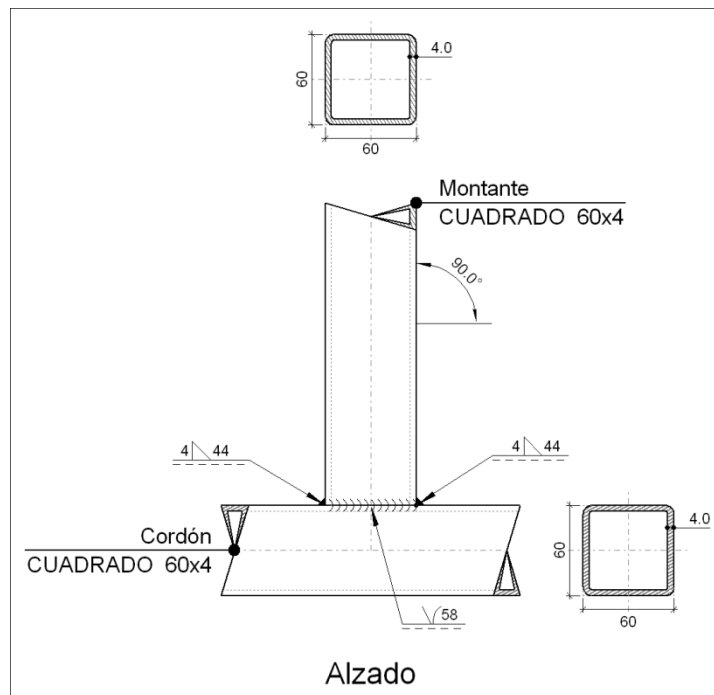


d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	89

### 2.4.4.6.- Tipo 6

a) Detalle



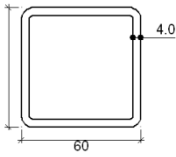
b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Cordón	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	



# Listados

Fecha: 19/07/18

Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Diagonal	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	

## c) Comprobación

### 1) Cordón CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_o}/t_o$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
$h_o/b_o$	--	1.00	0.50	2.00
$b_o/t_o$	--	15.00	--	35.00
$h_o/t_o$	--	15.00	--	35.00

### 2) Montante CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_i}/t_i$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	90.00	30.00	--
$b_i/b_o$	--	1.00	0.25	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	15.00	--	35.00
$h_i/t_i$	--	15.00	--	35.00

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rotura de la pared lateral del cordón	kN	0.021	146.574	0.01
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	0.021	202.400	0.01

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas
----------------------------





Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

#### Comprobación de resistencia

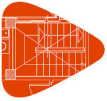
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85

#### d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	89

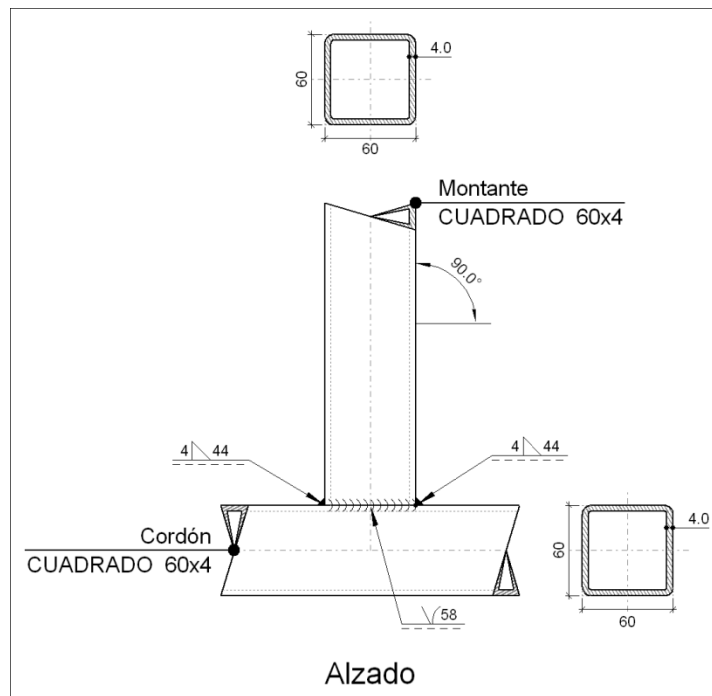
#### 2.4.4.7.- Tipo 7

##### a) Detalle



# Listados

Fecha: 19/07/18



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Cordón	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	
Diagonal	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	

c) Comprobación

1) Cordón CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_0}/t_0$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0



Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
$h_o/b_o$	--	1.00	0.50	2.00
$b_o/t_o$	--	15.00	--	35.00
$h_o/t_o$	--	15.00	--	35.00

2) Montante CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	90.00	30.00	--
$b_i/b_o$	--	1.00	0.25	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	15.00	--	35.00
$h_i/t_i$	--	15.00	--	35.00

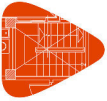
Comprobaciones de resistencia					
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Rotura de la pared lateral del cordón	kN	0.000	176.000	0.00	
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	0.000	202.400	0.00	

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)		l (mm)
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4		58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--		44
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4		58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--		44

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85

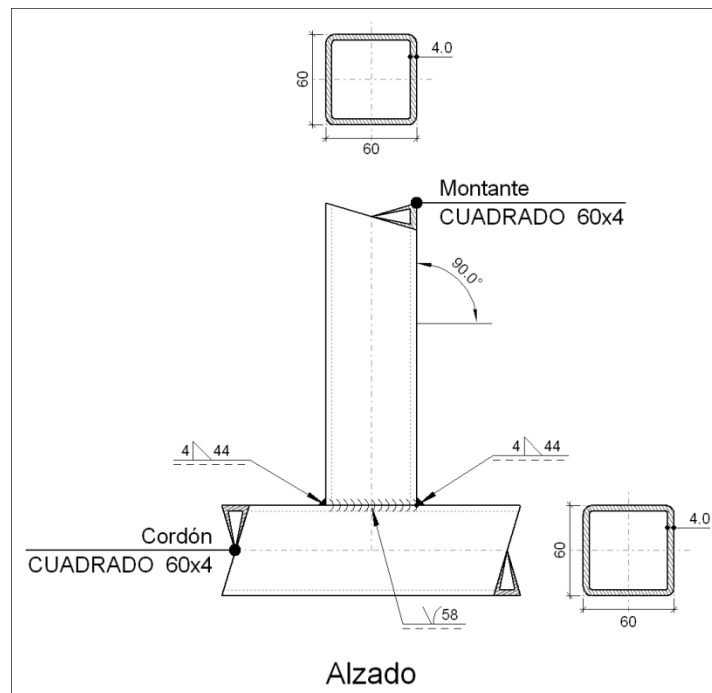


d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	89

## 2.4.4.8.- Tipo 8

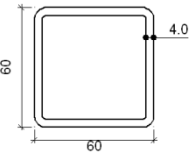
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Cordón	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	



Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Diagonal	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	

c) Comprobación

1) Cordón CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_o}/t_o$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
$h_o/b_o$	--	1.00	0.50	2.00
$b_o/t_o$	--	15.00	--	35.00
$h_o/t_o$	--	15.00	--	35.00

2) Montante CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	90.00	30.00	--
$b_i/b_o$	--	1.00	0.25	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	15.00	--	35.00
$h_i/t_i$	--	15.00	--	35.00

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rotura de la pared lateral del cordón	kN	0.002	176.000	0.00
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	0.002	202.400	0.00

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas				
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)



# Listados

Fecha: 19/07/18

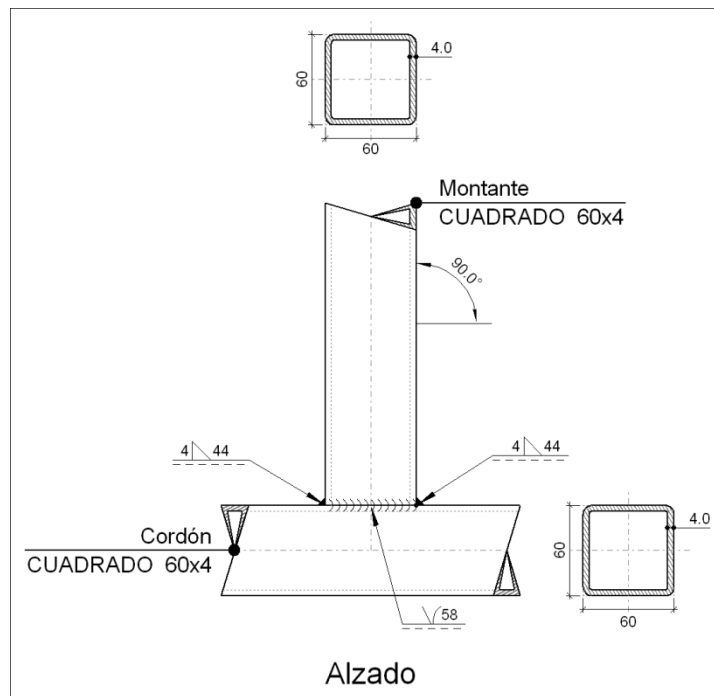
<b>Comprobaciones geométricas</b>									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)				l (mm)		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4				58		
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--				44		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4				58		
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--				44		
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i>									
<b>Comprobación de resistencia</b>									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85

## d) Medición

<b>Soldaduras</b>				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	89

## 2.4.4.9.- Tipo 9

### a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Cordón	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	
Diagonal	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	

c) Comprobación

1) Cordón CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_0}/t_0$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0



# Listados

Fecha: 19/07/18

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
$h_o/b_o$	--	1.00	0.50	2.00
$b_o/t_o$	--	15.00	--	35.00
$h_o/t_o$	--	15.00	--	35.00

## 2) Montante CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	90.00	30.00	--
$b_i/b_o$	--	1.00	0.25	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	15.00	--	35.00
$h_i/t_i$	--	15.00	--	35.00

Comprobaciones de resistencia					
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Rotura de la pared lateral del cordón	kN	0.002	176.000	0.00	
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	0.002	202.400	0.00	

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58	
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44	
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58	
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44	

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85



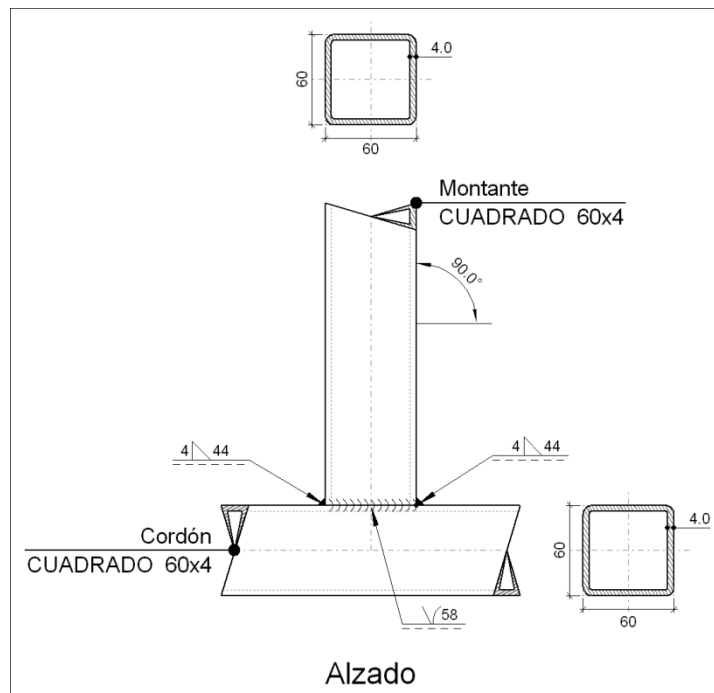


d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	89

### 2.4.4.10.- Tipo 10

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Cordón	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	



# Listados

Fecha: 19/07/18

Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Diagonal	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	

## c) Comprobación

### 1) Cordón CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_o}/t_o$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
$h_o/b_o$	--	1.00	0.50	2.00
$b_o/t_o$	--	15.00	--	35.00
$h_o/t_o$	--	15.00	--	35.00

### 2) Montante CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	90.00	30.00	--
$b_i/b_o$	--	1.00	0.25	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	15.00	--	35.00
$h_i/t_i$	--	15.00	--	35.00

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rotura de la pared lateral del cordón	kN	0.000	176.000	0.00
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	0.000	202.400	0.00

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas				
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)



<b>Comprobaciones geométricas</b>				
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*

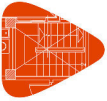
<b>Comprobación de resistencia</b>								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.						410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.						410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.						410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.						410.0	0.85

## d) Medición

<b>Soldaduras</b>				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	89

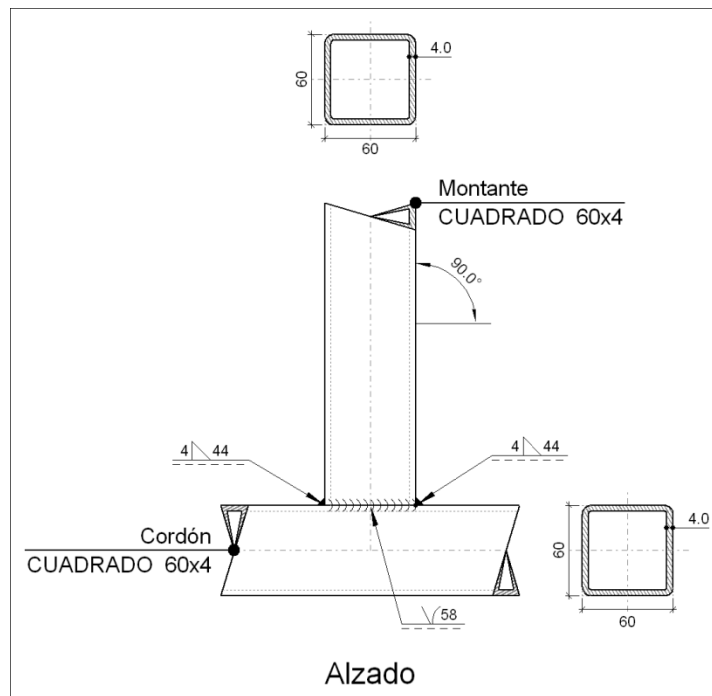
**2.4.4.11.- Tipo 11**

## a) Detalle



# Listados

Fecha: 19/07/18



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Cordón	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	
Diagonal	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	

c) Comprobación

1) Cordón CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_0}/t_0$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0



Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
$h_o/b_o$	--	1.00	0.50	2.00
$b_o/t_o$	--	15.00	--	35.00
$h_o/t_o$	--	15.00	--	35.00

2) Montante CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	90.00	30.00	--
$b_i/b_o$	--	1.00	0.25	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	15.00	--	35.00
$h_i/t_i$	--	15.00	--	35.00

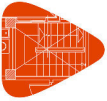
Comprobaciones de resistencia					
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Rotura de la pared lateral del cordón	kN	0.004	176.000	0.00	
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	0.004	202.400	0.00	

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)		l (mm)
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4		58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--		44
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4		58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--		44

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85

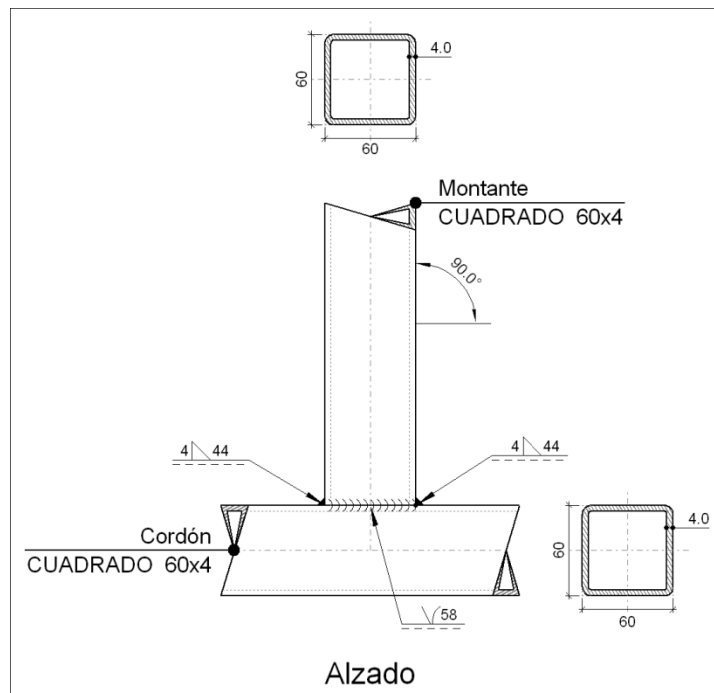


d) Medición

<b>Soldaduras</b>				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	89

## 2.4.4.12.- Tipo 12

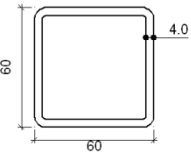
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

<b>Perfiles</b>										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Cordón	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	



Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Diagonal	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	

c) Comprobación

1) Cordón CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_o}/t_o$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
$h_o/b_o$	--	1.00	0.50	2.00
$b_o/t_o$	--	15.00	--	35.00
$h_o/t_o$	--	15.00	--	35.00

2) Montante CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	90.00	30.00	--
$b_i/b_o$	--	1.00	0.25	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	15.00	--	35.00
$h_i/t_i$	--	15.00	--	35.00

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rotura de la pared lateral del cordón	kN	0.004	176.000	0.00
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	0.004	202.400	0.00

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas				
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)



# Listados

Fecha: 19/07/18

<b>Comprobaciones geométricas</b>				
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*

<b>Comprobación de resistencia</b>								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.				410.0	0.85		
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.				410.0	0.85		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.				410.0	0.85		
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.				410.0	0.85		

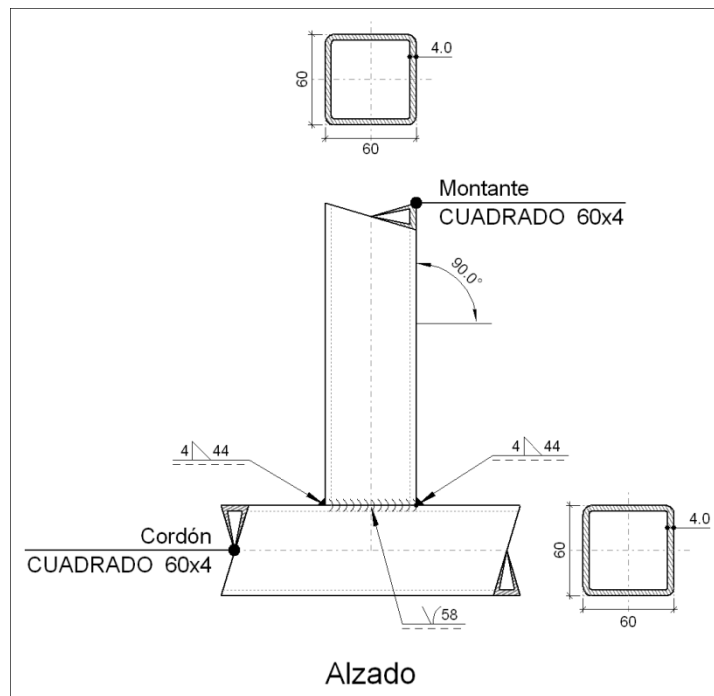
## d) Medición

<b>Soldaduras</b>				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	89

## 2.4.4.13.- Tipo 13

### a) Detalle





b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Cordón	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	
Diagonal	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	

c) Comprobación

1) Cordón CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_0}/t_0$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0



# Listados

Fecha: 19/07/18

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
$h_o/b_o$	--	1.00	0.50	2.00
$b_o/t_o$	--	15.00	--	35.00
$h_o/t_o$	--	15.00	--	35.00

## 2) Montante CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	90.00	30.00	--
$b_i/b_o$	--	1.00	0.25	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	15.00	--	35.00
$h_i/t_i$	--	15.00	--	35.00

Comprobaciones de resistencia					
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Rotura de la pared lateral del cordón	kN	0.002	176.000	0.00	
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	0.002	202.400	0.00	

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58	
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44	
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58	
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44	

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva

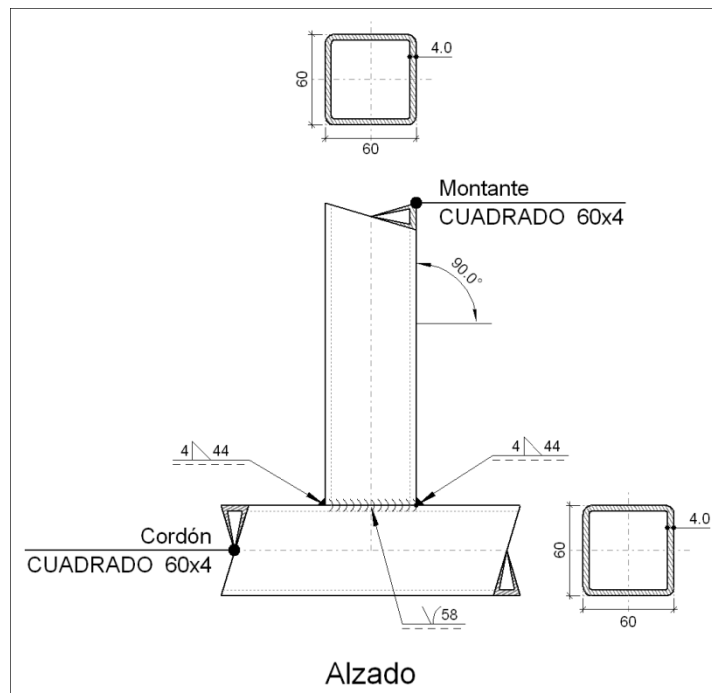
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85

d) Medición

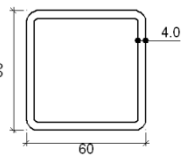
Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	89

### 2.4.4.14.- Tipo 14

a) Detalle



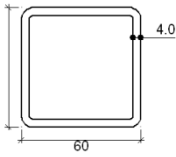
b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Cordón	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	



# Listados

Fecha: 19/07/18

Perfiles										
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Radio de acuerdo interior (mm)	Acero		
			Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo		$f_v$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Diagonal	CUADRADO 60x4		60	60	4	2	S275	275.0	410.0	

## c) Comprobación

### 1) Cordón CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ( $C_{máx_o}/t_o$ )	--	12.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
$h_o/b_o$	--	1.00	0.50	2.00
$b_o/t_o$	--	15.00	--	35.00
$h_o/t_o$	--	15.00	--	35.00

### 2) Montante CUADRADO 60x4

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Espesor	mm	4.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	90.00	30.00	--
$b_i/b_o$	--	1.00	0.25	1.00
$h_i/b_i$	--	1.00	0.50	2.00
$b_i/t_i$	--	15.00	--	35.00
$h_i/t_i$	--	15.00	--	35.00

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rotura de la pared lateral del cordón	kN	0.002	176.000	0.00
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	0.002	202.400	0.00

## Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas				
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)



Comprobaciones geométricas				
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	4	58
Soldadura en ángulo	En ángulo	4	--	44

*a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva*

Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.						410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.						410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.						410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.						410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	89

2.4.5.- Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	2570
		Combinada a tope en 'V' simple y en ángulo	4	2332

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	10	100x100x6	4.71
				Total
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	40	Ø 6 - L = 332	2.95
				Total



# Listados

Fecha: 19/07/18

---