



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**industriales**

etsii UPCT

## **DOCUMENTO Nº1**

### **MEMORIA**

Alumno: Rubén Molina del Toro

Cartagena, a 22 de octubre de 2012



U.P.C.T.  
E.T.S.I.I.

**PROYECTO FIN DE CARRERA**  
**DOCUMENTO Nº1 – MEMORIA**

Ruben Molina del Toro  
Fecha: 24/10/2012

Revision (0)

## **INDICE**

### **1.- MEMORIA DESCRIPTIVA**

- 1.1.- ANTECEDENTES
- 1.2.- OBJETO DEL PROYECTO
- 1.3.- REGLAMENTACION INDUSTRIAL APLICADA
- 1.4.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACION
- 1.5.- DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES
- 1.6.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
- 1.7.- MEMORIA MEDIOAMBIENTAL
- 1.8.- CONSERVACION Y MANTENIMIENTO
- 1.9.- FORMA DE PAGO DE LAS INSTALACIONES REALIZADAS
- 1.10.- JUSTIFICACION DE PRECIOS ADOPTADA
- 1.11.- PRESUPUESTO
- 1.12.- AGRADECIMIENTOS
- 1.13.- DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO
- 1.14.- CONCLUSION A LA MEMORIA

### **2.- ANEJOS A LA MEMORIA**

- ANEJO Nº1: CALCULOS JUSTIFICATIVOS



## **1.- MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.1.- ANTECEDENTES**

A petición del departamento de Ingeniería Mecánica de la Escuela Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena, para la realización del Proyecto Fin de Carrera dirigido a la obtención del título de Ingeniero Técnico Industrial, se realizará el presente proyecto, dirigido por el profesor del departamento D. Miguel Lucas Rodríguez.

### **1.2.- OBJETO DEL PROYECTO**

El presente proyecto tiene por objeto el diseño del montacargas de un pequeño almacén con capacidad para salvar un piso de altura y con una carga máxima de 3000Kg, con las siguientes características básicas:

- Elevación mediante pistón hidráulico relación 1:2
- Superficie de carga de 1,6x1,8m

El proyecto englobará todos los elementos de la instalación.

### **1.3.- REGLAMENTACION INDUSTRIAL APLICADA**

Para la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos.

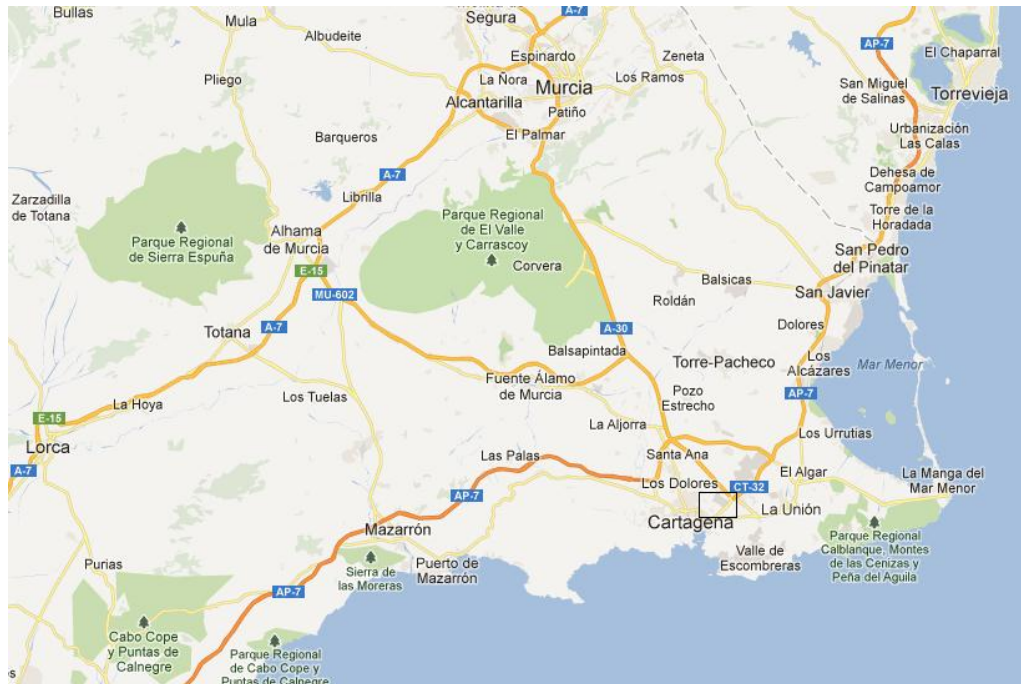
- Contenidos Mínimos de un Proyecto en la Región de Murcia. BORM 4-08-1997
- UNE-EN81-31
- UNE-EN81-2
- Real Decreto 2291/1985 de 8 de Noviembre (con sus modificaciones posteriores)
- Real Decreto 1314/1997 de 1 de Agosto
- Orden de 30 de junio de 1966
- Orden de 30 de julio de 1974
- Directiva 95/16/CE
- UNE-EN 10025-2
- ISO 7465
- DIN 931
- DIN 946
- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de Enero.
- Ley 4/2009, de 14 de mayo, de Protección Ambiental Integrada.
- Ordenanzas Municipales relativas a Proyectos de esta índole.



#### **1.4.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACION**

El emplazamiento de la instalación se encuentra en el polígono industrial Cabezo Beaza de Cartagena, en la Región de Murcia, más concretamente en el sureste del Campo de Cartagena.

El Acceso al polígono industrial desde Murcia se realiza a través de la autovía A-30, desviándose por la salida 191, que proporciona acceso directo al polígono industrial.



#### **1.5.- DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES**

Las instalaciones objeto de este proyecto componen un montacargas hidráulico para elevación de mercancías con desnivel de una planta de altura.

El contenido del proyecto engloba desde la plataforma de elevación del montacargas, sobre el cual se coloca la carga a elevar, así como los equipos necesarios para el funcionamiento adecuado del mismo, incluyendo las dimensiones del foso y hueco necesario en el forjado, que deben ser habilitados por el propietario.

Descripción de las instalaciones:

##### **PLATAFORMA DE ELEVACION:**

Se construye de acero y se dimensionan todos sus elementos con un coeficiente de seguridad de 2,5. Los elementos iguales que constituyen la plataforma se dimensionan para el más solicitado según las distintas hipótesis de carga, siendo mayor el coeficiente de seguridad en el resto de elementos iguales.

La plataforma se eleva mediante cables de acero adecuados para este tipo de uso.

La velocidad nominal de elevación del montacargas será de 0,3m/s

##### **GUIAS**

Se utilizan guías de acero normalizadas (sección en T) adecuadas para trabajos de elevación y se dispondrá en todo el recorrido de la plataforma. Sobre ellas se deslizarán las rodaderas que aguantarán la plataforma en su posición correcta de funcionamiento, y las deslizaderas que asegurarán el funcionamiento vertical del



pistón hidráulico. Las guías se encuentran fijadas a pilares que las mantendrán en su posición correcta durante todo el funcionamiento del montacargas.

#### EQUIPO HIDRAULICO

El equipo hidráulico está formado por un pistón de acción indirecta de relación 1:2 que funciona mediante aceite, un equipo de bombeo de aceite que proporciona al cilindro un caudal adecuado para que el montacargas funcione a la velocidad nominal y canalizaciones que unen ambos elementos.

Se asegura el funcionamiento vertical de pistón mediante deslizaderas que actúan sobre las guías.

#### RODADERAS Y DESLIZADERAS

Para el guiado de la plataforma se utilizan rodaderas de ruedas con capacidad suficiente para soportar los esfuerzos a los que están sometidas. La función de las deslizaderas es la de guiar el dispositivo que une la cabeza del pistón con las poleas.

#### POLEAS

Se utilizan poleas de acero capaces de alojar 2 cables cada una de ellas, las poleas dispondrán de origen de eje de giro y rodamientos adecuados y resistentes a los esfuerzos que soportan.

#### PUERTAS DE PISO

Se utilizan 2 puertas, una en cada planta de acceso de paso libre 2m en altura y 1,8m en anchura, con dispositivos de bloqueo y contactor de puerta abierta, en las que se alojará la botonera correspondiente

#### AMORTIGUADORES DE FOSO

Se instalarán 2 amortiguadores en el foso del hueco, sobre perfiles metálicos que los colocaran a una altura adecuada para que cumpla las condiciones pertinentes indicadas por la norma.

Los amortiguadores son capaces de detener la caída de la plataforma a una velocidad igual al 115% de la velocidad nominal determinada para el montacargas.

#### OTROS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Se utiliza un limitador de velocidad estándar para velocidad nominal de 0,3m/s que actuará sobre el paracaídas de acción progresiva instalado para detener la plataforma en caso de caída accidental.

El paracaídas actuará sobre las guías.

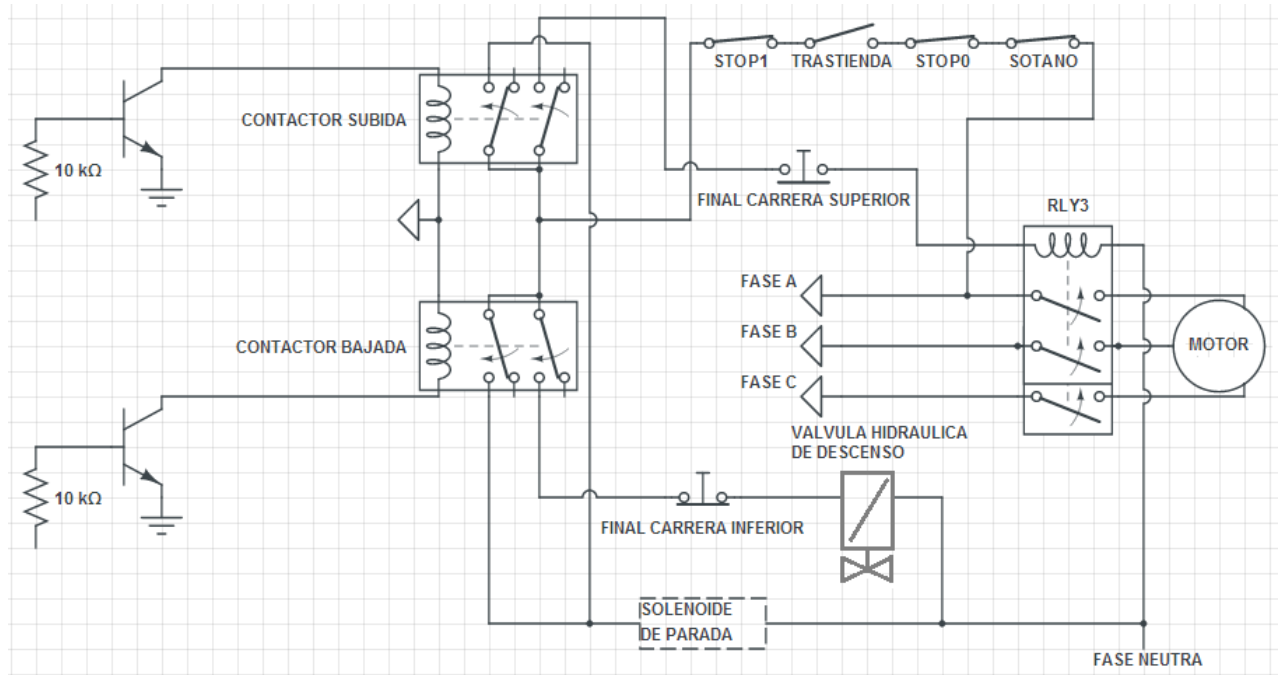
#### CERRAMIENTO DEL HUECO

El hueco se cerrará en su totalidad (salvo la superficie que ocupan las puertas) mediante la utilización de chapa de acero perforada.

#### CIRCUITO ELECTRICO

El circuito eléctrico esta formado por dos partes principalmente; una parte de corriente alterna trifásica para el funcionamiento del equipo de bombeo, los finales de carrera y los contactos de las puertas y otra parte de corriente continua a 12V para el funcionamiento de los contactores de subida y bajada.

Esquema eléctrico de la instalación. Los contactores de subida y bajada están duplicados y conectados en serie, y también esta duplicado en interruptor de stop.



## 1.6.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con lo prescrito en el Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo, las obras objeto del proyecto satisfarán todas las medidas de seguridad e higiene en beneficio del personal que haya de realizar su trabajo para la consecución de la misma.

### CONDICIONES TECNICAS:

En aplicación del Estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo el contratista de la obra quedara 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 estudio. 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.

### 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 reglamentario.

### CONDICIONES EN LA EJECUCION DE LA OBRA:

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



### **1.7.- MEMORIA MEDIOAMBIENTAL**

En el presente proyecto, 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 pueden 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.

Por tanto, en relación con temas medioambientales el presente proyecto respetara la legislación expuesta, y se ajustara a las exigencias que ellas exponen.

### **1.8.- CONSERVACION Y MANTENIMIENTO**

Antes de la puesta en servicio se realizan todas las inspecciones y ensayos indicados en el Anexo D de la norma EN81-31:2010

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

### **1.9.- FORMA DE PAGO DE LAS INSTALACIONES REALIZADAS**

La forma de pago se realizará por ejecución por contrata.

### **1.10.- JUSTIFICACION DE PRECIOS ADOPTADA**

Los precios adoptados han sido obtenidos de los catálogos facilitados por los fabricantes de los distintos elementos, cuando estos no sean diseñados. Los elementos diseñados se valoraran por los catálogos de distribuidores del material seleccionado para los distintos diseños, y por los fabricantes de dichos diseños.

En cuanto al precio adoptado para las unidades de obra, como no existe un precio fijo, u obligatorio, se han obtenido precios coherentes con el estado del mercado observando precios similares en distintas obras de similares características. Por esto que los precios adoptados han de ser satisfactorios para todas las partes.

### **1.11.- PRESUPUESTO**

De acuerdo a los datos obtenidos en el Documento No 4: Presupuesto, el presupuesto que se ha obtenido arroja los siguientes datos:

Presupuesto de ejecución material: Dieciocho Mil Setecientos Ochenta y Dos Euros con Ocho Céntimos (18.782,08 €).



Presupuesto de ejecución por contrata: Veinte y Un mil Treinta y Cinco Euros con Noventa y Tres Céntimos (21.035,93 €).

### **1.12.- AGRADECIMIENTOS**

Mostrar mis debidos agradecimientos a todas las personas que me apoyaron tanto con este proyecto como con el ciclo en la carrera. Gracias a todos los profesores que me han transmitido sus conocimientos a lo largo de toda mi vida y en concreto a los de esta carrera, que me han guiado tan bien en este camino de la ingeniería.

Agradecer al director del presente proyecto, Miguel Lucas Rodríguez, que con sus consejos ha facilitado la realización de este arduo trabajo que es el proyecto.

Gracias también a todos los familiares y amigos que me han ayudado anímicamente en este difícil camino.

Y para finalizar gracias a todos los organismos o personas que han ayudado con su información gratuita a la realización de este proyecto.

### **1.13.- DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO**

#### 1.- MEMORIA

##### 1.1.- Memoria descriptiva

##### 1.2.- Anejos

-Anejo Nº1: Cálculos justificativos

#### 2.- PLANOS

#### 3.-PLIEGO DE CONDICIONES

#### 4.- PRESUPUESTO

### **1.14.- CONCLUSION 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 en Cartagena a 21 de octubre de 2012.

Rubén Molina del Toro

Ingeniero Técnico Industrial





Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**industriales**

etsii UPCT

## **ANEJOS A LA MEMORIA**

Alumno: Rubén Molina del Toro

Cartagena, a 22 de octubre de 2012



## 2.- ANEJOS A LA MEMORIA

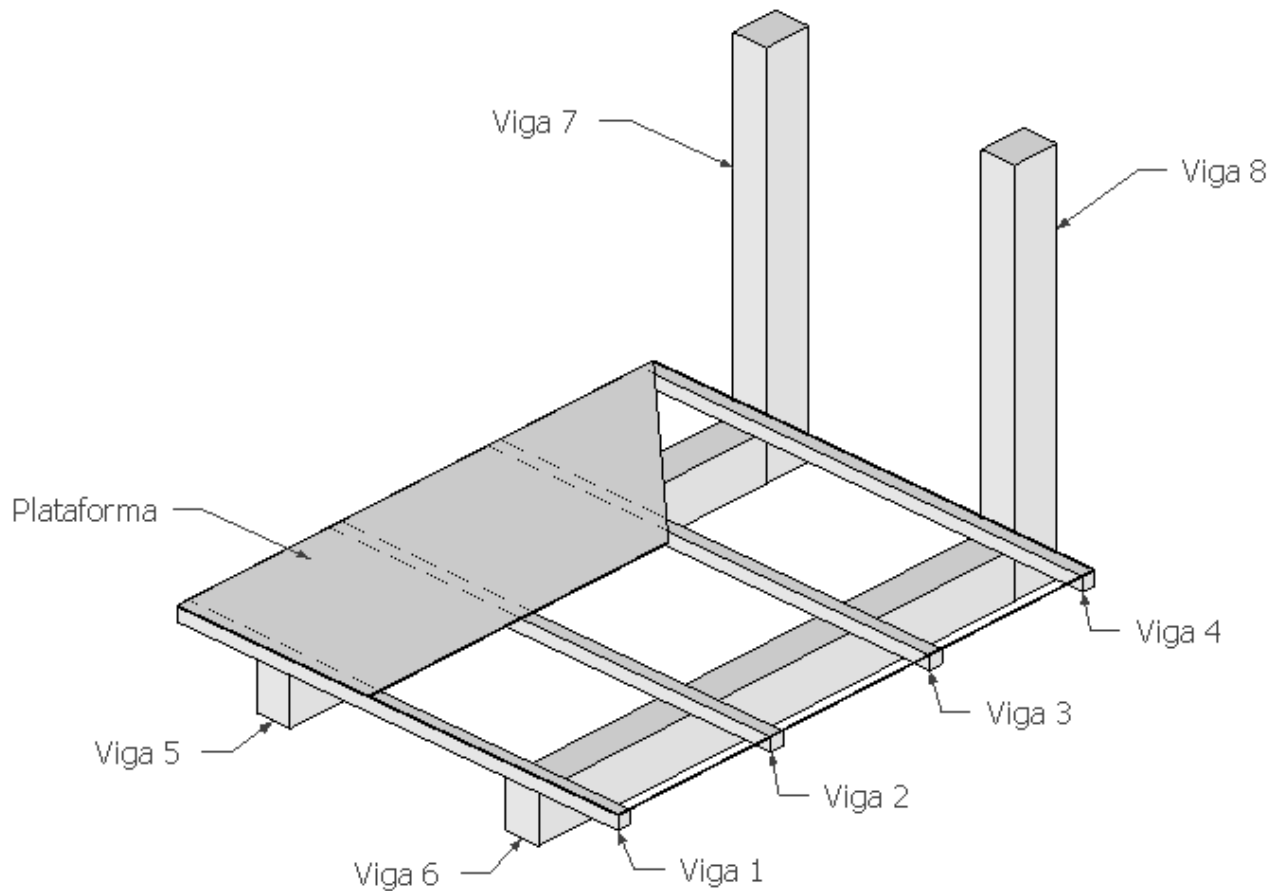
### ANEJO Nº1: CALCULOS JUSTIFICATIVOS

#### CÁLCULO DEL BASTIDOR DE ELEVACION DEL MONTACARGAS

##### DATOS PREVIOS

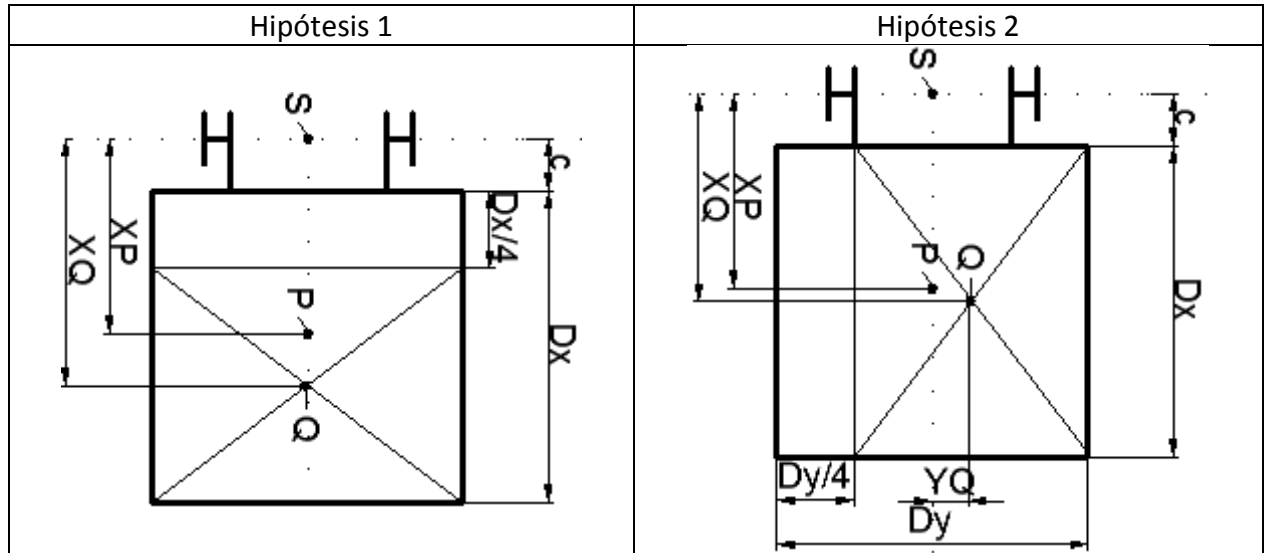
- Los cálculos se realizan para una carga nominal de 3000Kg.
- Se utiliza para el bastidor un acero S275JR.
- Para asegurar la resistencia del conjunto cuando actúen los dispositivos de seguridad se utiliza un coeficiente de seguridad de 2,5 ( $\eta$ ), dado por la norma EN-81-2.
- La plataforma del montacargas tiene unas dimensiones de 1,6x1,8 m, que permite la elevación de 2 palets tamaño estándar junto con la transpaleta de transporte ( $S=1,6 \times 1,8=2,88 \text{ m}^2$ ).
- Acceso frontal al montacargas, por el lado mayor (1,8m).

A continuación se representa un esquema básico del bastidor de elevación.



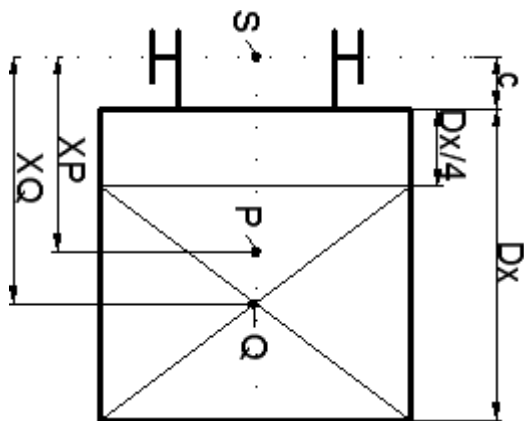


El dimensionado de todos los elementos de bastidor de elevación se realiza suponiendo 2 hipótesis de carga, distribuyendo la carga en el 75% de la superficie disponible ( $S'=0,75*1,6*1,8=2,16m^2$ ) hacia la zona de acceso a la plataforma y hacia uno de sus lados;



### CÁLCULO DE LA PLATAFORMA

#### HIPOTESIS 1



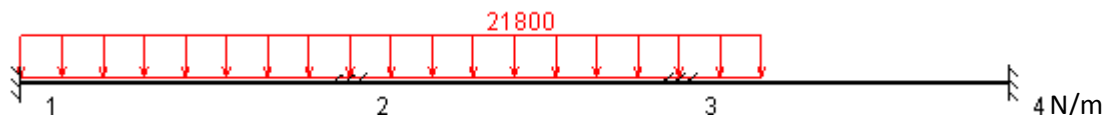
Distribución uniforme de la carga sobre el 75% de la superficie:

$$q=3000\text{Kg}/2,16\text{m}^2=1388,9\text{Kg/m}^2$$

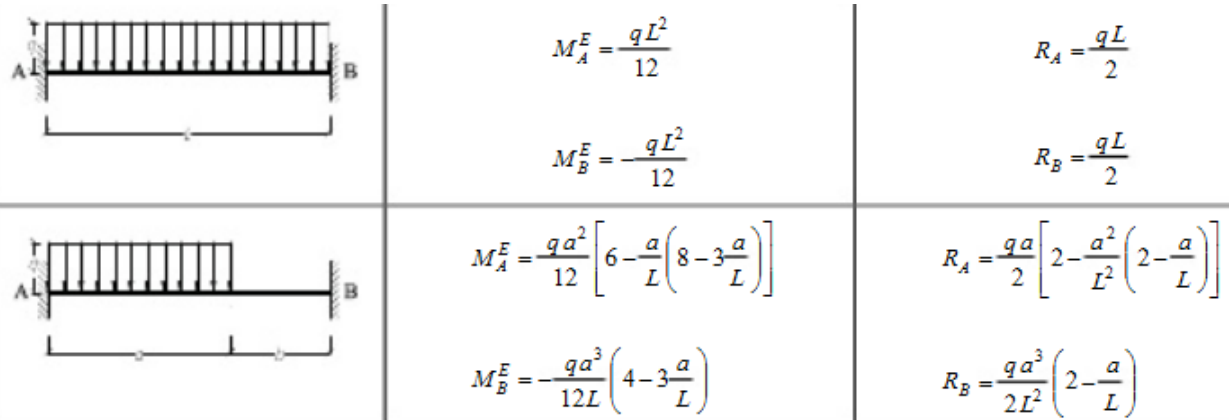
Suponemos una distribución lineal de la carga para dimensionar la plataforma y obtener los esfuerzos que ésta transmite a las vigas 1, 2, 3 y 4.

$$q'=(3000\text{Kg}\cdot g)/(0,75\cdot 1,8\text{m})=21800\text{N/m}, \text{ distribuidos en el } 75\% \text{ de la longitud de la plataforma. } D_x=1,8\text{m} \text{ (imagen).}$$

El siguiente diagrama representa la distribución lineal de la carga sobre la longitud de la plataforma ( $D_x=1,8\text{m}$ ). Los puntos 1, 2, 3 y 4 representan las vigas 1, 2, 3 y 4 respectivamente, sobre las que la plataforma se sostiene y provoca esfuerzos.



Para calcular los esfuerzos a los que está sometida la plataforma por la carga se utilizan las siguientes formulas:



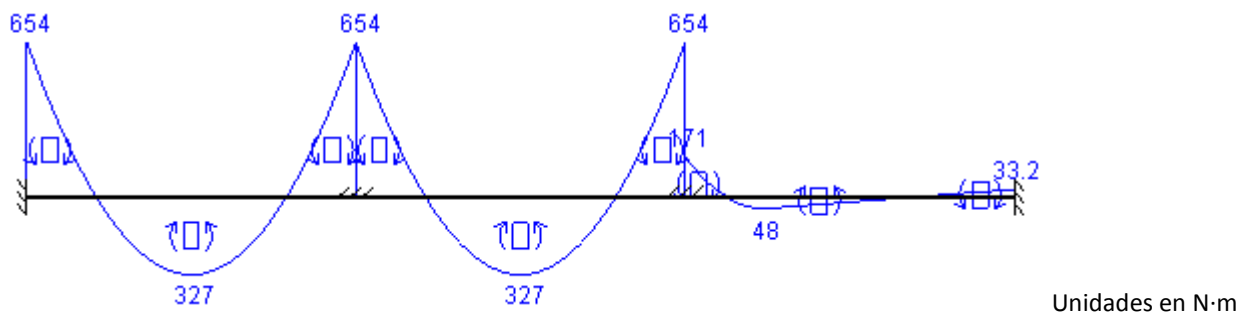
Con el programa MEFI de analisis de estructuras se obtiene:

- Reacciones:

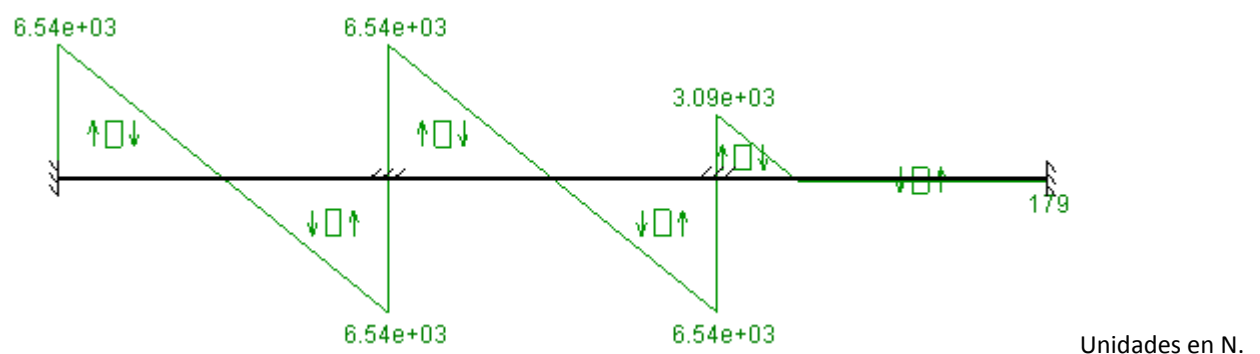
Esfuerzos transmitidos por la plataforma a las vigas superiores(1, 2, 3 y 4)		
Viga	Reacción vertical (N) $R_{Vi}$	Momento flector (N·m)
1	6450	645(horario)
2	13080	0
3	9631,2	482,84(antihorario)
4	178,83	33,21(antihorario)

Estas reacciones representan los esfuerzos que transmite la plataforma a las vigas que tiene justamente debajo, las vigas 1, 2, 3 y 4. Las reacciones verticales  $R_{Vi}$  se transmiten como carga uniformemente distribuida en toda la longitud de las vigas 1, 2, 3 y 4; y los momentos flectores producidos en los puntos de unión con las vigas 1, 2, 3 y 4 producen sobre estas esfuerzos de torsión.

- Momentos Flectores:



- Esfuerzos Cortantes:





Se obtiene el espesor de la plataforma.

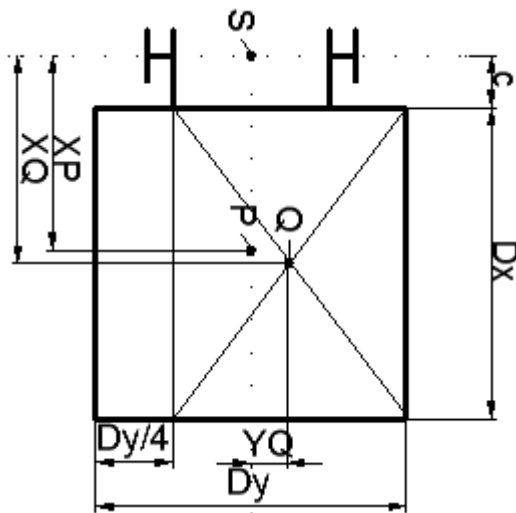
$$\sigma_{max} = \frac{f_y}{\eta};$$

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{I} = \frac{654 \cdot 1000 \left( \frac{N}{mm} \right) \cdot \frac{e}{2} (mm)}{\frac{1}{12} \cdot 1600 (mm) \cdot e^3 (mm^3)}; \left[ \begin{array}{l} c \rightarrow \text{distancia de fibra neutra al borde} \\ I \rightarrow \text{inercia de la seccion} \end{array} \right]$$

Obtenemos e:

$$e = \sqrt{\frac{n}{f_y} \cdot \frac{12 \cdot 6540}{16 \cdot 2}} = 4,72 mm; \text{ Escogemos un } \underline{\text{espesor de placa de } e=5mm (n=2,8)}$$

HIPOTESIS 2



Distribución uniforme de la carga sobre el 75% de la superficie:

$$q = 3000 \text{Kg} / 2,16 \text{m}^2 = 1388,9 \text{Kg/m}^2$$

Suponemos una distribución lineal de la carga para dimensionar la plataforma y obtener los esfuerzos que ésta transmite a las vigas 1, 2, 3.

$$q' = (3000 \text{Kg} \cdot g) / (1,8 \text{m}) = 16350 \text{N/m}$$

El siguiente diagrama representa la distribución lineal de la carga sobre la longitud de la plataforma ( $D_x=1,6\text{m}$ ). Los puntos 1, 2 y 3 representan las vigas 1, 2 y 3 respectivamente, sobre las que la plataforma provoca esfuerzos.



Con el programa MEFI de análisis de estructuras se obtiene:

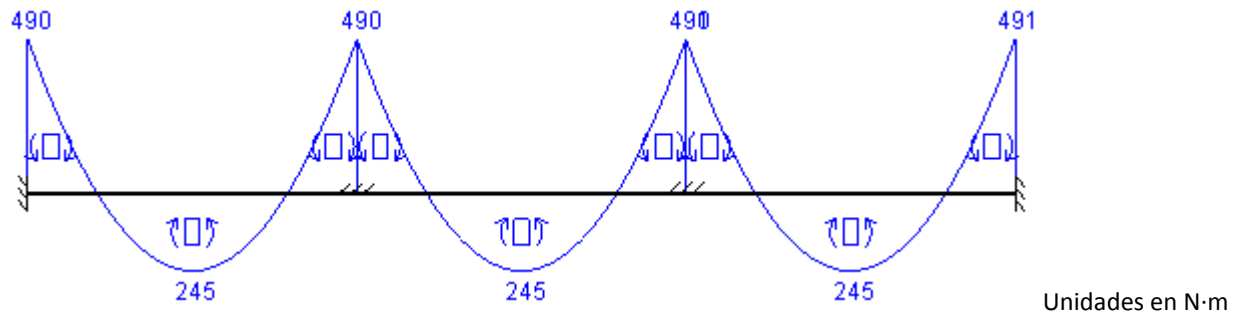
- Reacciones:

Esfuerzos transmitidos por la plataforma a las vigas superiores(1, 2, 3 y 4)		
Viga	Reacción vertical (N) $R_{Vi}$	Momento flector (N·m)
1	4905	490,5(horario)
2	9810	0
3	9810	0
4	4905	490,5(antihorario)

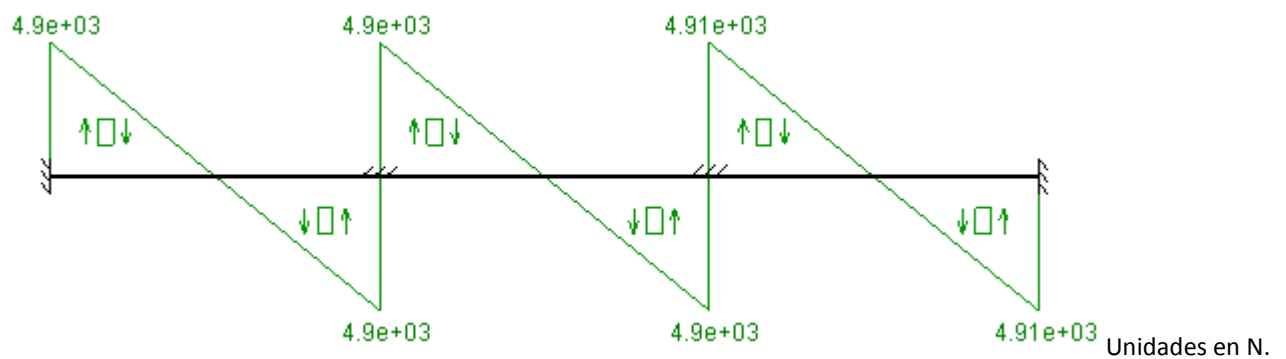
Estas reacciones representan los esfuerzos que transmite la plataforma a las vigas que tiene justamente debajo, las vigas 1, 2, 3 y 4. Las reacciones verticales  $R_{Vi}$  se transmiten como carga uniformemente distribuida en toda la longitud de las vigas 1, 2, 3 y 4; y los momentos flectores producidos en los puntos de unión con las vigas 1, 2, 3 y 4 producen sobre éstas esfuerzos de torsión.



- Momentos Flectores:



- Esfuerzos Cortantes:



Obtenemos espesor de la plataforma.

$$\sigma_{max} = \frac{f_y}{\eta};$$

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{I} = \frac{490,5 \cdot 1000 \left( \frac{N}{mm} \right) \cdot \frac{e}{2} (mm)}{\frac{1}{12} \cdot 1600 (mm) \cdot e^3 (mm^3)}; \left[ \begin{array}{l} c \rightarrow \text{distancia de fibra neutra al borde} \\ I \rightarrow \text{inercia de la seccion} \end{array} \right]$$

Obtenemos e:

$$e = \sqrt{\frac{n}{f_y} \cdot \frac{12 \cdot 4905}{16 \cdot 2}} = 4,1 mm; \text{ Escogemos un } \underline{\text{espesor de placa de } e=5mm (n=3,74)}$$

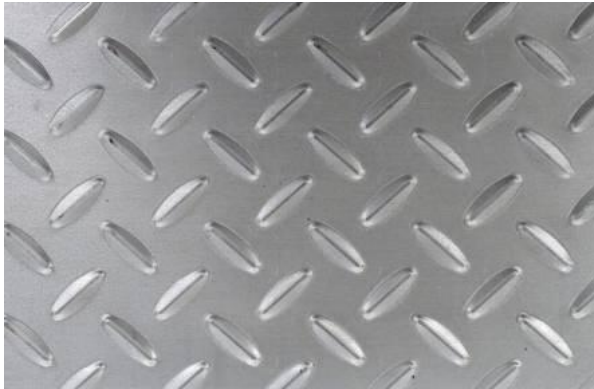


### CONCLUSIONES SOBRE LA PLATAFORMA

La hipótesis 1 da un espesor mayor de la plataforma, el cual es el seleccionado:

$$e=5\text{mm}$$

Se utilizara una plataforma antideslizante del tipo:



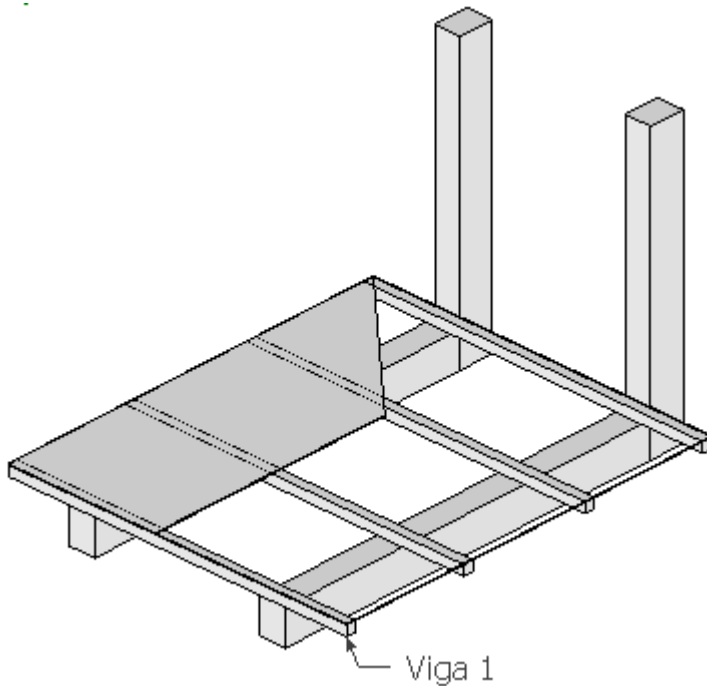
Espesor nominal	Kg/m <sup>2</sup>
3	29
4	36
5	45
6	51
7	61
8	69

$$\text{Peso plataforma: } P=45\text{Kg/m}^2 \cdot 1,6 \cdot 1,8\text{m}^2=129,6\text{Kg}$$

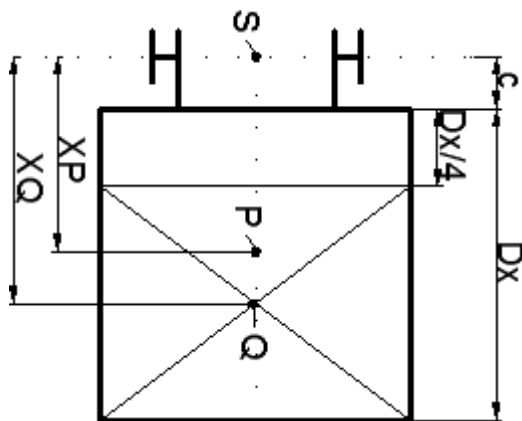


CALCULO DE LAS VIGAS 1, 2, 3 Y 4

VIGA 1



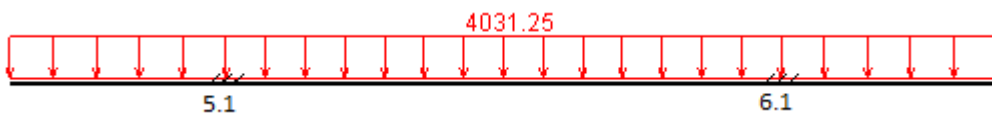
HIPOTESIS 1



Sobre esta viga actúa el esfuerzo  $R_{Y1}$  calculado en la hipótesis 1 de la plataforma ( $R_{Y1}=6450\text{N}$ ) distribuido uniformemente en toda la longitud ( $L=1,8\text{m}$ ), además del momento flector el punto 1, que actúa en forma de torsor en la viga 1.

$$q_1 = 6450 / 1,6 = 4031,25\text{N/m}$$

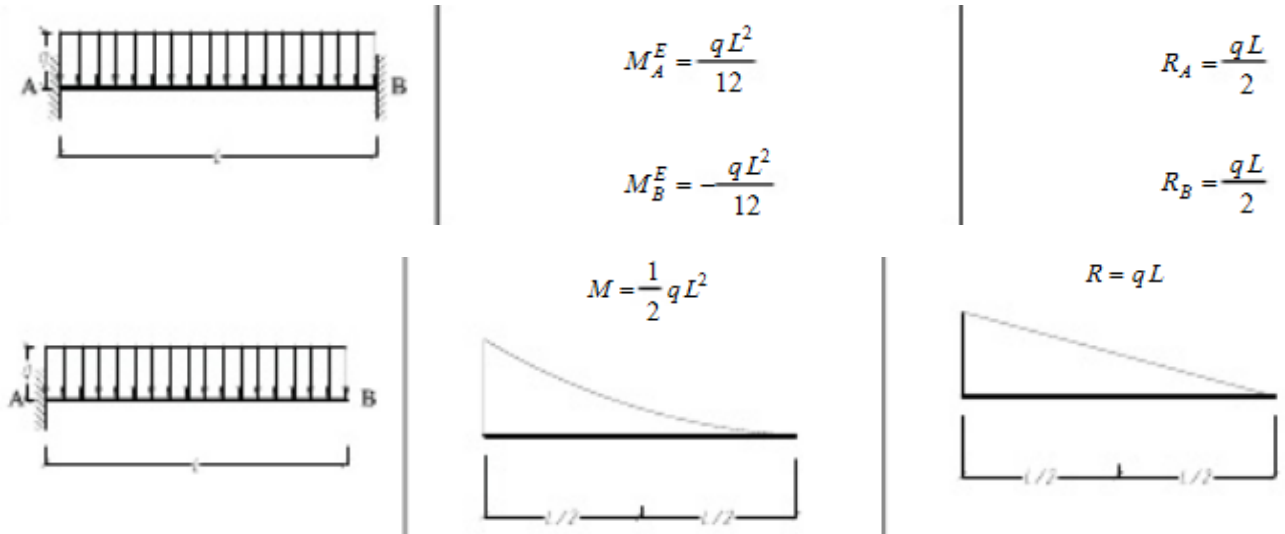
En el siguiente diagrama de distribución de la carga los empotramientos en los puntos 5 y 6 representan la sujeción de la viga 1 sobre las vigas inferiores.







Formulas de calculo de momentos y reacciones:

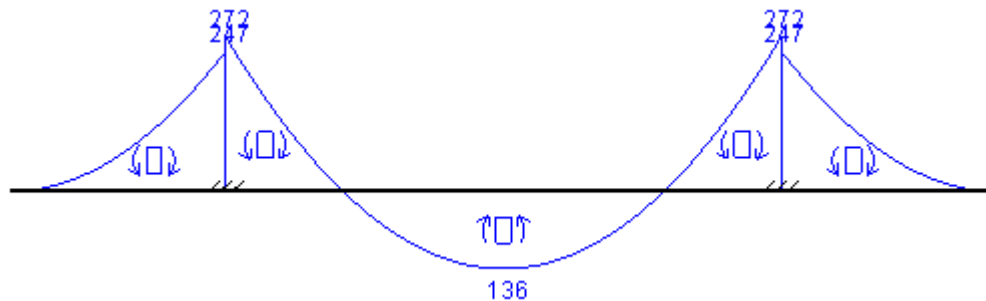


Con el programa MEFI de analisis de estructuras se obtiene:

- Reacciones:

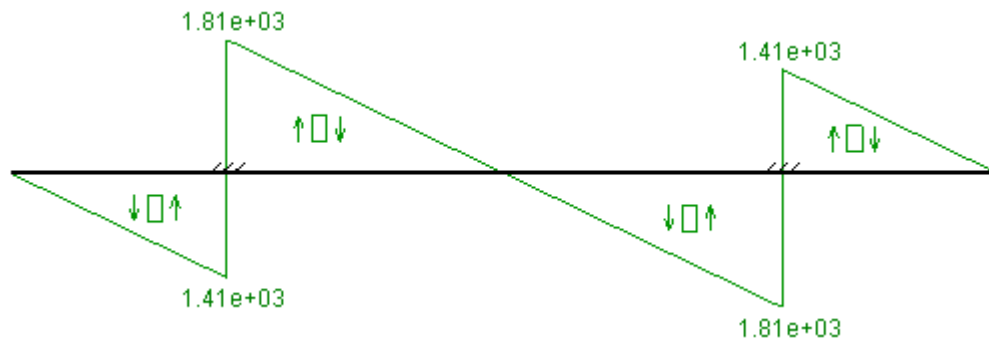
Esfuerzos transmitidos por la plataforma a las vigas inferiores(5 y 6) por la viga 1 HIP1		
Viga	Reacción vertical (N) $R_{vi}$	Momento flector (N·m)
5	3225	25,2(horario)
6	3225	25,2(antihorario)

- Momentos Flectores:



Unidades en N·m

- Esfuerzos cortantes



Unidades en N

- Esfuerzo torsor:

$$T_{VIGA1} = 645 \text{ N}\cdot\text{m}$$



Las secciones más solicitadas se producen en los apoyos de la viga 1 sobre las vigas 5 y 6, situados a 0,35 m de cualquiera de los extremos de la viga. En estos puntos los esfuerzos son:

$$M=272\text{N}\cdot\text{m}; V=1814,1\text{N}; T=645\text{N}\cdot\text{m}$$

**SELECCIÓN DEL PERFIL PARA LA VIGA 1 EN LA HIPÓTESIS 1:**

Se van a utilizar perfiles cuadrados huecos con acero S275JR de limite elástico  $f_y=275\text{Mpa}$

Tensión tangencial por esfuerzo torsor $\tau=(T\cdot r)/J$	Tensión Normal por momento flector $\sigma=(M\cdot c)/I$	Tensión equivalente $\sigma_e=(\sigma^2+3\tau^2)^{1/2}$	Coficiente de seguridad $\eta=2,5$
---	---	--	---------------------------------------

$c \rightarrow$  distancia de fibra neutra al borde  
 $I \rightarrow$  inercia de la seccion  
 $J \rightarrow$  momento polar de inercia

Para admitir como valido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n * \sigma_e$

Hipótesis 1	Viga	Sección crítica	Momento Flector (M) N·m	Esfuerzo Cortante (V) N	Par Torsor (T) N·m	PERFIL 45.3 S 275JR I=134000mm <sup>4</sup> J=239000mm <sup>4</sup> h=45mm			
						$\tau$ (MPa)	$\sigma$ (MPa)	$\sigma_e$ (MPa)	$\eta$
	1	x=0,35	272	1814	645	60,72	45,67	114,66	2,39

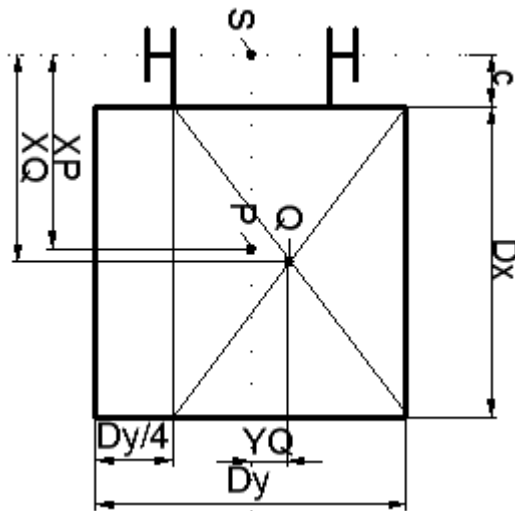
El perfil 45.3 no cumple el coeficiente de seguridad, por lo que **NO PUEDE ADMITIRSE.**

Hipótesis 1	Viga	Sección crítica	Momento Flector (M) N·m	Esfuerzo Cortante (V) N	Par Torsor (T) N·m	PERFIL 45.4 S 275JR I=159000mm <sup>4</sup> J=282000mm <sup>4</sup> h=45mm			
						$\tau$ (MPa)	$\sigma$ (MPa)	$\sigma_e$ (MPa)	$\eta$
	1	x=0,35	272	1814	645	51,46	38,49	97,01	2,83

El perfil 45.5 cumple el coeficiente de seguridad, por lo que **PUEDE ADMITIRSE.**



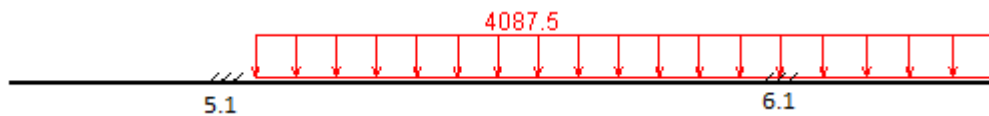
HIPOTESIS 2



Sobre esta viga actúa el esfuerzo  $R_{V1}$  calculado en la hipótesis 2 de la plataforma ( $R_{V1}=4905\text{N}$ ) distribuido sobre el 75% de la longitud de la viga 1 ( $L=0,75*1,6\text{m}=1,2\text{m}$ ), además del momento flector el punto 1, que actúa en forma de torsor en la viga 1.

$$q'_1 = 4905/1,2 = 4087,5 \text{ N/m}$$

En el siguiente diagrama de distribución de la carga los empotramientos en los puntos 5 y 6 representan la sujeción de la viga 1 sobre las vigas inferiores 5 y 6.



Formulas de calculo de momentos y reacciones:

	$M_A^E = \frac{qL^2}{12}$	$R_A = \frac{qL}{2}$
	$M_B^E = -\frac{qL^2}{12}$	$R_B = \frac{qL}{2}$
	$M = \frac{1}{2} qL^2$	$R = qL$
	$M = \frac{1}{2} qL^2$	$R = qL$

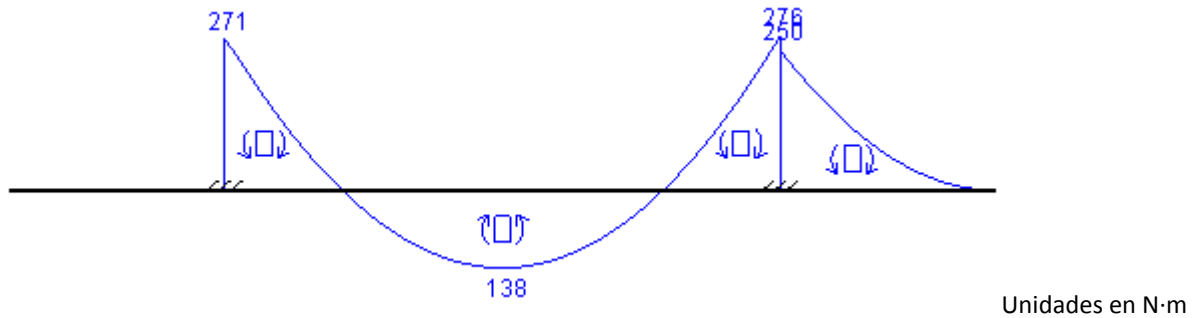


Con el programa MEFI de analisis de estructuras se obtiene:

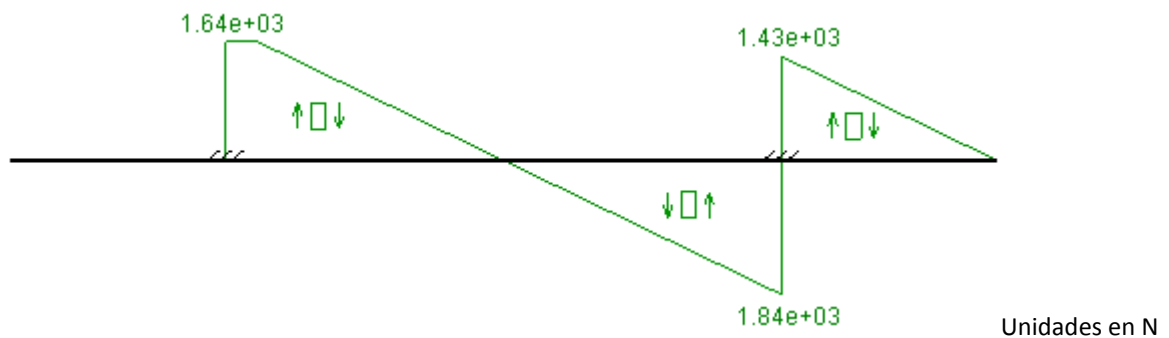
- Reacciones:

Esfuerzos transmitidos por la plataforma a las vigas inferiores(5 y 6) por la viga 1 HIP2		
Viga	Reacción vertical (N) $R_{Vi}$	Momento flector (N·m)
5	1635,6	271,17(horario)
6	3269,4	25,37(antihorario)

- Momentos Flectores:



- Esfuerzos cortantes



- Esfuerzo torsor:

$$T_{VIGA1}=490,5N\cdot m$$

Las secciones más solicitadas se producen en el apoyo de la viga 1 sobre la viga 6, situados a 0,35 m del extremo sobre el que se coloca la carga en esta hipótesis. En este punto los esfuerzos son:

$$M=275,72N\cdot m; V=1838,8N; T=490,5N\cdot m$$

#### SELECCIÓN DEL PERFIL PARA LA VIGA 1 EN LA HIPÓTESIS 2:

Se van a utilizar perfiles cuadrados huecos con acero S275JR de limite elástico  $f_y=275Mpa$

Tensión tangencial por esfuerzo torsor $\tau=(T\cdot r)/J$	Tensión Normal por momento flector $\sigma=(M\cdot c)/I$	Tensión equivalente $\sigma_e=(\sigma^2+3\tau^2)^{1/2}$	Coefficiente de seguridad $\eta=2,5$
---	---	--	---

$$\left[ \begin{array}{l} c \rightarrow \text{distancia de fibra neutra al borde} \\ I \rightarrow \text{inercia de la seccion} \\ J \rightarrow \text{momento polar de inercia} \end{array} \right]$$

Para admitir como valido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n * \sigma_e$

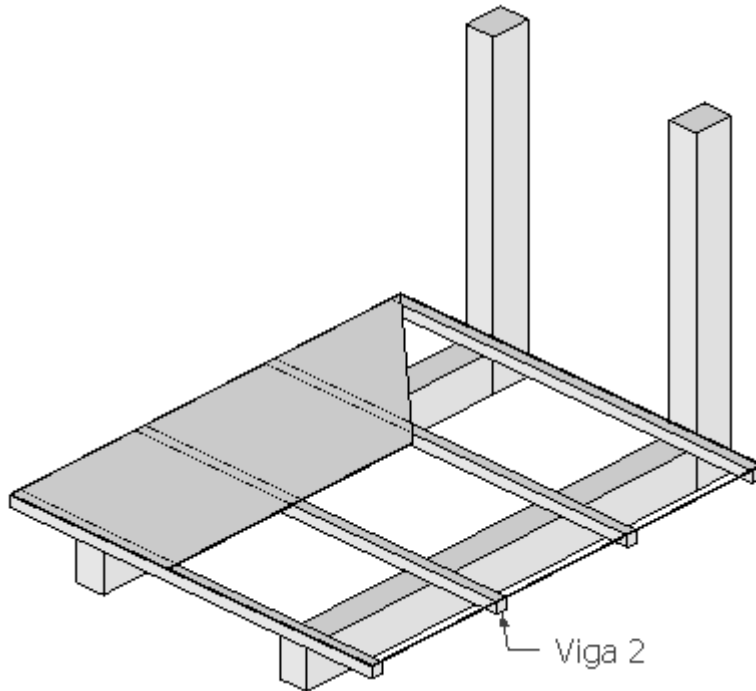


Hipótesis 1	Viga	Sección critica	Momento Flector (M) N·m	Esfuerzo Cortante (V) N	Par Torsor (T) N·m	<b>PERFIL 45.4 S 275JR</b> I=159000mm <sup>4</sup> J=282000mm <sup>4</sup> h=45mm			
						τ (MPa)	σ (MPa)	σ <sub>e</sub> (MPa)	η
	1	x=1,25	275,72	1838,8	490,5	39,14	39,02	78,21	3,52

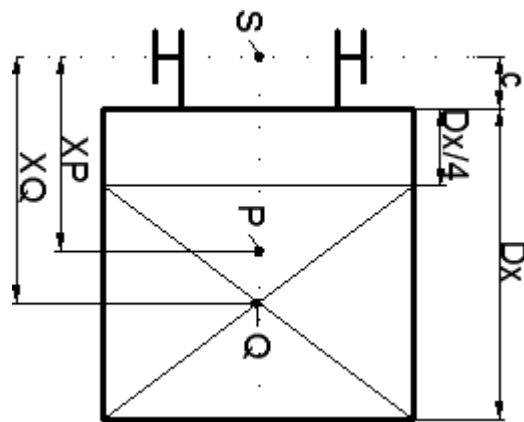
El perfil **45.4** cumple el coeficiente de seguridad, por lo que **PUEDA ADMITIRSE**.



VIGA 2



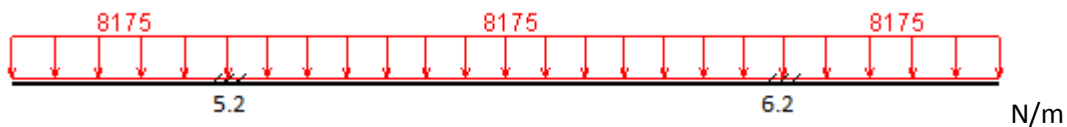
HIPOTESIS 1



Sobre esta viga actúa el esfuerzo  $R_{y2}$  calculado en la hipótesis 1 de la plataforma ( $R_{y2}=13080\text{N}$ ) distribuido uniformemente en toda la longitud ( $L=1,6\text{m}$ ), además del momento flector del punto 2, que actúa en forma de torsor sobre la viga 2.

$$q_2 = 13080 / 1,6 = 8175 \text{ N/m}$$

En el siguiente diagrama de distribución de la carga los empotramientos en los puntos 5 y 6 representan la sujeción de la viga 2 sobre las vigas inferiores.



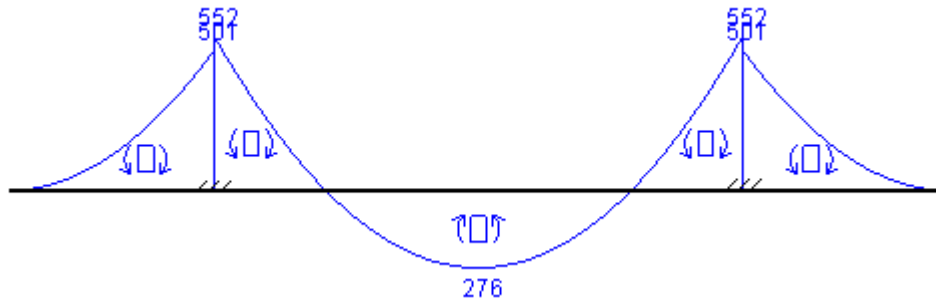
Con el programa MEFI de analisis de estructuras se obtiene:

- Reacciones:

Esfuerzos transmitidos por la plataforma a las vigas inferiores(5 y 6) por la viga 2 HIP1		
Viga	Reacción vertical (N) $R_{yi}$	Momento flector (N·m)
5	6540	51,1(horario)
6	6540	51,1(antihorario)

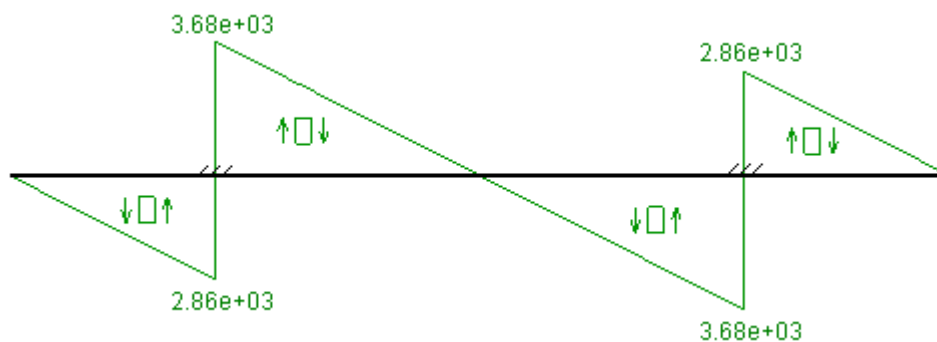


- Momentos Flectores:



Unidades en N·m

- Esfuerzos cortantes



Unidades en N

- Esfuerzo torsor:

$$T_{VIGA2} = 0N \cdot m$$

Las secciones más solicitadas se producen en los apoyos de la viga 2 sobre las vigas 5 y 6, situados a 0,35 m de cualquiera de los extremos de la viga. En estos puntos los esfuerzos son:

$$M = 272N \cdot m; V = 1814,1N; T = 0N \cdot m$$

#### SELECCIÓN DEL PERFIL PARA LA VIGA 2 EN LA HIPÓTESIS 1:

Se van a utilizar perfiles cuadrados huecos con acero S275JR de límite elástico  $f_y = 275\text{Mpa}$

Tensión tangencial por esfuerzo torsor $\tau = (T \cdot r) / J$	Tensión Normal por momento flector $\sigma = (M \cdot c) / I$	Tensión equivalente $\sigma_e = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{1/2}$	Coefficiente de seguridad $\eta = 2,5$
--	--	--	---

$c \rightarrow$  distancia de fibra neutra al borde  
 $I \rightarrow$  inercia de la sección  
 $J \rightarrow$  momento polar de inercia

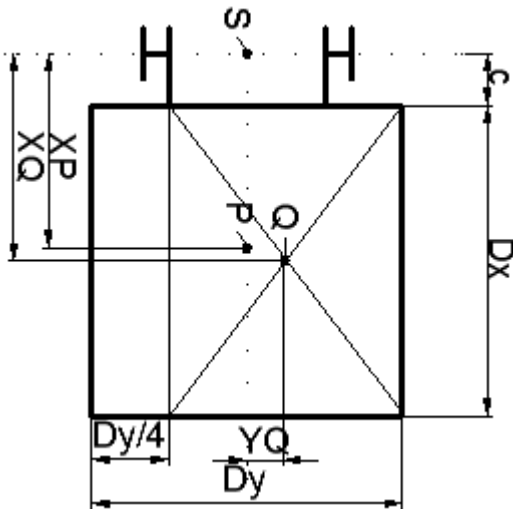
Para admitir como válido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n \cdot \sigma_e$



Hipótesis 1	Viga	Sección critica	Momento Flector (M) N·m	Esfuerzo Cortante (V) N	Par Torsor (T) N·m	PERFIL 45.4 S 275JR I=159000mm <sup>4</sup> J=282000mm <sup>4</sup> h=45mm			
						τ(MPa)	σ(MPa)	σ <sub>e</sub> (MPa)	η
	1	x=0,35	272	1814,1	0	0	38,5	38,5	7,14

El perfil 45.4 cumple el coeficiente de seguridad, por lo que **PUEDA ADMITIRSE**.

HIPOTESIS 2



Sobre esta viga actúa el esfuerzo  $R_{V2}$  calculado en la hipótesis 2 de la plataforma ( $R_{V2}=9810N$ ) distribuido sobre el 75% de la longitud de la viga 1 ( $L=0,75*1,6m=1,2m$ ), además del momento flector el punto 2, que actúa en forma de torsor en la viga 2.

$$q'_2 = 9810 / 1,2 = 8175 \text{ N/m}$$

En el siguiente diagrama de distribución de la carga los empotramientos en los puntos 5 y 6 representan la sujeción de la viga 2 sobre las vigas inferiores.

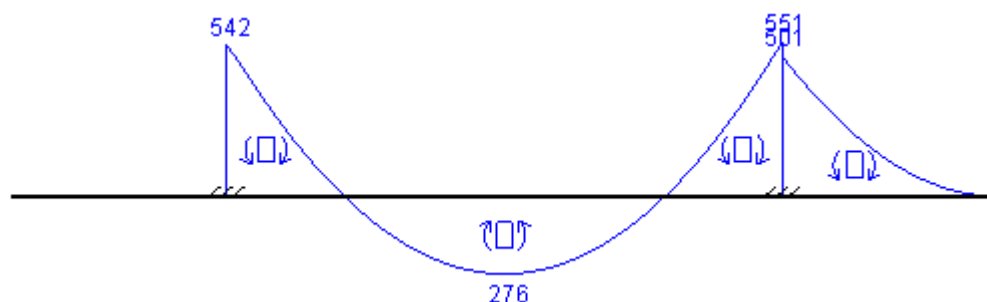


Con el programa MEFI de analisis de estructuras se obtiene:

- Reacciones:

Esfuerzos transmitidos por la plataforma a las vigas inferiores(5 y 6) por la viga 2 HIP2		
Viga	Reacción vertical (N) $R_{Vi}$	Momento flector (N·m)
5	3271,2	543,33(horario)
6	6538,8	50,7(antihorario)

- Momentos Flectores:

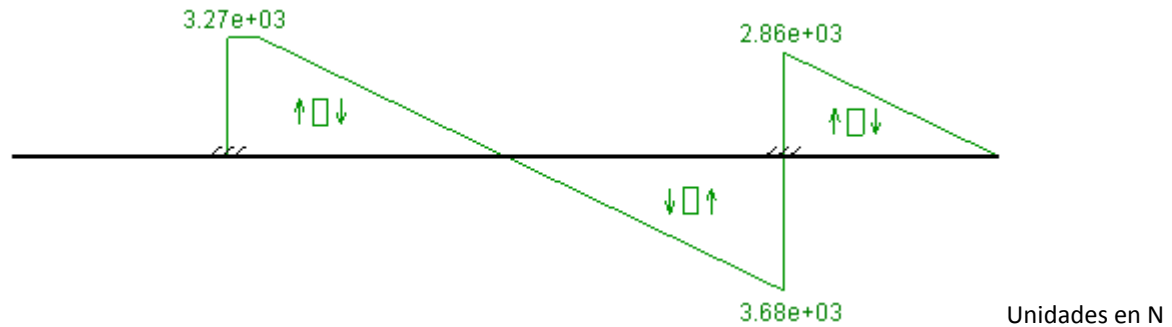


Unidades en N·m





- Esfuerzos cortantes



- Esfuerzo torsor:

$$T_{VIGA2} = 0 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Las secciones más solicitadas se producen en el apoyo de la viga 2 sobre la viga 6, situados a 0,35 m del extremo sobre el que se coloca la carga en esta hipótesis. En este punto los esfuerzos son:

$$M = 551,45 \text{ N}\cdot\text{m}; V = 3677,5 \text{ N}; T = 0 \text{ N}\cdot\text{m}$$

#### SELECCIÓN DEL PERFIL PARA LA VIGA 2 EN LA HIPÓTESIS 2:

Se van a utilizar perfiles cuadrados huecos con acero S275JR de límite elástico  $f_y = 275 \text{ MPa}$

Tensión tangencial por esfuerzo torsor $\tau = (T \cdot r) / J$	Tensión Normal por momento flector $\sigma = (M \cdot c) / I$	Tensión equivalente $\sigma_e = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{1/2}$	Coefficiente de seguridad $\eta = 2,5$
--	--	--	---

$c \rightarrow$  distancia de fibra neutra al borde  
 $I \rightarrow$  inercia de la sección  
 $J \rightarrow$  momento polar de inercia ( $2 \cdot I$ )

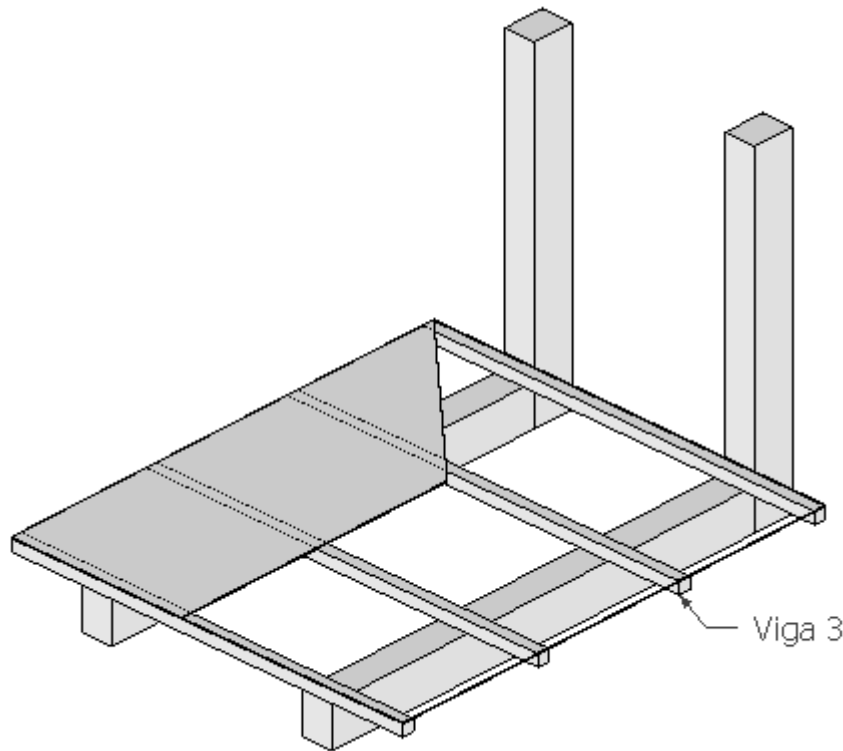
Para admitir como válido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n \cdot \sigma_e$

Hipótesis 2	Viga 2	Sección crítica x=1,25	Momento Flector (M) N·m 551,45	Esfuerzo Cortante (V) N 3677,5	Par Torsor (T) N·m 0	PERFIL 45.4 S 275JR I=159000mm <sup>4</sup> J=282000mm <sup>4</sup> h=45mm			
						$\tau$ (MPa) 0	$\sigma$ (MPa) 78	$\sigma_e$ (MPa) 78	$\eta$ 3,52

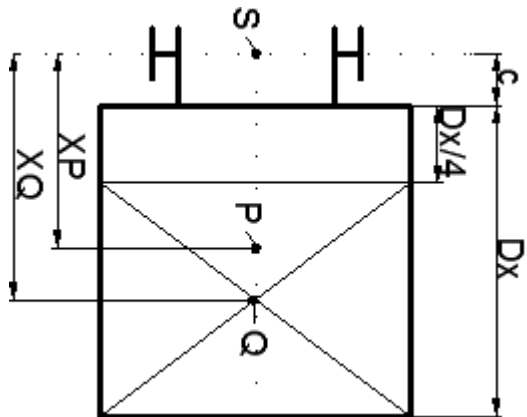
El perfil 45.4 cumple el coeficiente de seguridad, por lo que **PUEDA ADMITIRSE**.



VIGA 3



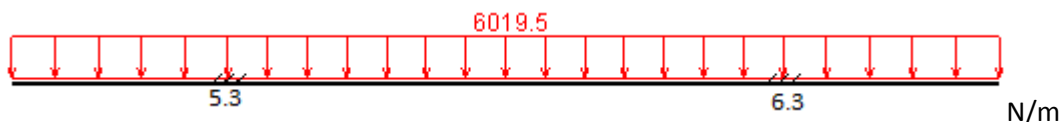
HIPOTESIS 1



Sobre esta viga actúa el esfuerzo  $R_{Y3}$  calculado en la hipótesis 1 de la plataforma ( $R_{Y3}=9631,2N$ ) distribuido uniformemente en toda la longitud ( $L=1,6m$ ), además del momento flector del punto 3, que actúa en forma de torsor sobre la viga 3.

$$q_3=9631,2/1,6=6019,5 \text{ N/m}$$

En el siguiente diagrama de distribución de la carga los empotramientos en los puntos 5 y 6 representan la sujeción de la viga 3 sobre las vigas inferiores.



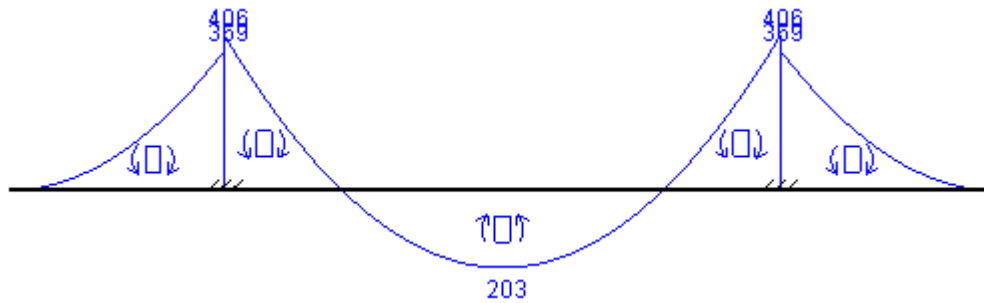
Con el programa MEFI de analisis de estructuras se obtiene:

- Reacciones:

Esfuerzos transmitidos por la plataforma a las vigas inferiores(5 y 6) por la viga 3 HIP1		
Viga	Reacción vertical (N) $R_{Yi}$	Momento flector (N·m)
5	4815,6	37,62(horario)
6	4815,6	37,6(antihorario)

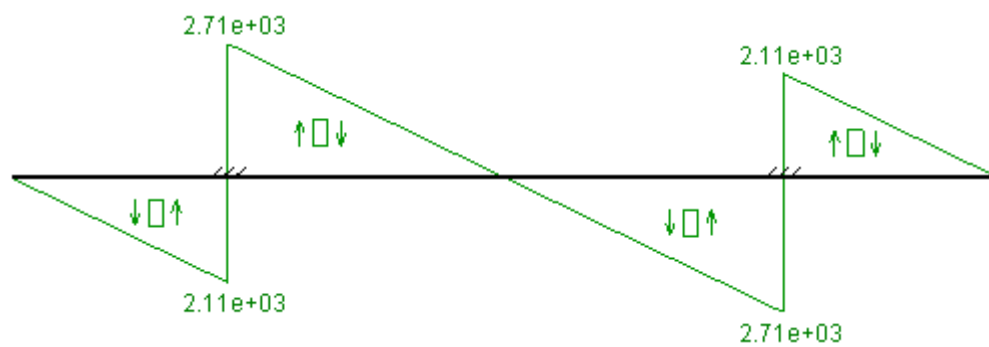


- Momentos Flectores:



Unidades en N·m

- Esfuerzos cortantes



Unidades en N

- Esfuerzo torsor:

$$T_{VIGA2} = 482,84 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Las secciones más solicitadas se producen en los apoyos de la viga 3 sobre las vigas 5 y 6, situados a 0,35 m de cualquiera de los extremos de la viga. En estos puntos los esfuerzos son:

$$M = 406,32 \text{ N}\cdot\text{m}; V = 2708,8 \text{ N}; T = 482,84 \text{ N}\cdot\text{m}$$

### SELECCIÓN DEL PERFIL PARA LA VIGA 3 EN LA HIPÓTESIS 1:

Se van a utilizar perfiles cuadrados huecos con acero S275JR de limite elástico  $f_y = 275 \text{ MPa}$

Tensión tangencial por esfuerzo torsor $\tau = (T \cdot r) / J$	Tensión Normal por momento flector $\sigma = (M \cdot c) / I$	Tensión equivalente $\sigma_e = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{1/2}$	Coefficiente de seguridad $\eta = 2,5$
--	--	--	---

$c \rightarrow$  distancia de fibra neutra al borde  
 $I \rightarrow$  inercia de la seccion  
 $J \rightarrow$  momento polar de inercia ( $2 * I$ )

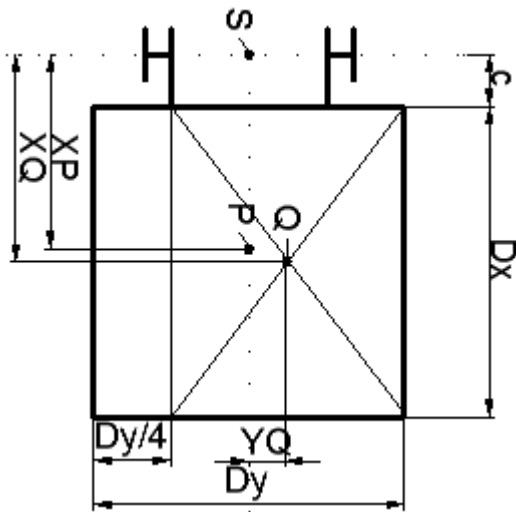
Para admitir como valido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n * \sigma_e$

Hipótesis 1	Viga	Sección crítica	Momento Flector (M) N·m	Esfuerzo Cortante (V) N	Par Torsor (T) N·m	PERFIL 45.4 S 275JR I=159000mm <sup>4</sup> J=282000mm <sup>4</sup> h=45mm			
						$\tau$ (MPa)	$\sigma$ (MPa)	$\sigma_e$ (MPa)	$\eta$
	3	x=1,25	406,32	2708,8	482,84	38,52	57,5	88,1	3,12

El perfil 45.4 cumple el coeficiente de seguridad, por lo que **PUEDA ADMITIRSE**.



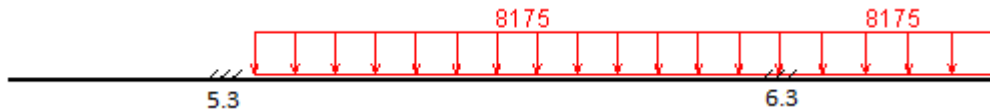
HIPOTESIS 2



Sobre esta viga actúa el esfuerzo  $R_{Y3}$  calculado en la hipótesis 2 de la plataforma ( $R_{Y3}=9810\text{N}$ ) distribuido sobre el 75% de la longitud de la viga 3 ( $L=0,75*1,6\text{m}=1,2\text{m}$ ), además del momento flector el punto 3, que actúa en forma de torsor en la viga 3.

$$q'_3=9810/1,2=8175 \text{ N/m}$$

En el siguiente diagrama de distribución de la carga los empotramientos en los puntos 5 y 6 representan la sujeción de la viga 1 sobre las vigas inferiores.

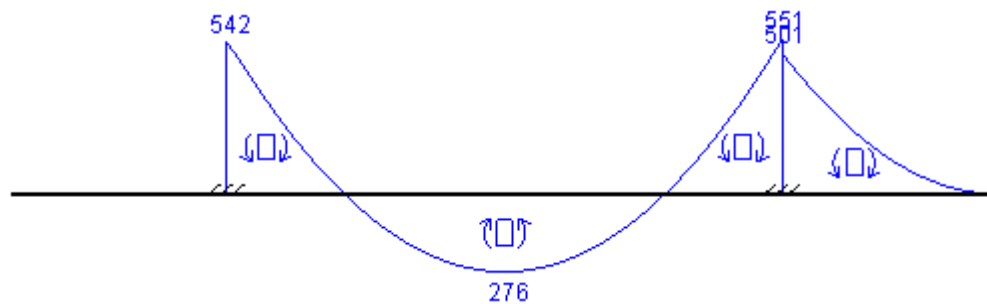


Con el programa MEFI de análisis de estructuras se obtiene:

- Reacciones:

Esfuerzos transmitidos por la plataforma a las vigas inferiores(5 y 6) por la viga 3 HIP2		
Viga	Reacción vertical (N) $R_{Yi}$	Momento flector (N·m)
5	3271,2	543,33(horario)
6	6538,8	50,7(antihorario)

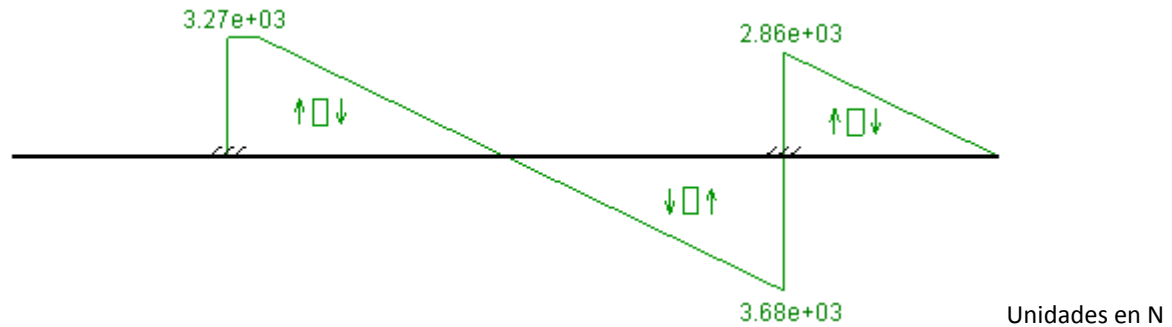
- Momentos Flectores:



Unidades en N·m



- Esfuerzos cortantes



- Esfuerzo torsor:

$$T_{VIGA3} = 0 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Las secciones más solicitadas se producen en el apoyo de la viga 3 sobre la viga 6, situados a 0,35 m del extremo sobre el que se coloca la carga en esta hipótesis. En este punto los esfuerzos son:

$$M = 551,45 \text{ N}\cdot\text{m}; V = 3677,5 \text{ N}; T = 0 \text{ N}\cdot\text{m}$$

#### SELECCIÓN DEL PERFIL PARA LA VIGA 3 EN LA HIPÓTESIS 2:

Se van a utilizar perfiles cuadrados huecos con acero S275JR de límite elástico  $f_y = 275 \text{ MPa}$

Tensión tangencial por esfuerzo torsor $\tau = (T \cdot r) / J$	Tensión Normal por momento flector $\sigma = (M \cdot c) / I$	Tensión equivalente $\sigma_e = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{1/2}$	Coficiente de seguridad $\eta = 2,5$
$[ c \rightarrow \text{distancia de fibra neutra al borde}$ $I \rightarrow \text{inercia de la sección}$ $J \rightarrow \text{momento polar de inercia}$			

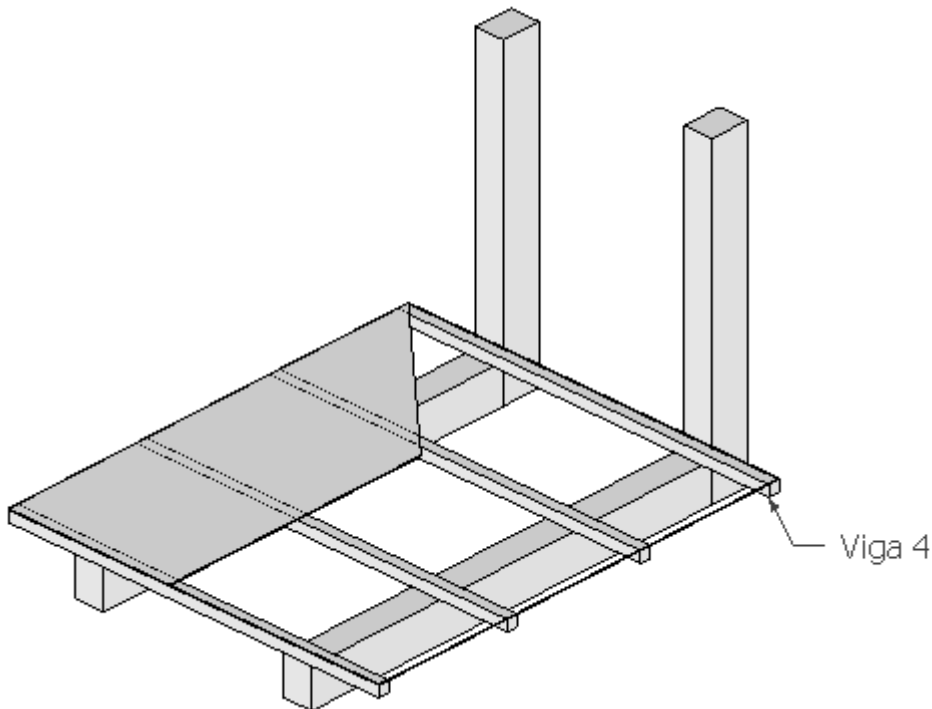
Para admitir como válido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n \cdot \sigma_e$

Hipótesis	Viga	Sección crítica	Momento Flector (M) N·m	Esfuerzo Cortante (V) N	Par Torsor (T) N·m	PERFIL 45.4 S 275JR I=159000mm <sup>4</sup> J=282000mm <sup>4</sup> h=45mm			
						$\tau$ (MPa)	$\sigma$ (MPa)	$\sigma_e$ (MPa)	$\eta$
2	2	x=1,25	551,45	3677,5	0	0	78,04	78,04	3,52

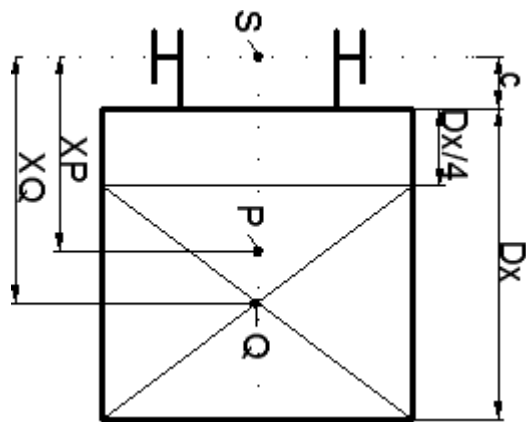
El perfil 45.4 cumple el coeficiente de seguridad, por lo que **PUEDA ADMITIRSE**.



VIGA 4



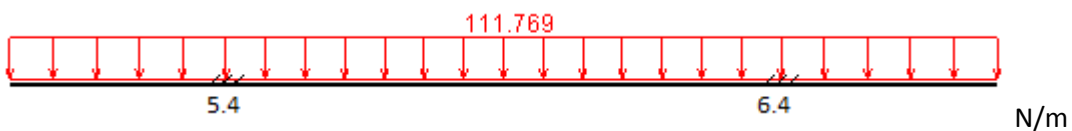
HIPOTESIS 1



Sobre esta viga actúa el esfuerzo  $R_{y4}$  calculado en la hipótesis 1 de la plataforma ( $R_{y4}=178,83\text{N}$ ) distribuido uniformemente en toda la longitud ( $L=1,6\text{m}$ ), además del momento flector del punto 4, que actúa en forma de torsor sobre la viga 4.

$$q_4 = 178,83 / 1,6 = 111,77 \text{N/m}$$

En el siguiente diagrama de distribución de la carga los empotramientos en los puntos 5 y 6 representan la sujeción de la viga 4 sobre las vigas inferiores.



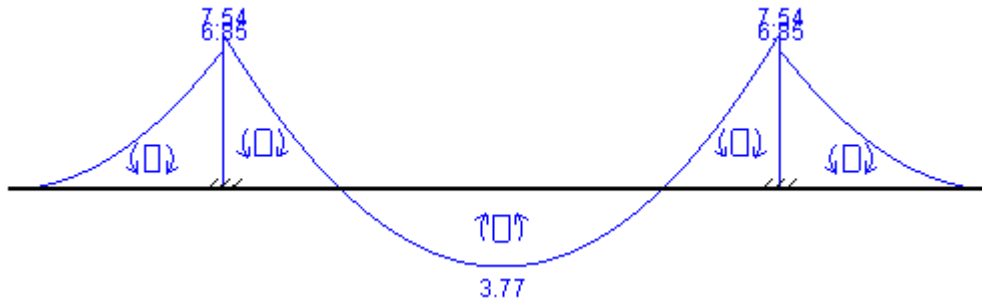
Con el programa MEFI de análisis de estructuras se obtiene:

- Reacciones:

Esfuerzos transmitidos por la plataforma a las vigas inferiores(5 y 6) por la viga 4 HIP1		
Viga	Reacción vertical (N) $R_{yi}$	Momento flector (N·m)
5	89,415	0,7(horario)
6	89,415	0,7(antihorario)

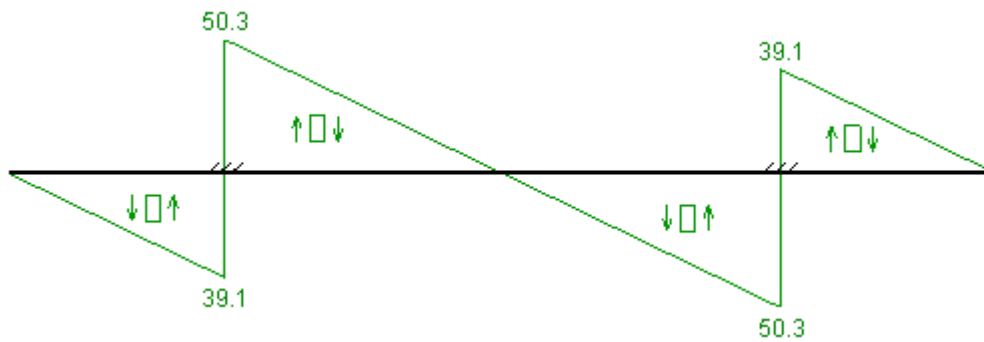


- Momentos Flectores:



Unidades en N·m

- Esfuerzos cortantes



Unidades en N

- Esfuerzo torsor:

$$T_{VIGA4} = 33,21 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Las secciones más solicitadas se producen en los apoyos de la viga 4 sobre las vigas 5 y 6, situados a 0,35 m de cualquiera de los extremos de la viga. En estos puntos los esfuerzos son:

$$M = 7,54 \text{ N}\cdot\text{m}; V = 50,3 \text{ N}; T = 33,21 \text{ N}\cdot\text{m}$$

### SELECCIÓN DEL PERFIL PARA LA VIGA 4 EN LA HIPÓTESIS 1:

Se van a utilizar perfiles cuadrados huecos con acero S275JR de límite elástico  $f_y = 275 \text{ MPa}$

Tensión tangencial por esfuerzo torsor $\tau = (T \cdot r) / J$	Tensión Normal por momento flector $\sigma = (M \cdot c) / I$	Tensión equivalente $\sigma_e = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{1/2}$	Coefficiente de seguridad $\eta = 2,5$
--	--	--	---

$c \rightarrow$  distancia de fibra neutra al borde  
 $I \rightarrow$  inercia de la sección  
 $J \rightarrow$  momento polar de inercia ( $2 \cdot I$ )

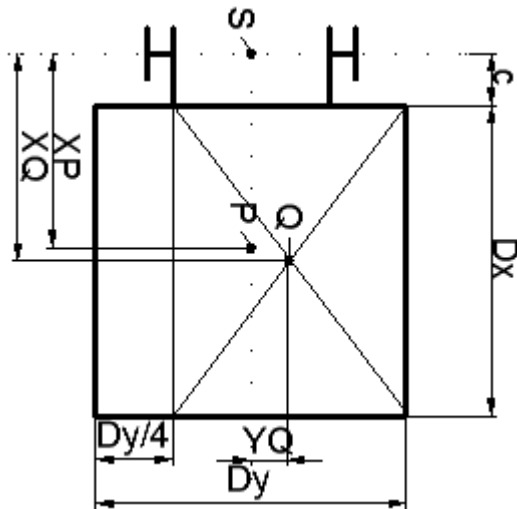
Para admitir como válido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n \cdot \sigma_e$

Hipótesis 2	Viga	Sección crítica	Momento Flector (M) N·m	Esfuerzo Cortante (V) N	Par Torsor (T) N·m	PERFIL 45.4 S 275JR I=159000mm <sup>4</sup> J=282000mm <sup>4</sup> h=45mm			
						$\tau$ (MPa)	$\sigma$ (MPa)	$\sigma_e$ (MPa)	$\eta$
	2	x=0,35	7,54	50,3	33,21	2,65	1,07	4,7	58

El perfil 45.4 cumple el coeficiente de seguridad, por lo que **PUEDA ADMITIRSE**



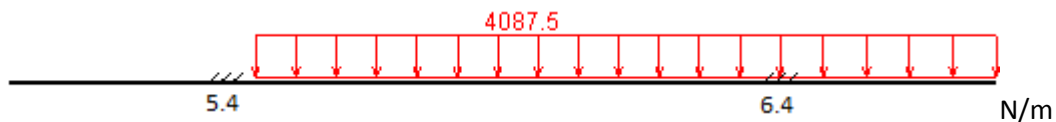
HIPOTESIS 2



Sobre esta viga actúa el esfuerzo  $R_{V4}$  calculado en la hipótesis 2 de la plataforma ( $R_{V4}=4905\text{N}$ ) distribuido sobre el 75% de la longitud de la viga 1 ( $L=0,75*1,6\text{m}=1,2\text{m}$ ), además del momento flector el punto 4, que actúa en forma de torsor en la viga 4.

$$q'_1=4905/1,2=4087,5 \text{ N/m}$$

En el siguiente diagrama de distribución de la carga los empotramientos en los puntos 5 y 6 representan la sujeción de la viga 4 sobre las vigas inferiores.

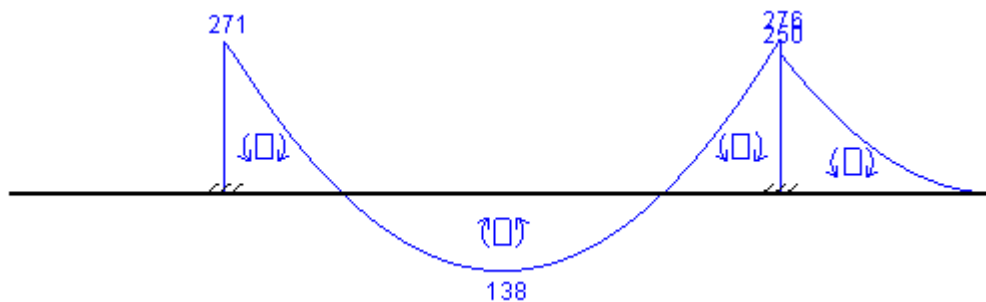


Con el programa MEFI de analisis de estructuras se obtiene:

- Reacciones:

Esfuerzos transmitidos por la plataforma a las vigas inferiores(5 y 6) por la viga 4 HIP2		
Viga	Reacción vertical (N) $R_{Vi}$	Momento flector (N·m)
5	1635,6	271,17(horario)
6	3269,4	25,37(antihorario)

- Momentos Flectores:

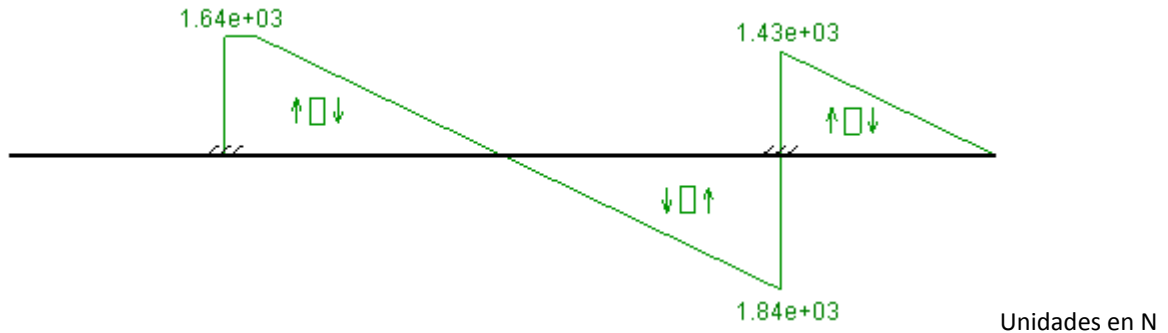


Unidades en N·m





- Esfuerzos cortantes



- Esfuerzo torsor:  
 $T_{VIGA4}=490,5N\cdot m$

Las secciones más solicitadas se producen en el apoyo de la viga 4 sobre la viga 6, situados a 0,35 m del extremo sobre el que se coloca la carga en esta hipótesis. En este punto los esfuerzos son:

$$M=275,72N\cdot m; V=1838,8N; T=490,5N\cdot m$$

#### SELECCIÓN DEL PERFIL PARA LA VIGA 1 EN LA HIPÓTESIS 2:

Se van a utilizar perfiles cuadrados huecos con acero S275JR de limite elástico  $f_y=275Mpa$

Tensión tangencial por esfuerzo torsor $\tau=(T\cdot r)/J$	Tensión Normal por momento flector $\sigma=(M\cdot c)/I$	Tensión equivalente $\sigma_e=(\sigma^2+3\tau^2)^{1/2}$	Coefficiente de seguridad $\eta=2,5$
$[c \rightarrow \text{distancia de fibra neutra al borde}]$ $[I \rightarrow \text{inercia de la seccion}]$ $[J \rightarrow \text{momento polar de inercia}]$			

Para admitir como valido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n * \sigma_e$

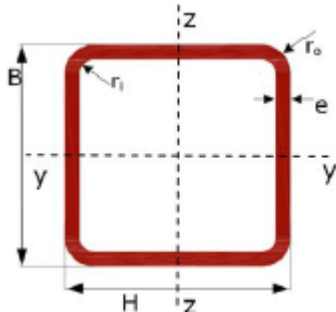
Hipótesis 2	Viga 4	Sección crítica x=1,25	Momento Flector (M) N·m 275,72	Esfuerzo Cortante (V) N 1838,8	Par Torsor (T) N·m 490,5	PERFIL 45.4 S 275JR I=159000mm <sup>4</sup> J=282000mm <sup>4</sup> h=45mm			
						$\tau$ (MPa) 39,14	$\sigma$ (MPa) 39,02	$\sigma_e$ (MPa) 78,22	$\eta$ 3,52

El perfil 45.4 cumple el coeficiente de seguridad, por lo que **PUEDA ADMITIRSE**.



### CONCLUSIONES SOBRE LAS VIGAS 1, 2, 3 Y 4

En las vigas 1, 2, 3 y 4 se colocan **perfiles cuadrados huecos 45.4**, separados 0,6m, sobre los cuales se coloca la plataforma que sostiene la carga.



$$B=45\text{mm}$$

$$H=45\text{mm}$$

$$e=4\text{mm}$$

Las vigas 1, 2, 3 y 4 se colocan sobre las vigas 5 y 6, a las que transmiten fuerzas puntuales, momentos flectores y esfuerzos torsores:

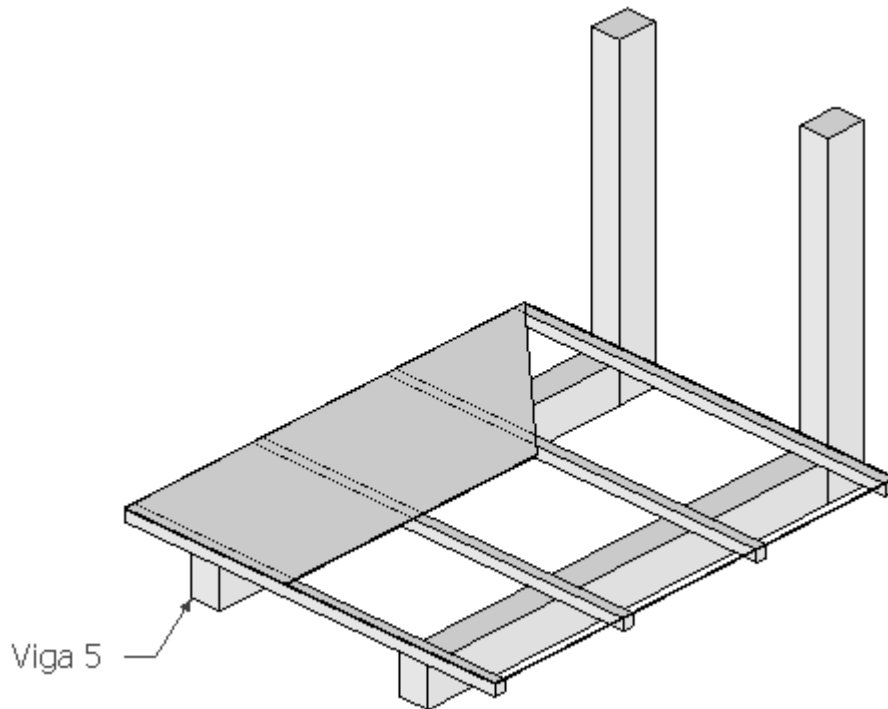
- Las fuerzas puntuales son las calculadas como reacciones al calcular las vigas 1, 2, 3 y 4.
- Los momentos flectores son producidos por los esfuerzos de torsión a los que se ven sometidas las vigas 1, 2, 3 y 4.

Los esfuerzos torsores son producidos por el momento flector al que están sometidas las vigas 1, 2, 3 y 4 en los puntos de apoyo sobre las vigas 5 y 6.

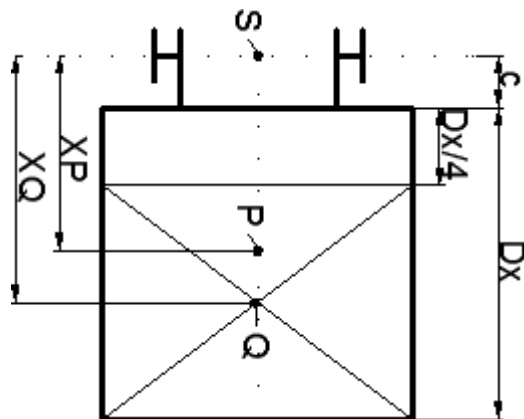


## CALCULO DE LAS VIGAS 5 Y 6

### VIGA 5



### HIPOTESIS 1



Sobre esta viga actúan los esfuerzos transmitidos por las vigas 1, 2, 3 y 4 localizados puntualmente sobre la viga. Las reacciones 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 de las vigas 1,2 y 3 respectivamente actúan como cargas verticales, los esfuerzos de torsión a los que están sometidas las vigas 1, 2, 3 y 4 se transmiten como momentos flectores puntuales y los momentos flectores de dichas vigas se transmiten a la viga 5 como esfuerzos de torsión.

En el siguiente diagrama de distribución de la carga, el empotramiento representa la sujeción de la viga 5 sobre la viga 7.

1	2	3	4
F=-3225N	F=6450N	F=4815N	F=89,415N
M=-645N·m	M=0N·m	M=482,84N·m	M=33,21N·m
T=-25,2N·m	T=51,1N·m	T=37,62N·m	T=0,7N·m

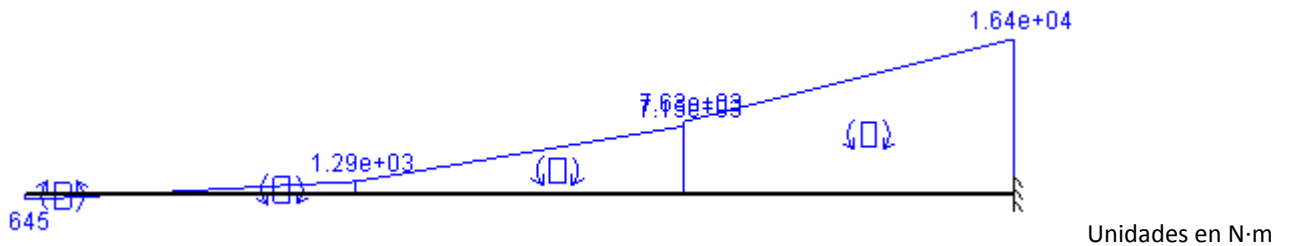


Con el programa MEF1 de analisis de estructuras se obtiene:

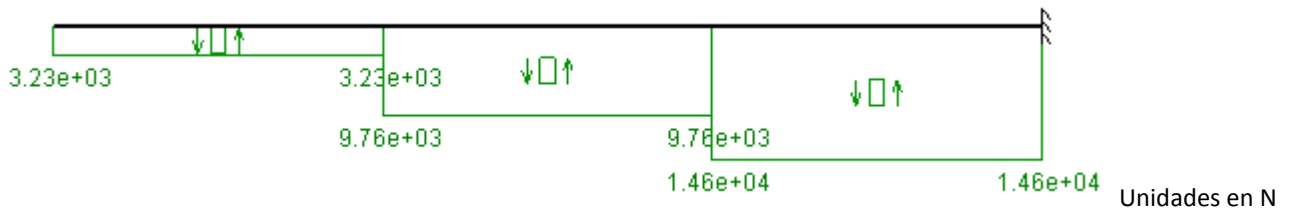
- Reacciones:

Esfuerzos transmitidos por la viga 5 en el empotramiento en la viga 7		
Reacción vertical (N) $R_{Vi}$	Momento flector (N·m)	Esfuerzo Torsor (N·m)
14669	16413(horario)	114,62

- Momentos Flectores:



- Esfuerzos cortantes



### SELECCIÓN DEL PERFIL PARA LA VIGA 5 EN LA HIPÓTESIS 1:

Se van a utilizar perfiles cuadrados huecos con acero S275JR de limite elástico  $f_y=275\text{Mpa}$

Tensión tangencial por esfuerzo torsor $\tau=(T \cdot r) / J$	Tensión Normal por momento flector $\sigma=(M \cdot c) / I$	Tensión equivalente $\sigma_e=(\sigma^2+3\tau^2)^{1/2}$	Coficiente de seguridad $\eta=2,5$
--	--	--	---------------------------------------

$c \rightarrow$  distancia de fibra neutra al borde  
 $I \rightarrow$  inercia de la seccion  
 $J \rightarrow$  momento polar de inercia

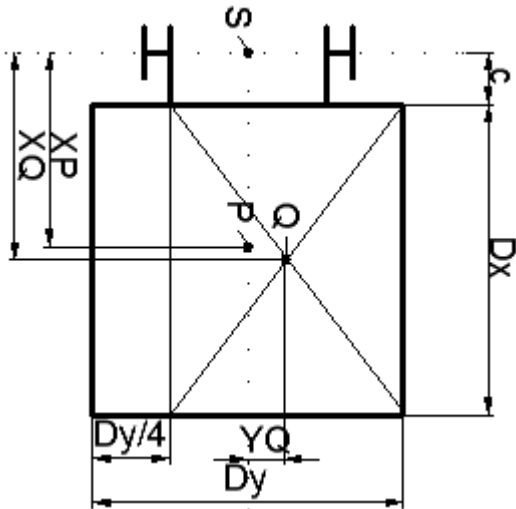
Para admitir como valido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n * \sigma_e$

Hipótesis 1	Viga	Sección crítica	Momento Flector (M) N·m	Esfuerzo Cortante (V) N	Par Torsor (T) N·m	PERFIL 160.120.8 S 275JR $I_y=13700000\text{mm}^4; J=18100000\text{mm}^4$ $h=160\text{mm}$			
						$\tau$ (MPa)	$\sigma$ (MPa)	$\sigma_e$ (MPa)	$\eta$
	5	empotramiento	16413	14669	114,62	0,51	95,84	95,85	2,87

El perfil **160.120.8** cumple el coeficiente de seguridad, por lo que **PUEDA ADMITIRSE**.

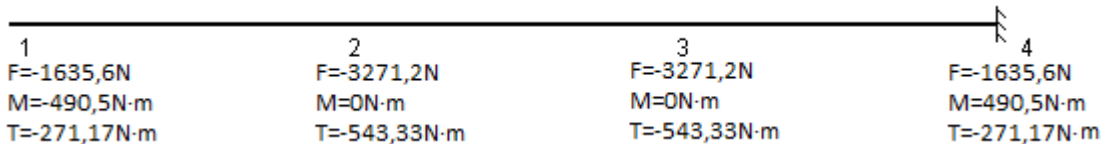


HIPOTESIS 2



Sobre esta viga actúan los esfuerzos transmitidos por las vigas 1, 2, 3 localizados en los extremos y centro de la viga. Las reacciones 5.1, 5.2 y 5.3 de las vigas 1, 2 y 3 respectivamente actúan como cargas verticales, los esfuerzos de torsión a los que están sometidas las vigas 1, 2 y 3 se transmiten como momentos flectores puntuales y los momentos flectores de dichas vigas se transmiten a la viga 5 como esfuerzos de torsión.

En el siguiente diagrama de distribución de la carga, el empotramiento en el punto 7 representa la sujeción de la viga 5 sobre la viga 7.

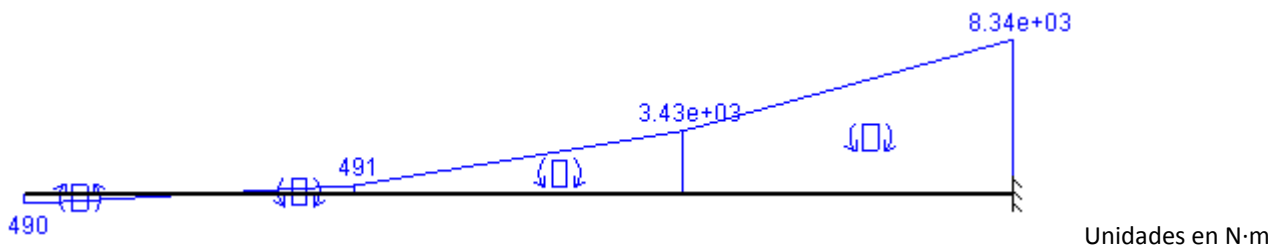


Con el programa MEFI de analisis de estructuras se obtiene:

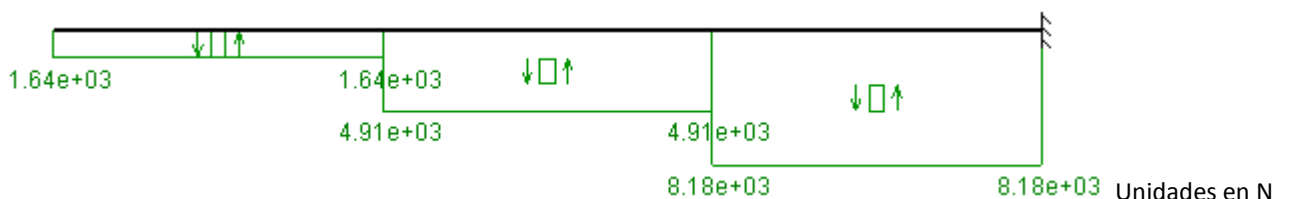
- Reacciones:

Esfuerzos transmitidos por la viga 5 en el empotramiento en la viga 7 HIP2		
Reacción vertical (N) $R_{yi}$	Momento flector (N·m)	Esfuerzo Torsor (N·m)
9813,6	8832,2	1627

- Momentos Flectores:



- Esfuerzos cortantes





**SELECCIÓN DEL PERFIL PARA LA VIGA 5 EN LA HIPÓTESIS 2:**

Se van a utilizar perfiles cuadrados huecos con acero S275JR de limite elástico  $f_y=275\text{Mpa}$

Tensión tangencial por esfuerzo torsor $\tau=(T \cdot r)/J$	Tensión Normal por momento flector $\sigma=(M \cdot c)/I$	Tensión equivalente $\sigma_e=(\sigma^2+3\tau^2)^{1/2}$	Coefficiente de seguridad $\eta=2,5$
--	--	--	---

$c \rightarrow$  distancia de fibra neutra al borde  
 $I \rightarrow$  inercia de la seccion  
 $J \rightarrow$  momento polar de inercia

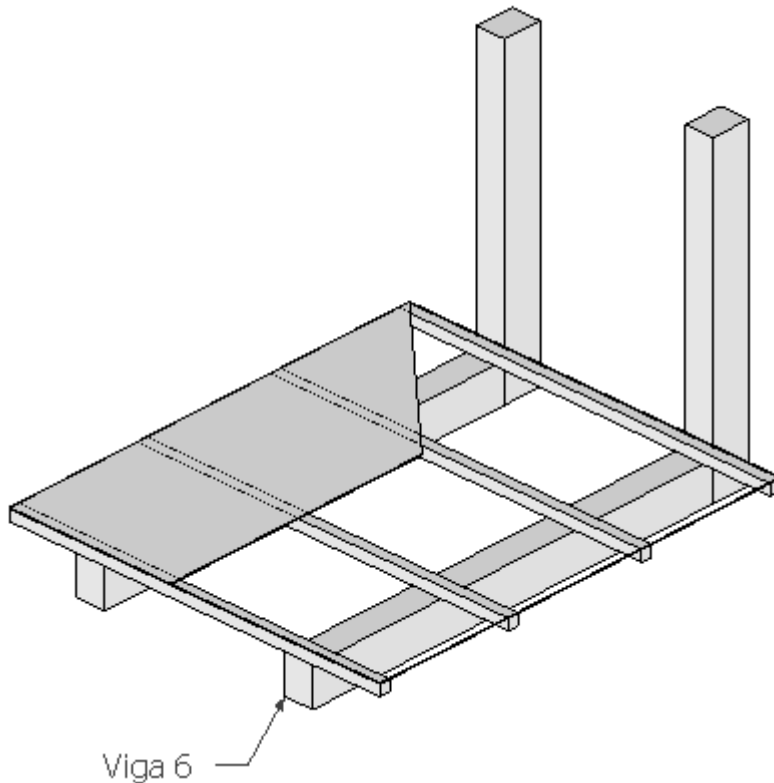
Para admitir como valido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n * \sigma_e$

Hipótesis 2	Viga	Sección crítica	Momento Flector (M) N·m	Esfuerzo Cortante (V) N	Par Torsor (T) N·m	<b>PERFIL 160.120.8</b> S 275JR $I_y=13700000\text{mm}^4; J=18100000\text{mm}^4$ $h=160\text{mm}$			
						$\tau$ (MPa)	$\sigma$ (MPa)	$\sigma_e$ (MPa)	$\eta$
	5	empotramiento	8832,2	9813,6	1627	7,2	51,57	53,06	5,18

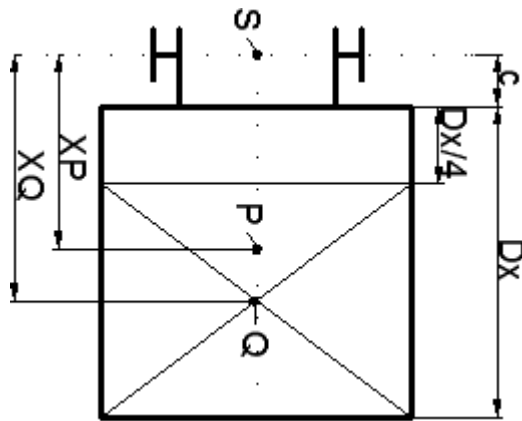
El perfil **160.120.8** cumple el coeficiente de seguridad, por lo que **PUEDE ADMITIRSE.**



VIGA 6

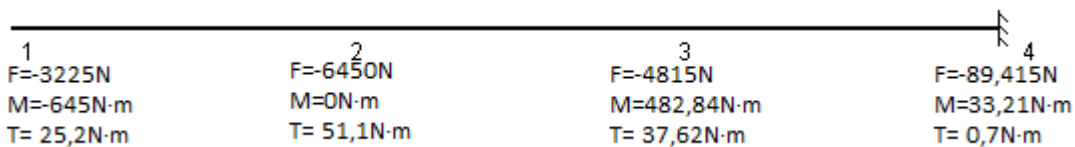


**HIPOTESIS 1**



Sobre esta viga actúan los esfuerzos transmitidos por las vigas 1, 2, 3 y 4 localizados en los extremos y centro de la viga. Las reacciones 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4 de las vigas 1, 2, 3 y 4 respectivamente actúan como cargas verticales, los esfuerzos de torsión a los que están sometidas las vigas 1, 2, 3 y 4 se transmiten como momentos flectores puntuales y los momentos flectores de dichas vigas se transmiten a la viga 6 como esfuerzos de torsión.

En el siguiente diagrama de distribución de la carga, el empotramiento representa la sujeción de la viga 6 sobre la viga 8.



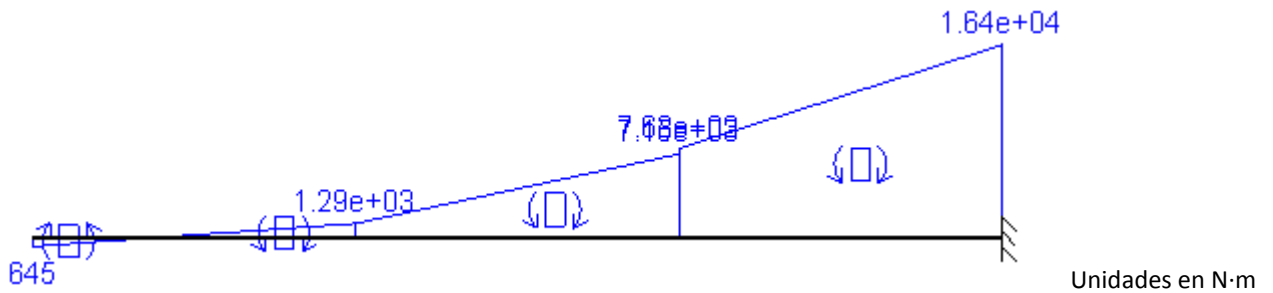
Con el programa MEFI de analisis de estructuras se obtiene:

- Reacciones:

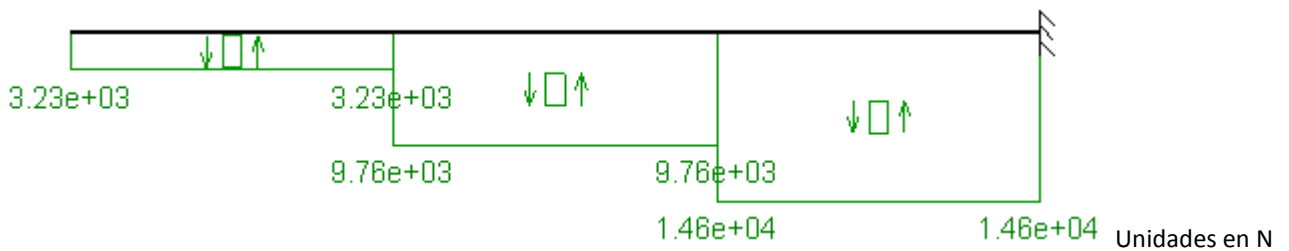
Esfuerzos transmitidos por la viga 5 en el empotramiento en la viga 7		
Reacción vertical (N) $R_{Vi}$	Momento flector (N·m)	Esfuerzo Torsor (N·m)
14669	16413(horario)	114,62



- Momentos Flectores:



- Esfuerzos cortantes



**SELECCIÓN DEL PERFIL PARA LA VIGA 6 EN LA HIPÓTESIS 1:**

Se van a utilizar perfiles cuadrados huecos con acero S275JR de limite elástico  $f_y=275\text{Mpa}$

Tensión tangencial por esfuerzo torsor $\tau=(T \cdot r)/J$	Tensión Normal por momento flector $\sigma=(M \cdot c)/I$	Tensión equivalente $\sigma_e=(\sigma^2+3\tau^2)^{1/2}$	Coficiente de seguridad $\eta=2,5$
$c \rightarrow$ distancia de fibra neutra al borde $I \rightarrow$ inercia de la seccion $J \rightarrow$ momento polar de inercia			

Para admitir como valido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n * \sigma_e$

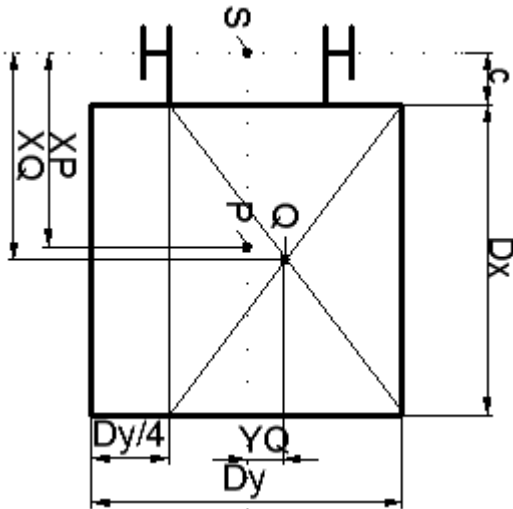
Hipótesis 1	Viga	Sección crítica	Momento Flector (M) N-m	Esfuerzo Cortante (V) N	Par Torsor (T) N-m	PERFIL 160.120.8 S 275JR $I_y=13700000\text{mm}^4; J=18100000\text{mm}^4$ $h=160\text{mm}$			
						$\tau$ (MPa)	$\sigma$ (MPa)	$\sigma_e$ (MPa)	$\eta$
	5	empotramiento	16413	14669	114,62	0,51	95,84	95,85	2,87

El perfil **160.120.8** cumple el coeficiente de seguridad, por lo que **PUEDA ADMITIRSE.**



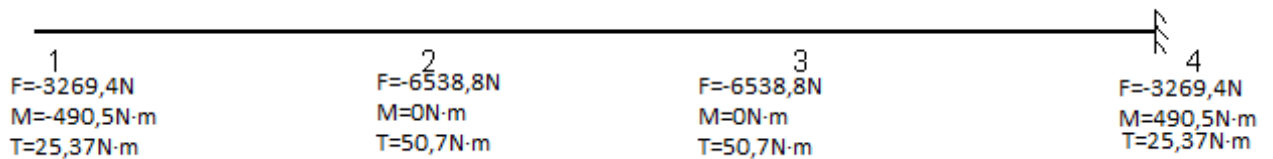


HIPOTESIS 2



Sobre esta viga actúan los esfuerzos transmitidos por las vigas 1, 2, 3 y 4 localizados en los extremos y centro de la viga. Las reacciones 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4 de las vigas 1, 2, 3 y 4 respectivamente actúan como cargas verticales, los esfuerzos de torsión a los que están sometidas las vigas 1, 2, 3 y 4 se transmiten como momentos flectores puntuales y los momentos flectores de dichas vigas se transmiten a la viga 6 como esfuerzos de torsión.

En el siguiente diagrama de distribución de la carga, el empotramiento representa la sujeción de la viga 6 sobre la viga 8.

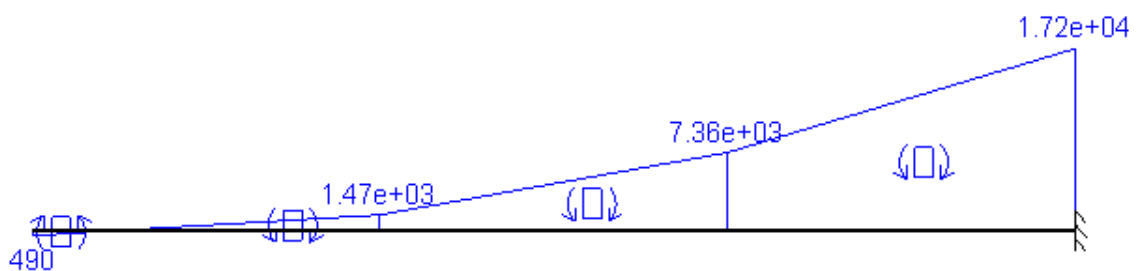


Con el programa MEFI de analisis de estructuras se obtiene:

- Reacciones:

Esfuerzos transmitidos por la viga 5 en el empotramiento en la viga 7 HIP2		
Reacción vertical (N) $R_{Yi}$	Momento flector (N·m)	Esfuerzo Torsor (N·m)
19616	17655	152,14

- Momentos Flectores:

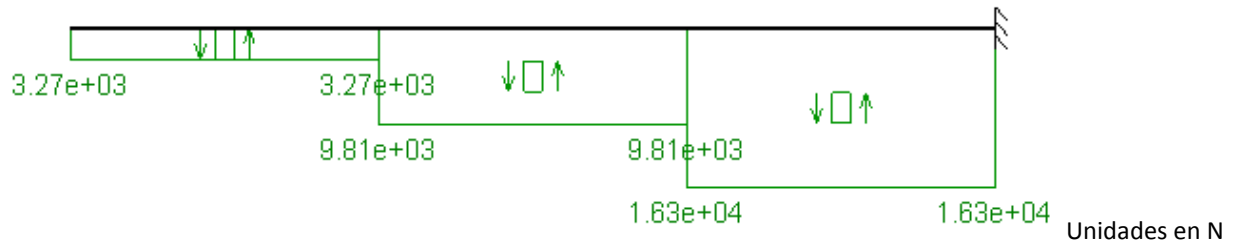


N·m

Unidades en



- Esfuerzos cortantes



**SELECCIÓN DEL PERFIL PARA LA VIGA 6 EN LA HIPÓTESIS 2:**

Se van a utilizar perfiles cuadrados huecos con acero S275JR de limite elástico  $f_y=275\text{Mpa}$

Tensión tangencial por esfuerzo torsor $\tau=(T \cdot r) / J$	Tensión Normal por momento flector $\sigma=(M \cdot c) / I$	Tensión equivalente $\sigma_e=(\sigma^2+3\tau^2)^{1/2}$	Coefficiente de seguridad $\eta=2,5$
$c \rightarrow$ distancia de fibra neutra al borde $I \rightarrow$ inercia de la seccion $J \rightarrow$ momento polar de inercia			

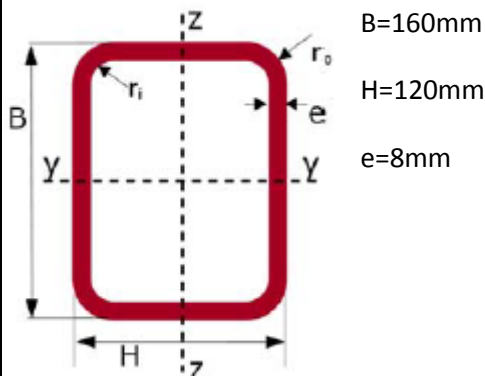
Para admitir como valido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n * \sigma_e$

Hipótesis 2	Viga	Sección crítica	Momento Flector (M) N·m	Esfuerzo Cortante (V) N	Par Torsor (T) N·m	PERFIL 160.120.8 S 275JR $I_y=13700000\text{mm}^4; J=18100000\text{mm}^4$ $h=160\text{mm}$			
						$\tau$ (MPa)	$\sigma$ (MPa)	$\sigma_e$ (MPa)	$\eta$
	5	empotramiento	17655	19616	152,14	0,67	103,1	103,1	2,67

El perfil **160.120.8** cumple el coeficiente de seguridad, por lo que **PUEDEN ADMITIRSE**.

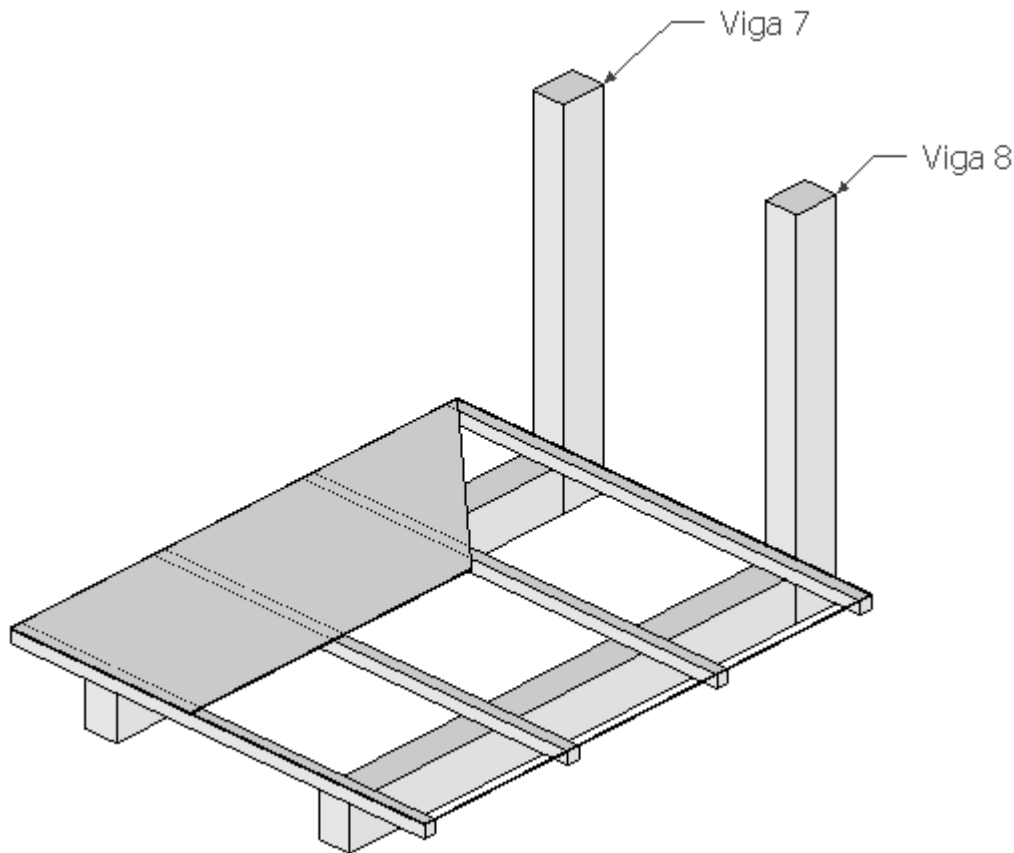
CONCLUSIONES SOBRE LAS VIGAS 5 Y 6

En las vigas 5 y 6 se colocan **perfiles rectangulares huecos 160.120.8**, separados 0,9m, los cuales se sujetan por las vigas verticales 7 y 8.





### CALCULO DE LAS VIGAS 7 Y 8



Sobre estas vigas actúan los mayores esfuerzos transmitidos por las vigas 5 y 6, además esfuerzos producidos por el peso de las vigas que suspenden la plataforma más la plataforma.

Peso de plataforma y vigas horizontales:

- Peso plataforma:  $P_{PLA}=45\text{Kg/m}^2 \cdot 1,6 \cdot 1,8\text{m}^2=129,6\text{Kg}$
- Peso Vigas 1-4:  $P_{1-4}=4 \cdot A \cdot L \cdot \rho=4 \cdot 1,6\text{m} \cdot 6,01 \cdot 10^{-4}\text{m}^2 \cdot 7850\text{Kg/m}^3=30,2\text{Kg}$
- Peso vigas 5,6:  $P_{5,6}=2 \cdot A \cdot L \cdot \rho=2 \cdot 1,8\text{m} \cdot 40 \cdot 10^{-4}\text{m}^2 \cdot 7850\text{Kg/m}^3=113\text{Kg}$
- PESO TOTAL: 272,84Kg

Todo el peso de las vigas y la plataforma se sitúa sobre su centro de gravedad, en el centro de la plataforma, lo que provoca 2 momentos flectores (provocados por la mitad del peso de las vigas 1-6 y la plataforma y su excentricidad en las 2 direcciones del plano de la plataforma respecto a la base de las vigas 7 y 8), además del esfuerzo axil correspondiente a la mitad del peso:

- $N' = P_T/2 = 1338,28\text{N}$
- $M'_y = (P_T/2) \cdot 0,9 = 1204,45\text{N}\cdot\text{m}$
- $M'_z = (P_T/2) \cdot 0,45 = 602,27\text{N}\cdot\text{m}$

En el cálculo de las vigas 5 y 6 se obtienen 3 situaciones diferentes de esfuerzo para el dimensionamiento de las vigas 7 y 8.



### SELECCIÓN DEL PERFIL PARA LAS VIGAS 7 Y 8:

Se van a utilizar perfiles cuadrados huecos con acero S275JR de limite elástico  $f_y=275\text{Mpa}$

Coefficiente de seguridad:  $\eta=2,5$

Para admitir como valido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n * \sigma_{max}$

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M_Y}{W_Y} + \frac{M_Z}{W_Z}$$

Comprobamos el perfil que usamos en las vigas 5 y 6:

Perfil 160.120.8	A=4000mm <sup>2</sup> W <sub>y</sub> =171000mm <sup>3</sup> W <sub>z</sub> =146000mm <sup>3</sup>			Esfuerzos totales			$\sigma_{max}$	
SITUACION DE CARGA	N(N)	M <sub>y</sub> (N·m)	M <sub>z</sub> (N·m)	N+N'	M <sub>y</sub> +M' <sub>y</sub>	M <sub>z</sub> +M' <sub>z</sub>		
1	14669	16413	114,63	16007	17617,45	716,9	111,6	2,464
2	9613,2	8832,2	1627	10951,48	10036,65	2229,27	77,05	3,57
3	19616	17655	152,14	20954,28	18859,45	754,41	120,69	2,27

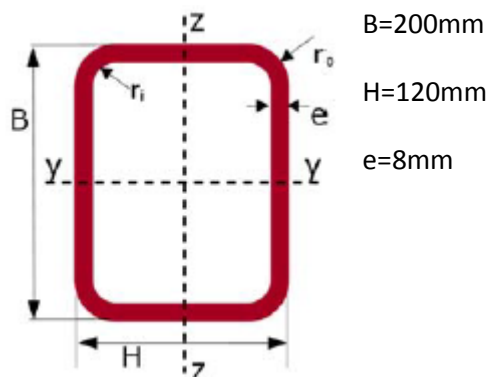
Perfil 160.120.8 no valido

Perfil 200.120.8	A=4640mm <sup>2</sup> W <sub>y</sub> =239000mm <sup>3</sup> W <sub>z</sub> =180000mm <sup>3</sup>			Esfuerzos totales			$\sigma_{max}$	
SITUACION DE CARGA	N(N)	M <sub>y</sub> (N·m)	M <sub>z</sub> (N·m)	N+N'	M <sub>y</sub> +M' <sub>y</sub>	M <sub>z</sub> +M' <sub>z</sub>		
1	14669	16413	114,63	16007	17617,45	716,9	77,8	3,53
2	9613,2	8832,2	1627	10951,48	10036,65	2229,27	56,74	4,85
3	19616	17655	152,14	20954,28	18859,45	754,41	87,62	3,14

### Perfil 200.120.8 VÁLIDO

### CONCLUSIONES SOBRE LAS VIGAS 7 Y 8

En las vigas 5 y 6 se colocan **perfiles rectangulares huecos 200.120.8**, separados 0,9m.





## AMORTIGUADORES DE FOSO PARA LA PLATAFORMA

Según la norma EN81-31, apartado 5.7.3:

### **5.7.3 Topes mecánicos y amortiguadores para la unidad de transporte de carga, contrapeso o masa de equilibrado**

**5.7.3.1** Los montacargas accesibles solo para cargas deben equiparse con topes fijos en el fondo del límite de recorrido de la unidad de transporte de carga, contrapeso o masas de equilibrado.

Los puntos de actuación de los topes fijos bajo la proyección de la unidad de transporte de carga deben hacerse obvio por medio de un obstáculo (pedestal) de una altura tal que se cumpla el apartado 5.2.11.2.3. Para topes con el centro del área de actuación dentro de 0,15 m desde las guías o dispositivos similares fijos, excluyendo paredes, estos dispositivos se consideran como obstáculos.

**5.7.3.3.1** La deceleración media provocada por el amortiguador cuando sea impactado a un 115% de la velocidad nominal, no debe superar 1 gn.

**5.7.3.3.2** El funcionamiento de montacargas accesibles solo para cargas con amortiguadores de disipación de energía debe depender de la vuelta de los amortiguadores a su posición inicial extendida después de su activación. El dispositivo para verificar esto debe ser un dispositivo eléctrico de seguridad en conformidad con el apartado 5.10.1.2.

**5.7.3.3.3** Los amortiguadores, si son hidráulicos, deben construirse de manera que el nivel de fluido sea fácilmente comprobable.

**5.7.3.4** En el caso del apartado 5.2.9, los montacargas accesibles solo para cargas deben equiparse con amortiguadores en el fondo del límite de recorrido de la unidad de transporte de carga y contrapeso.

**5.7.3.5** En el caso de montacargas accesibles solo para cargas de accionamiento hidráulico, cuando la unidad de transporte de carga esté descansando en su tope(s) mecánico o cuando el amortiguador(es) esté totalmente comprimido, el vástago no debe golpear la base del cilindro.

**5.7.3.6** Los topes mecánicos o amortiguadores deben diseñarse teniendo en cuenta que la unidad de transporte de carga totalmente cargada o el contrapeso alcancen el tope(s) mecánico o amortiguador(es) con una velocidad igual al 115% de la velocidad nominal.

No debe existir deformación permanente del tope mecánico o amortiguador después de alguna actuación.

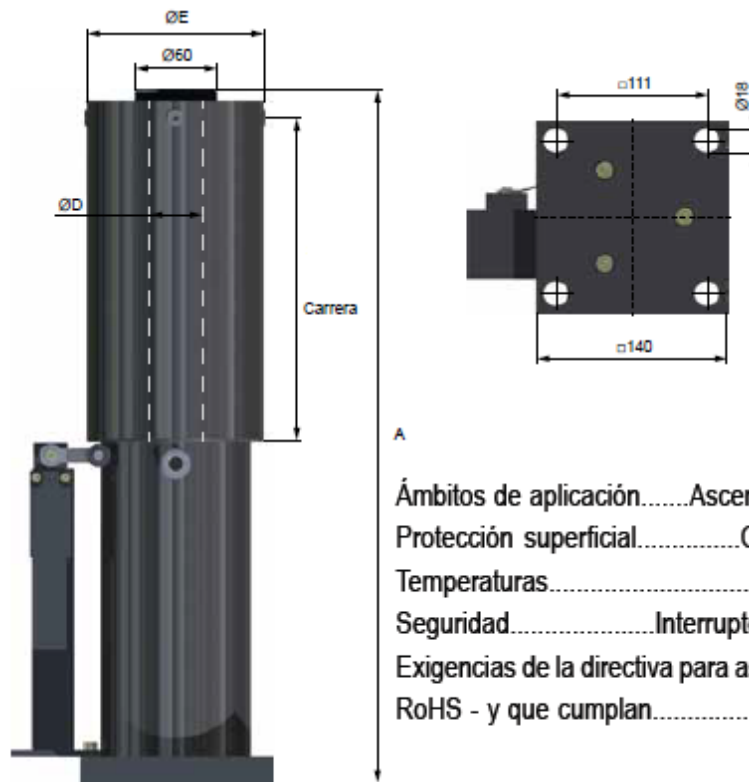
Velocidad de cálculo para los amortiguadores:

$$V_{\text{CALCULO}}=1,15 \times V_{\text{NOM}}=0,345 \text{ m/s}$$

Los amortiguadores los seleccionamos del catálogo de la empresa Weforma Dämpfungstechnik GmbH, modelo ADS-50-175-SR:



**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y MECANICAS:**



Ámbitos de aplicación.....Ascensores de personas y montacargas  
 Protección superficial.....Carcasa pintada, vástago cromado  
 Temperaturas.....-20° - +80° C  
 Seguridad.....Interruptor final según norma DIN EN 50047  
 Exigencias de la directiva para ascensores.....95/16/EC; EN 81-1/2  
 RoHS - y que cumplan.....Directiva 2002/95/CE

**DIMENSIONES**

	A	B	Ø D	Ø E
ADS-50-080-SR	316	140	36	130
ADS-50-120-SR	396	140	36	130
ADS-50-175-SR	506	140	36	130
ADS-50-225-SR	615	140	36	130
ADS-50-275-SR	724	140	36	130
ADS-50-425-SR	1050	140	36	130

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

	Camera	Masa		Velocidad nominal	Peso
	mm	min. kg	max kg.	standard m/s	kg
ADS-50-080-SR	80	450	2800	1,0	12,0
ADS-50-120-SR	120	450	2800	1,3	14,0
ADS-50-175-SR	175	450	3800	1,6	16,0
ADS-50-225-SR	225	450	3800	1,8	18,0
ADS-50-275-SR	275	450	4000	2,0	20,5
ADS-50-425-SR	425	450	4500	2,5	27,5

**PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:**

Los amortiguadores de ascensores ADS son componentes cerrados en sí que funcionan según el principio de desplazamiento.

Si el vástago es hundido mediante fuerza accionada exteriormente, el pistón desplaza el aceite hidráulico a través de los orificios de estrangulación que se reducen de forma proporcional según la elevación efectuada.



U.P.C.T.  
E.T.S.I.I.

**PROYECTO FIN DE CARRERA**  
**DOCUMENTO Nº1 – MEMORIA**  
**ANEJOS A LA MEMORIA**

Ruben Molina del Toro  
Fecha: 24/10/2012

Revision (0)

Hoja **38** de  
**80**

Como consecuencia la velocidad de descenso se reduce obligatoriamente. Para compensar el volumen del vástago que se sumerge, por encima del aceite hidráulico se encuentra un acumulador de gas.

Éste es comprimido durante la inmersión del vástago. Al mismo tiempo la presión asciende.

Al descargar el vástago es colocado nuevamente en su posición a través de la presión del acumulador / muelle de retorno. Una placa de tope amortigua el choque y reduce el ruido de choque. Los amortiguadores de choque ADS-50 son pretensados con 5 bares a través de la válvula de llenado para nitrógeno.

Una mirilla de circulación de aceite permite controlar sencillamente el nivel de llenado estando el vástago extendido.

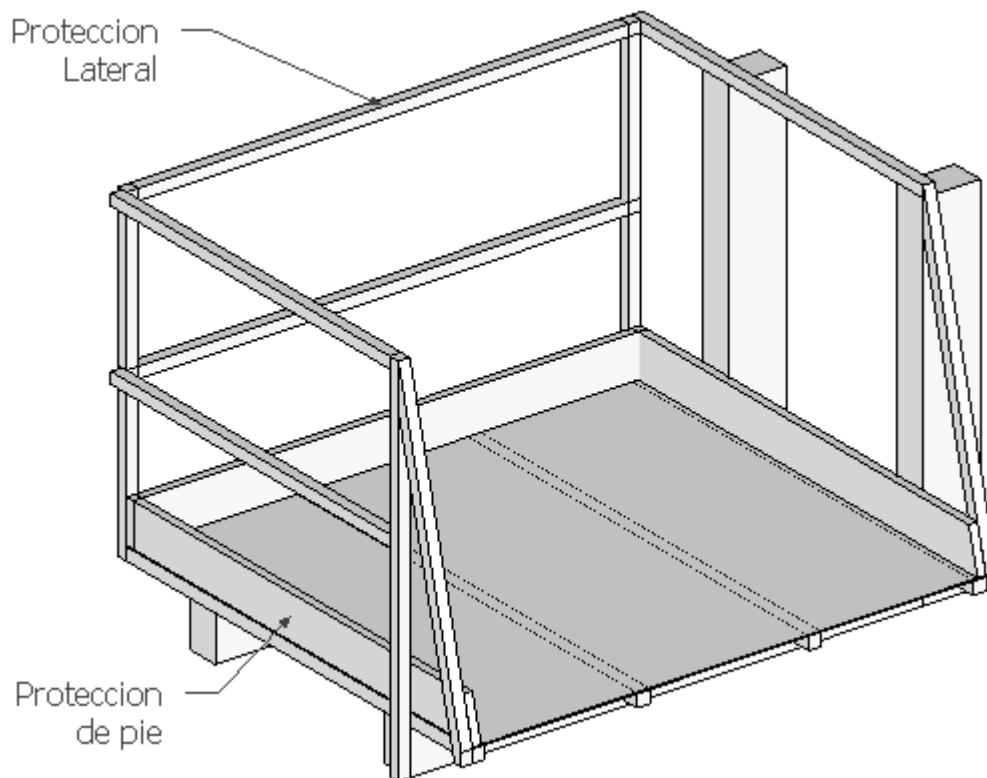
Para vigilar el vástago extendido existe un interruptor final de seguridad instalado conforme con la norma DIN-EN 50047. Según el modelo al bajar el vástago este interruptor es accionado por el tubo de protección (ADS-SR) o por la barra de contacto (ADS-ST).



## CERRAMIENTO DE LA PLATAFORMA

Deben facilitarse los medios para impedir el riesgo de caída de personas de la unidad de transporte de cargas durante las operaciones de carga y descarga y de la propia carga. Esto se consigue protegiendo los laterales de la unidad de transporte de carga. Las protecciones deben consistir en un pasamanos a 1,10 m de altura, una protección de pie de 0,15 m de altura y una barra intermedia colocada a media altura de la protección.

Cada protección debe tener al menos una resistencia mecánica tal que cuando se aplique una fuerza de 1 000 N en la posición más desfavorable del pasamanos, éste debe resistir sin deformación permanente y con una deformación no superior a 10 mm.



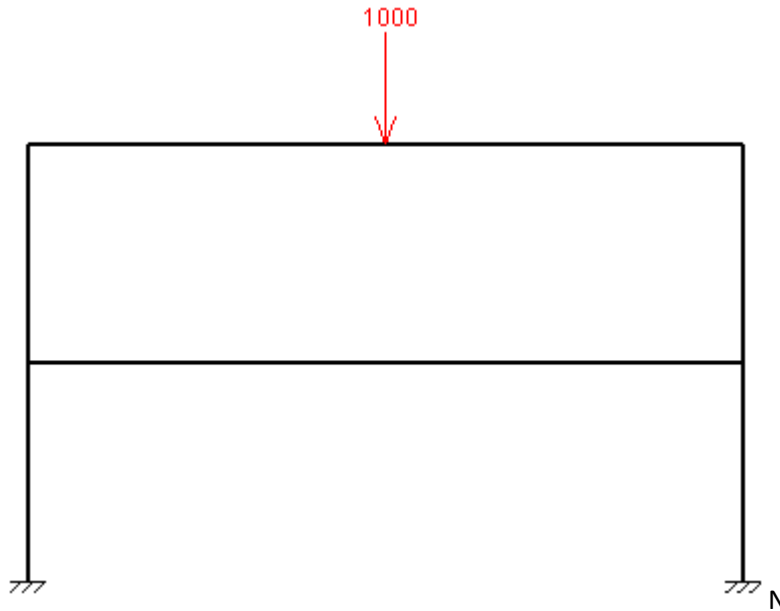




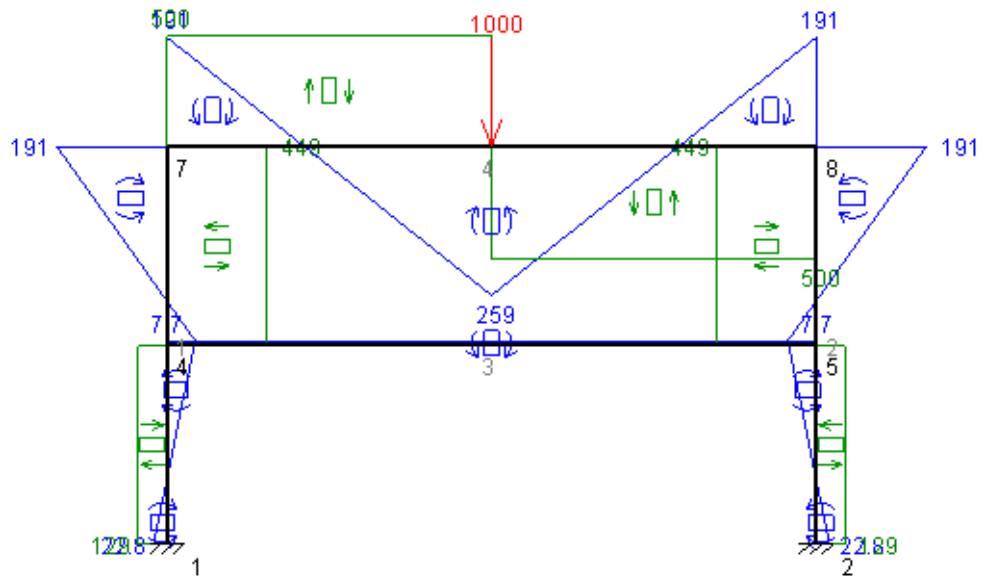
### PROTECCIONES LATERALES

Los vanos de fondo mayor longitud, por lo que se calculan las barras en esa situación.

Diagrama de la carga:



Esfuerzos cortantes y momentos flectores



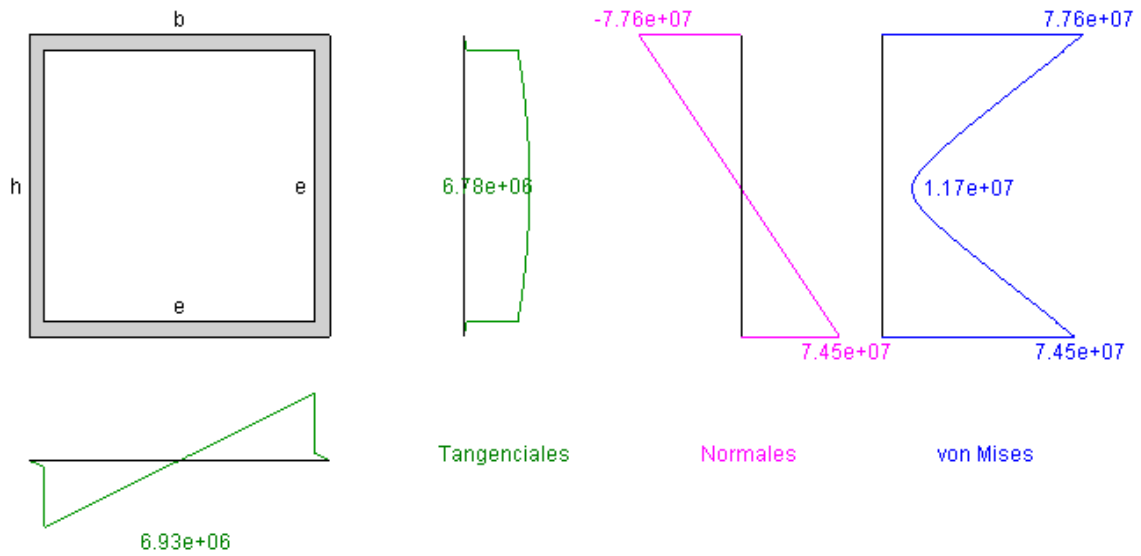
La sección más solicitada se produce en el centro de la barra donde se aplica la carga.



Tensiones tangenciales, normales y de von Mises

Axil = -449.01, cortante = 500 y flector = 258.73 (línea = 4, x = 0.9)

R40X40X2: h = 40 mm, b = 40 mm y e = 2 mm



Coefficiente de seguridad para el perfil R40x40x2:

$$n = \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_{VM}} = \frac{275}{7,7645 \cdot 10^7 / 10^6} = 3,54 > 2,5$$



### PROTECCION DE PIE

Suponemos un choque al cargar la plataforma de la carga nominal máxima contra la protección de pie de 15cm de altura a una velocidad de 0,5 m/s.

$$E = \frac{1}{2} M v^2 = \frac{1}{2} * 2500 * 0,5^2 = 312,5J$$

Esta protección se sujetara en la vigas inferiores, la longitud mayor sin soportes es de 0,9m, en cualquiera de los laterales de la plataforma.

Esta energía se reparte por toda la superficie de la placa ( $S=0,15*1,6=0,24m^2$ )

$$q=E/S=312,5/0,27=1302,1 \text{ N/m}$$

Se produce un momento flector máximo de  $M=87,9N\cdot m$

Calculamos su espesor (e) para un acero 275JR de limite elástico 275MPa ( $f_y$ ) y un coeficiente de seguridad de 2,5 ( $\eta$ ).

$$\sigma_{max} = \frac{f_y}{n}; \sigma_{max} = \frac{Mc}{I} = \frac{87,9*1000\left(\frac{N}{mm}\right)*\frac{e}{2}(mm)}{\frac{1}{12}*150(mm)*e^3(mm^3)}; \left[ \begin{array}{l} c \rightarrow \text{distancia de fibra neutra al borde} \\ I \rightarrow \text{inercia de la seccion} \end{array} \right]$$

Obtenemos e:

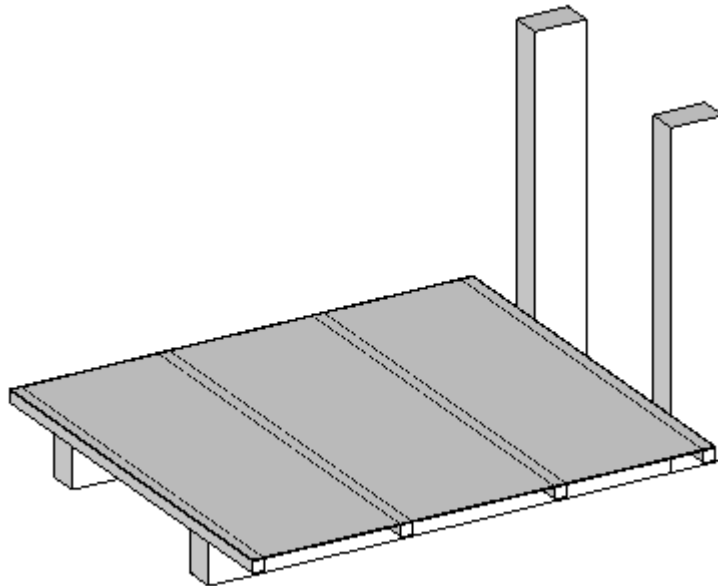
$$e = \sqrt{\frac{n}{f_y} * \frac{12*8790}{15*2}} = 5,65mm ; \text{ Escogemos un } \underline{\underline{\text{espesor de placa de } e=6mm (n=2,82)}}$$



## **CALCULO DE LAS GUIAS DE LA CABINA**

Previamente se necesita conocer el centro de gravedad de la plataforma elevadora, sin carga.

El CG de masa compuestas se calcula a partir de los momentos tomados alrededor del origen. La dimensión fundamental de los momentos es, típicamente, FUERZA por DISTANCIA; no obstante, con el momento de masa pueden usarse unidades de MASA por DISTANCIA.



PESOS:

- Plataforma + vigas horizontales: 272,84Kg, a 1m
- Vigas verticales:  $1,27 \times 46,40 \cdot 10^{-4} \times 2 \times 7850 = 92,52$  Kg, a 0,1m

**PESO TOTAL 365,36 Kg**

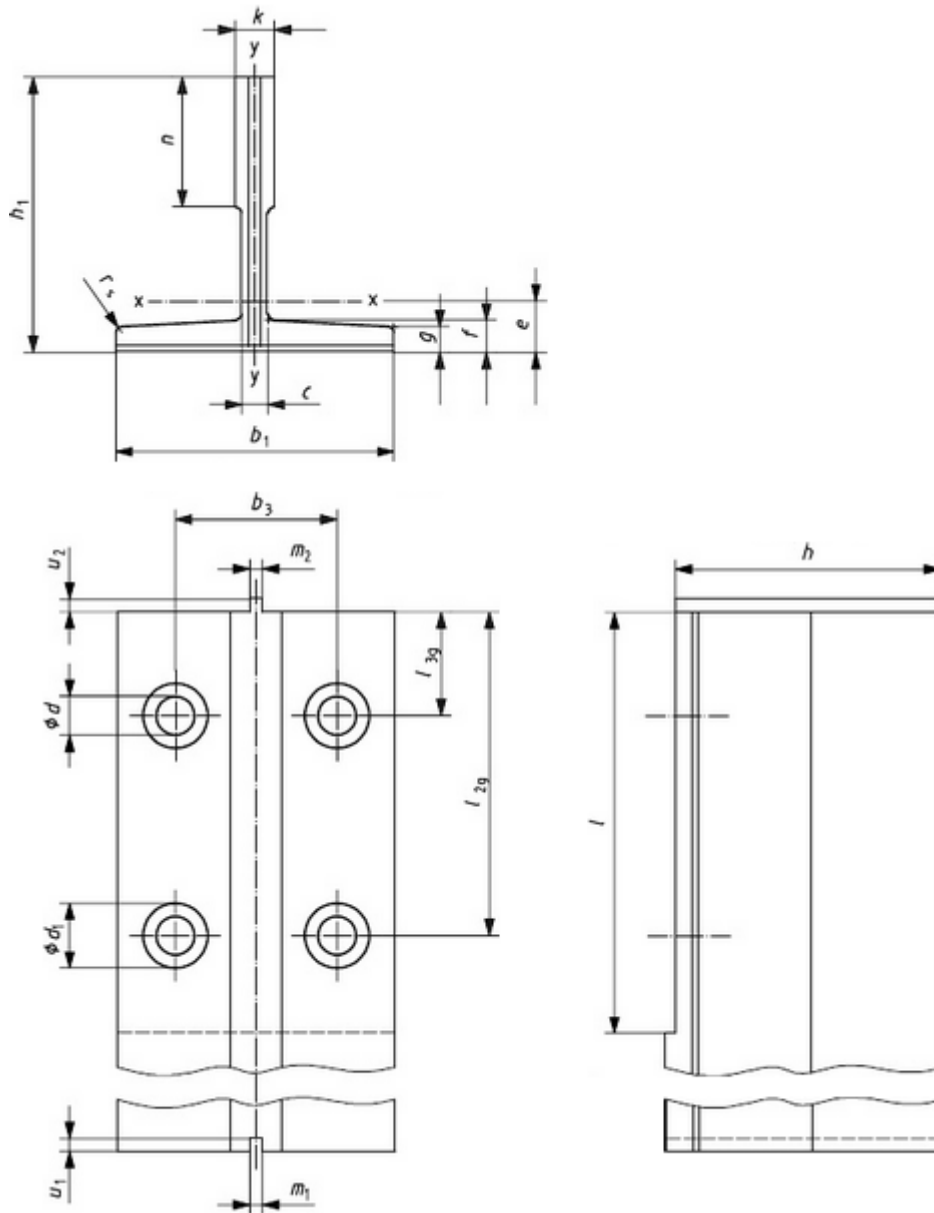
**$X_P = 0,772m$**

Para calcular el centro de gravedad de los elementos tomamos como centro de momentos, el borde situado a la derecha de las vigas verticales, en realidad estará más hacia la plataforma, por lo que los esfuerzos calculados en realidad serán menores, por lo que realizamos el cálculo del lado de la seguridad.

PERFIL A UTILIZAR



Por recomendación en la norma UNE-EN 81-2 el perfil a utilizar en las guías es el siguiente:



De la norma ISO7465 obtenemos los valores geometricos y mecanicos del perfil utilizado para las guias:

Designation	$S$	$q_1$	$e$	$I_{x-x}$	$W_{x-x}$	$i_{x-x}$	$I_{y-y}$	$W_{y-y}$	$i_{y-y}$
	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
(T75/B)	10,91	8,564	1,861	40,29	9,286	1,921	26,47	7,060	1,557
(T78/B)	9,847	7,730	1,645	29,92	7,564	1,743	26,39	6,766	1,637
T89/B	15,77	12,38	2,032	59,83	14,35	1,948	52,41	11,78	1,823
(T90/B)	17,25	13,54	2,612	102,0	20,86	2,431	52,48	11,66	1,744
(T114/B)	20,89	16,40	2,865	179,3	29,70	2,930	108,6	19,05	2,280
T125/B or BE	22,82	17,91	2,430	151,0	26,16	2,572	159,1	25,46	2,641
(T127-1/B or BE)	22,74	17,85	2,770	187,9	30,65	3,065	149,9	23,61	2,361
T127-2/B or BE	28,72	22,55	2,478	201,7	31,17	2,640	229,9	36,20	2,829
T140-1/B or BE	35,15	27,59	3,236	403,3	53,32	3,387	309,7	44,24	2,968
T140-2/B or BE	43,21	33,92	3,484	456,7	68,01	3,251	358,2	51,18	2,879
T140-3/B or BE	57,52	45,15	4,418	947,5	114,4	4,059	466,7	66,67	2,848



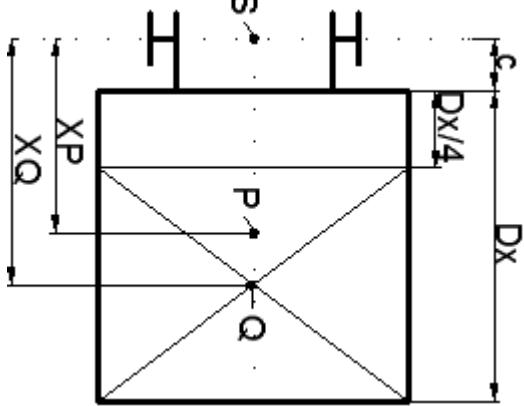
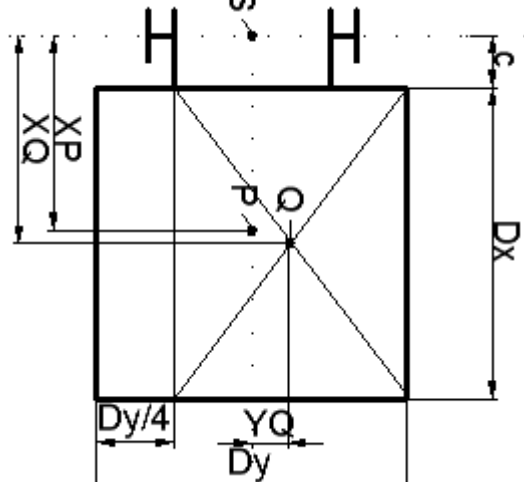
Designation	$b_1$	$h_1$	$k$	$n$	$c$	$f$	$\alpha$	$r_s$	$m_1$	$m_2$	$u_1$	$u_2$	$d$	$d_1$	$b_3$	$l_{2g}$	$l_{3g}$	$l$	$h$
(T75/B)	75	62	10	30	8	9	7	3	3,00	2,97	3,50	3,00	13	26	42	105	25	138	61
(T78/B)	78	56	10	26	7	8,5	6	2,5	3,00	2,97	3,50	3,00	13	26	42	105	25	138	55
T89/B	89	62	16	34	10	11,1	7,9	3	6,40	6,37	7,14	6,35	13	26	57,2	114,3	38,1	156	61
(T90/B)	90	75	16	42	10	10	8	4	6,40	6,37	7,14	6,35	13	26	57,2	114,3	38,1	156	74
(T114/B)	114	89	16	38	9,5	11	8	4	6,40	6,37	7,14	6,35	17	33	70	114,3	38,1	156	88
T125/B or BE	125	82	16	42	10	12	8	4	6,40	6,37	7,14	6,35	17	33	79,4	114,3	38,1	156	81
(T127-1/B or BE)	127	89	16	45	10	11	8	4	6,40	6,37	7,14	6,35	17	33	79,4	114,3	38,1	156	88
T127-2/B or BE	127	89	16	51	10	15,9	12,7	5	6,40	6,37	7,14	6,35	17	33	79,4	114,3	38,1	156	88
T140-1/B or BE	140	108	19	51	12,7	15,9	12,7	5	6,40	6,37	7,14	6,35	21	40	92,1	152,4	31,8	193	107
T140-2/B or BE	140	102	28,6	51	17,5	17,5	14,5	5	6,40	6,37	7,14	6,35	21	40	92,1	152,4	31,8	193	101
T140-3/B or BE	140	127	31,75	57	19	25,4	17,5	5	6,40	6,37	7,14	6,35	21	40	92,1	152,4	31,8	193	126
<b>Tolerances Class: /B</b>	$\pm 1,5$	$\pm 0,75$	$\begin{matrix} -0,1 \\ U \end{matrix}$	$\begin{matrix} -3 \\ U \end{matrix}$	—	$\pm 0,75$	$\pm 0,75$	—	$\begin{matrix} -0,06 \\ U \end{matrix}$	$\begin{matrix} U \\ -0,06 \end{matrix}$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	—	—	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\begin{matrix} -3 \\ U \end{matrix}$	$\pm 0,1$
<b>Tolerances Class: /BE</b>	$\pm 1,5$	$\pm 0,75$	$\begin{matrix} -0,05 \\ U \end{matrix}$	$\begin{matrix} -3 \\ U \end{matrix}$	—	$\pm 0,75$	$\pm 0,75$	—	$\begin{matrix} -0,03 \\ U \end{matrix}$	$\begin{matrix} U \\ -0,03 \end{matrix}$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	—	—	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\begin{matrix} -3 \\ U \end{matrix}$	$\pm 0,05$

Preseleccionamos el perfil T140-2/B

Las guías se colocaran en un lado de la plataforma de elevación, por lo que no pueden sostenerse sobre paredes, deben sostenerse en los forjados del edificio y sobre elementos auxiliares anclados a dichos forjados.



ESFUERZOS CUANDO FUNCIONA EL PARACAÍDAS

<p>Caso 1, con respecto al eje de las X</p> 	$x_p > 0; y_p > 0$ $x_q = c + \frac{5}{8} D_x; y_q > 0$
<p>Caso 2, con respecto al eje de las Y</p> 	$x_p > 0; y_p > 0$ $x_q = c + \frac{D_x}{2}; y_q > \frac{1}{8} D_y$

Los siguientes símbolos se utilizan para las dimensiones de cabinas:

- $D_x$  es la profundidad de la cabina según el eje X;
- $D_y$  es la anchura de la cabina según el eje Y;
- $x_c, y_c$  es la posición del centro (C) de la cabina en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
- $x_s, y_s$  es la posición del centro de la suspensión (S) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
- $x_p, y_p$  es la posición de la masa (P) de la cabina, en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
- $x_{cp}, y_{cp}$  es la posición del centro de gravedad de la masa (P) de la cabina en relación con el centro (C) de la cabina;
- S es el punto de suspensión de la cabina;

- C es el centro de la cabina;
- P es la flexión provocada por la masa de la cabina-centro de gravedad de la masa;
- Q es la carga nominal-centro de gravedad de la cabina;
- $\_$  es la dirección de carga;
- 1,2,3,4 es el centro de la puerta de cabina Nº 1, 2, 3 ó 4;
- $x, y_i$  es la posición de la puerta de cabina  $i = 1, 2, 3$  ó 4;
- n es el número de guías;
- h es la distancia entre guías de cabina;
- $x_q, y_q$  es la distancia de la carga nominal (Q) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
- $x_{cq}, y_{cq}$  es la distancia entre la carga nominal (Q) y el centro (C) de la cabina, en relación con las coordenadas



• Esfuerzos de Flexión:

a) Esfuerzos de flexión sobre las guías con respecto al eje de las Y, debida a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_p)}{n \cdot h} \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

K1=2 (paracaídas progresivo)

Q=3000 Kg

Xq=1,325 m

P=365,36 Kg

XP=0,772m

n=2

h=1,3m (estimado)

l=1,333m

**F<sub>x</sub>=32124,4 N;**

**M<sub>x</sub>=8,03x10<sup>6</sup> N·mm;**

**PERFIL T140 (W<sub>y</sub>=51180mm<sup>3</sup>)**

**σ<sub>y</sub>=170 MPa**

b) Esfuerzos de flexión sobre las guías con respecto al eje de las X, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_p)}{\frac{n}{2} \cdot h} \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

K1=2 (paracaídas progresivo)

Q=3000 Kg

Yq=1,6/8

P=365,36 Kg

YP=0 m

n=2

h=1,3 m (aprox)

**F<sub>y</sub>=9055,4 N**

**M<sub>x</sub>=8,03x10<sup>6</sup> N·mm;**

**PERFIL T140 (W<sub>x</sub>=68010mm<sup>3</sup>)**

**σ<sub>x</sub>=35 MPa**

• Esfuerzo de pandeo:

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P+Q)}{2} \quad \omega = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A}$$

k<sub>3</sub> es el factor de impacto

M es la fuerza, en Newton, en la guía debido a equipos auxiliares;

A es el área de la sección transversal de guía, en milímetros cuadrados

K1=2 (paracaídas progresivo)

Q=3000 Kg

P=365,36 Kg

K3=0

ω=1,243

λ=1333/28,8=46,3; PERFIL T140

(i=28,8mm)

20 < λ < 50:

ω= 0,0000824 λ<sup>2,06</sup> + 1,021=1,243

**F<sub>k</sub>=33014,2 N;**

**PERFIL T140 (A=4321mm<sup>2</sup>)**

**σ<sub>k</sub>=10,3 MPa**

Los valores de "omega" pueden tomarse de tablas, o bien pueden evaluarse aplicando los siguientes polinomios, con:

$$\lambda = \frac{l_k}{i} \quad l_k = l$$

20 < λ < 50:

ω= 0,0000824 λ<sup>2,06</sup> + 1,021=1,243

λ es el coeficiente de esbeltez;

l<sub>k</sub> es la longitud de pandeo, en milímetros;

i es el radio de giro mínimo, en milímetros;

l es la distancia máxima entre fijaciones de guía, en mm

• Esfuerzos combinados:





$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 35 + 170 = 205 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \sigma_m + (F_k + k_3 \cdot M) / A = 213,27 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m = 214,27 \text{ MPa}$$

- Torsión en la base

Estas fórmulas se aplican a los dos casos de carga dados ( $F_x > F_y$ )

$$c = 17,5 \text{ mm}$$

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2}$$

$$\leq \sigma_{perm}$$

$$\sigma_F = (1,85 \cdot 32124,4) / 17,5^2 = 194 \text{ MPa}$$

**PARA UN ACERO DE 520MPa LA  $\sigma_{adm} = 290 \text{ MPa}$ , APLICANDO UN COEFICIENTE DE SEGURIDAD DE  $n = 1,8$ ;  $\sigma_m$ ,  $\sigma$ ,  $\sigma_c$ ,  $\sigma_F$  SON INFERIORES A ESE VALOR, POR LO QUE EL PERFIL T140 CUMPLE PARA ESTE CASO**

- Flechas:

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_x = (0,7 \cdot 32124,4 \cdot 1333^3) / (48 \cdot 210000 \cdot 3582000) = 1,5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = (0,7 \cdot 9055,4 \cdot 1333^3) / (48 \cdot 210000 \cdot 4567000) = 0,33 \text{ mm}$$

Según la norma EN81-2:

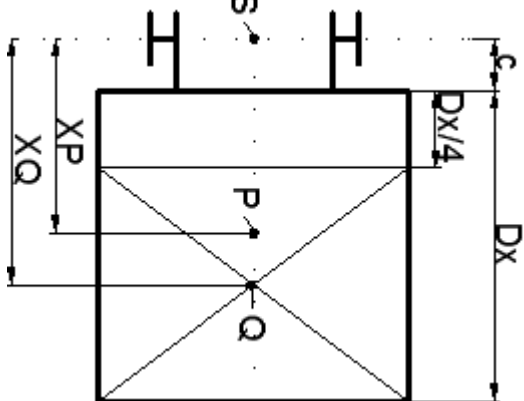
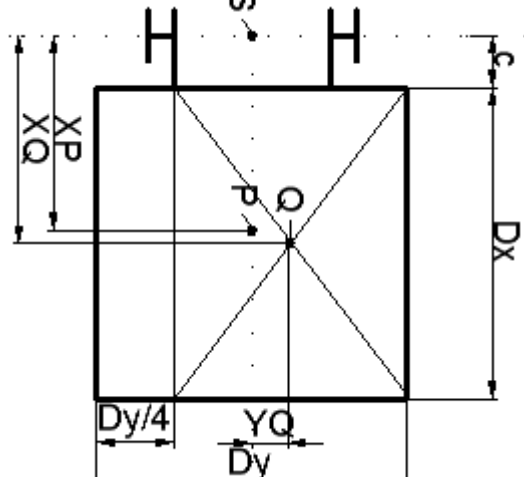
Para guías de perfil T las deflexiones máximas calculadas y permitidas son las siguientes:

- 5 mm en ambas direcciones para las guías de cabina, o masa de equilibrado, sobre las que actúan en paracaídas;
- 10 mm en ambas direcciones para las guías de masa de equilibrado donde no actúen paracaídas.

**PARA ESTE CASO LA DEFORMACION MAXIMA ES DE 5mm, Y SE OBTIENE UN CALCULO DE 1,5mm, POR LO QUE EL PERFIL T140 CUMPLE.**



ESFUERZOS EN UTILIZACION NORMAL, FUNCIONAMIENTO

<p>Caso 1, con respecto al eje de las X</p> 	$x_p > 0; y_p > 0$ $x_Q = c + \frac{5}{8}D_x; y_Q > 0$
<p>Caso 2, con respecto al eje de las Y</p> 	$x_p > 0; y_p > 0$ $x_Q = c + \frac{D_x}{2}; y_Q > \frac{1}{8}D_y$

Los siguientes símbolos se utilizan para las dimensiones de cabinas:

- $D_x$  es la profundidad de la cabina según el eje X;
- $D_y$  es la anchura de la cabina según el eje Y;
- $x_C, y_C$  es la posición del centro (C) de la cabina en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
- $x_s, y_s$  es la posición del centro de la suspensión (S) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
- $x_p, y_p$  es la posición de la masa (P) de la cabina, en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
- $x_{CP}, y_{CP}$  es la posición del centro de gravedad de la masa (P) de la cabina en relación con el centro (C) de la cabina;
- S es el punto de suspensión de la cabina;

- C es el centro de la cabina;
- P es la flexión provocada por la masa de la cabina-centro de gravedad de la masa;
- Q es la carga nominal-centro de gravedad de la cabina;
- $\_$  es la dirección de carga;
- 1,2,3,4 es el centro de la puerta de cabina Nº 1, 2, 3 ó 4;
- $x, y_i$  es la posición de la puerta de cabina  $i = 1, 2, 3$  ó 4;
- n es el número de guías;
- h es la distancia entre guías de cabina;
- $x_Q, y_Q$  es la distancia de la carga nominal (Q) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías;
- $x_{CQ}, y_{CQ}$  es la distancia entre la carga nominal (Q) y el centro (C) de la cabina, en relación con las coordenadas



- Esfuerzos de Flexión:

a) Esfuerzos de flexión sobre las guías con respecto al eje de las Y, debida a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot \xi_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_s) + P \cdot (x_p - x_s)]}{n \cdot h} \quad M_y = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

$K_2=1,2$  (funcionamiento)

$Q=3000$  Kg

$X_Q=1,325$  m

$P=365,36$  Kg

$X_p=0,772$ m

$X_s=0$ m

$n=2$

$h=1,3$  m (aprox)

**$F_x=19274,65$ N**

**PERFIL T140 ( $W_y=51180$ mm<sup>3</sup>)**

**$\sigma_x=102,06$  MPa**

b) Esfuerzos de flexión sobre las guías con respecto al eje de las X, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot \xi_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_s) + P \cdot (y_p - y_s)]}{\frac{n}{2} \cdot h} \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

$K_2=1,2$  (funcionamiento)

$Q=3000$ Kg

$Y_Q=1,6/8$  m

$P=365,36$  Kg

$Y_p=0$  m

$Y_s=0$ m

$n=2$

$h=1,3$  m (aprox)

**$F_y=5433,23$ N**

**$M_x=1,36 \times 10^6$  N·mm;**

**PERFIL T140 ( $W_x=68010$ mm<sup>3</sup>)**

**$\sigma_x=21$ MPa**

- Esfuerzo de pandeo:

Ningún esfuerzo de pandeo aparece durante el funcionamiento en utilización normal.

- Esfuerzos combinados:

**$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 102,06 + 21 = 123,06$  MPa**

**$\sigma = \sigma_m + (k_3 \cdot M) / A = 123,04$  MPa ( $K_3=0$ )**

- Torsión en la base

Estas fórmulas se aplican a los dos casos de carga dados ( $F_x > F_y$ )

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

$c=17,5$ mm

**$\sigma_F = (1,85 \cdot 19274,65) / 17,5^2 = 116,43$ MPa**

**PARA UN ACERO DE 520MPa LA  $\sigma_{adm}=230$ MPa, APLICANDO UN COEFICIENTE DE SEGURIDAD DE  $n=2,25$ ;  $\sigma_m$ ,  $\sigma$ ,  $\sigma_F$  SON INFERIORES A ESE VALOR, POR LO QUE EL PERFIL T140 CUMPLE PARA ESTE CASO**

- Flechas:



$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm} \qquad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_x = (0,7 \cdot 19274,65 \cdot 1333^3) / (48 \cdot 210000 \cdot 3582000) = 0,96 \text{ mm}$$

$$\delta_y = (0,7 \cdot 5433,23 \cdot 1333^3) / (48 \cdot 210000 \cdot 4567000) = 0,13 \text{ mm}$$

Según la norma EN81-2:

Para guías de perfil T las deflexiones máximas calculadas y permitidas son las siguientes:

- a) 5 mm en ambas direcciones para las guías de cabina, o masa de equilibrado, sobre las que actúan en paracaídas;
- b) 10 mm en ambas direcciones para las guías de masa de equilibrado donde no actúen paracaídas.

**PARA ESTE CASO LA DEFORMACION MAXIMA ES DE 10mm, Y SE OBTIENE UN CALCULO DE 0,96mm, POR LO QUE EL PERFIL T140 CUMPLE.**

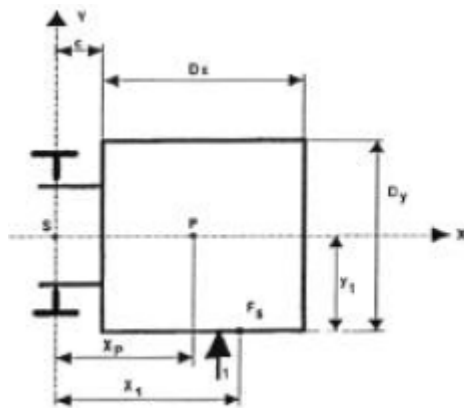


### ESFUERZOS EN UTILIZACION NORMAL, CARGA

Durante la carga y descarga de la cabina, la fuerza aplicada en la pisadera  $-F_s$  debe considerarse y su acción situada en el centro de la pisadera. El valor de dicha fuerza sobre el umbral debe ser:

$F_s = 0,85 \cdot g \cdot Q$  para ascensores con carga nominal igual a 2 500 kg o mayor en la carga por carretillas elevadoras.

Aplicando la fuerza sobre la pisadera se asume que la cabina está vacía. En cabinas con más de una entrada la fuerza sobre la pisadera se aplica solamente a la entrada más desfavorable.



$$\begin{aligned} x_p &> 0 & y_p &> 0 \\ x_1 &> 0 & y_1 &= \frac{D_y}{2} \end{aligned}$$

$$F_s = 0,85 \cdot g \cdot Q = 25015,5 \text{ N}$$

- Esfuerzos de Flexión:

- Esfuerzos de flexión sobre las guías con respecto al eje de las Y, debida a las fuerzas de guiado:

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot x_p + F_s \cdot x_1}{2 \cdot h} \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

$$F_s = 25015,5 \text{ N}$$

$$P = 365,36 \text{ Kg}$$

$$x_p = 0,772 \text{ m}$$

$$x_1 = 1,1$$

$$h = 1,3 \text{ m (aprox)}$$

$$F_x = 11647,5 \text{ N}$$

$$M_x = 2,91 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\text{PERFIL T140 (} W_y = 51280 \text{ mm}^3 \text{)}$$

$$\sigma_y = 61,68 \text{ MPa}$$

- Esfuerzos de flexión sobre las guías con respecto al eje de las X, debido a las fuerzas de guiado:

$$F_y = \frac{F_s \cdot y_1}{\frac{n}{2} \cdot h} \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

$$F_s = 25015,5 \text{ N}$$

$$y_1 = 0,8 \text{ m}$$

$$n = 2$$

$$h = 1,3 \text{ m (aprox)}$$

$$F_y = 15394,15 \text{ N}; M_x = 3,85 \text{ N} \cdot \text{mm};$$

$$\text{PERFIL T140 (} W_x = 68010 \text{ mm}^3 \text{)}$$

$$\sigma_x = 59,47 \text{ MPa}$$

- Esfuerzo de pandeo:

Ningún esfuerzo de pandeo aparece durante el funcionamiento en utilización normal.

- Esfuerzos combinados:



$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 121,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \sigma_m + (k_3 \cdot M) / A = 121,15 \text{ MPa} \quad (K_3 = 0)$$

- Torsión en la base

Estas fórmulas se aplican a los dos casos de carga dados ( $F_x > F_y$ )

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

$$c = 17,5 \text{ mm}$$

$$\sigma_F = (1,85 \cdot 11647,5) / 17,5^2 = 70,36 \text{ MPa}$$

**PARA UN ACERO DE 520 MPa LA  $\sigma_{adm} = 230 \text{ MPa}$ , APLICANDO UN COEFICIENTE DE SEGURIDAD DE  $n = 2,25$ ;  $\sigma_m$ ,  $\sigma$ ,  $\sigma_F$  SON INFERIORES A ESE VALOR, POR LO QUE EL PERFIL T140 CUMPLE PARA ESTE CASO**

- Flechas:

$$\delta_x = 0,7 \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm} \qquad \delta_y = 0,7 \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm}$$

$$\delta_x = (0,7 \cdot 11647,5 \cdot 1333^3) / (48 \cdot 210000 \cdot 3300000) = 0,58 \text{ mm}$$

$$\delta_y = (0,7 \cdot 15394,15 \cdot 1333^3) / (48 \cdot 210000 \cdot 6600000) = 0,38 \text{ mm}$$

Según la norma EN81-2:

Para guías de perfil T las deflexiones máximas calculadas y permitidas son las siguientes:

- 5 mm en ambas direcciones para las guías de cabina, o masa de equilibrado, sobre las que actúan en paracaídas;
- 10 mm en ambas direcciones para las guías de masa de equilibrado donde no actúen paracaídas.

**PARA ESTE CASO LA DEFORMACION MAXIMA ES DE 10mm, Y SE OBTIENE UN CALCULO DE 0,58mm, POR LO QUE EL PERFIL T140 CUMPLE.**



### CONCLUSION SOBRE GUIAS

Se utilizan **2 guías de acero de 520MPa (acero S275JR, por recomendación de la norma ISO7465), las guías son perfiles tipo T140-2/B** colocadas sobre 2 pilares verticales que se calculan posteriormente, ancladas en el forjado superior y en el foso del hueco.

Denominación de las guías: ISO 7465-T140-2/B

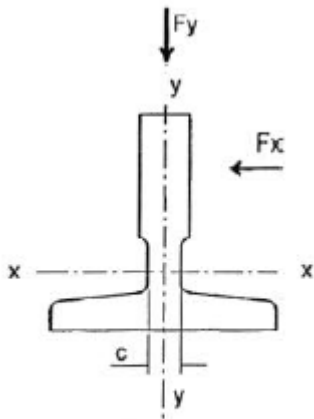


Fig. G.4 – Ejes del perfil de guía



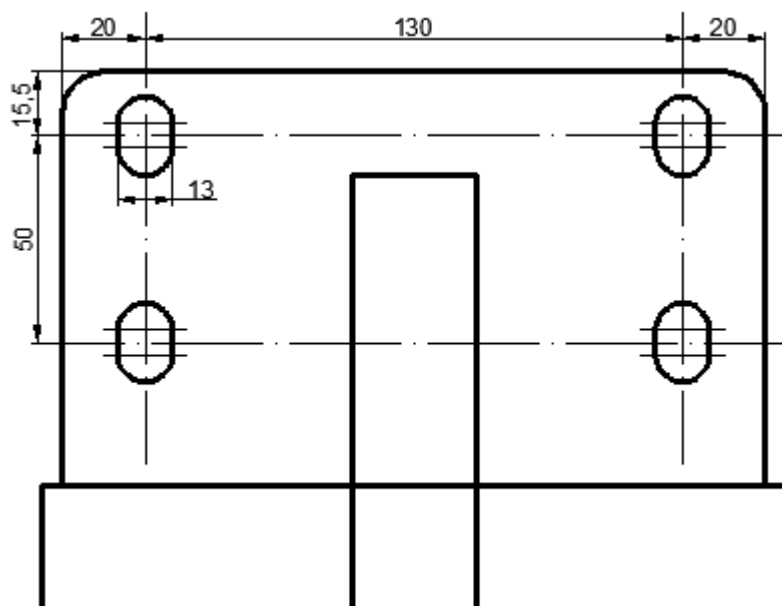
### RODADERAS DE LA CABINA SOBRE LAS GUIAS

Para el deslizamiento de la plataforma sobre las guías colocamos 4 rodaderas de ruedas, marca ETN, modelo RFGK1; seleccionado del catálogo CTV Rodaderas (CTV REF.: ETN300090)



Typo	Velocidad máx. (Car)	Velocidad máx. (CWT)	Capacidad máx. (Car)	Capacidad máx. (CWT)	Ø
RFGK 1 (CTV REF.: ETN300090)	4 m/s	4 m/s	2.000 Kg	-	75
RFGK 1A (CTV REF.: ETN300090-A)	4 m/s	4 m/s	2.000 Kg	-	75/100
RFGK 2 (CTV REF.: ETN300091)	4 m/s	4 m/s	2.500 Kg	-	100
RFGK 2A					

El soporte de las rodaderas tiene las siguientes dimensiones:



Este soporte va sujeto mediante tornillos de rosca métrica M12 (según DIN13) a un perfil L90.10, el cual se suelda directamente a las vigas verticales de la plataforma elevadora.





### CALCULO DE LOS TORNILLOS DE SOPORTE DE LAS RODADERAS:

Los tornillos que se utilizan son de rosca métrica ISO, y de grado métrico 5,8 ( $S_y=415\text{MPa}$ ).

Se utilizan tornillos de rosca métrica M12.

Los esfuerzos máximos que soporta cada guía son:

- $F_x=32124,4\text{ N}$
- $F_y=9055,4\text{ N}$

Sobre cada guía se colocan dos rodaderas, por lo que cada una de ellas aguanta la mitad de los esfuerzos.

En total hay ocho tornillos (cuatro en cada rodadera) que deben aguantar la resultante de las fuerzas:

$$V_{\text{tornillo}} = \frac{\sqrt{F_x^2 + F_y^2}}{8} = 4172,04\text{N}$$

Se comprueba el factor de seguridad:

$$\tau = \frac{P}{A} < S_{sy} = \frac{0,4S_y}{\eta} = \frac{4P}{\pi D^2}$$

$$\eta = \frac{0,4S_y\pi D^2}{4P} = \frac{0,4 * 415 * \pi * 10^2}{4 * 4172,04} = 4,5 > 2,5 \rightarrow \text{TORNILLOS RESISTENTES}$$

Longitud de tornillos: 10mm(perfil L90.10)+10mm(base rodadera)+10mm(tuerca M12 ISO4034)+10mm(extra)=40mm

Se colocan tornillos métricos de rosca M12, de longitud 40mm (norma ISO4014), con dos arandelas cada uno (norma ISO7089) y tuerca métrica M12 (ISO4034), dichos tornillos no son reutilizables en caso de desmontaje o sustitución del las rodaderas.

Los tornillos deben atornillarse con un par de apriete de:

$$0,75P_p < P_i < 0,9P_p$$

Para no poder reutilizar los tornillos

$$P_p = A_t * S_p$$

$$A_t = 84,3\text{mm}^2; S_p = 380\text{MPa}$$

Se utiliza un apriete de  $P_i = 0,8P_p = 0,8 * 84,3 * 380 = 25627,2\text{N}$

Para calcular el par de apriete se usa la formula simplificada sugerida por Shigley:

$$T = KP_id = \left[ \begin{matrix} K = 0,2 \\ d = 10\text{mm} \end{matrix} \right] = 0,2 * 25627,2 * 12 = 61505,3\text{N} \cdot \text{mm} = 61,51\text{N} \cdot \text{m}$$



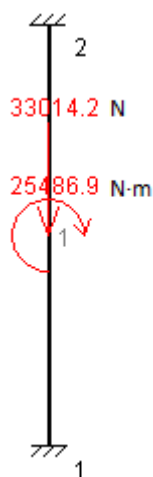
Las guías necesitan un soporte, y se atornillan mediante perfiles angulares a 2 pilares verticales, que aguantaran todos los esfuerzos transmitidos por las guías. Los pilares se soportan en la base del foso y en los forjados. Se colocan 2 soportes intermedios directamente sobre los pilares. Para el cálculo suponemos el pilar aislado de longitud 4m (separación entre plantas) y colocamos la masa de la plataforma + carga nominal sobre la altura media del pilar con una excentricidad, lo que provoca un momento flector y un esfuerzo axial en el punto medio del pilar, a estas cargas les aplicamos el coeficiente de mayoración más crítico utilizado en el cálculo del bastidor (2, por el paracaídas progresivo) además aplicamos un coeficiente de seguridad de 3, ya que no vamos a tener en cuenta el peso del cerramiento de la plataforma ni de los demás dispositivos instalados en el bastidor, solo el peso de su estructura principal.

La carga a tener en cuenta es:

PESO TOTAL= 365,36 Kg

$X_p=0,772m$  (Distancia de situación de la carga respecto a las guías)

Los esfuerzos se distribuyen en cada uno de los 2 pilares; diagrama de la carga:



En el punto medio del pilar se producen los esfuerzos máximos:

- $M=12743,5M \cdot m$
- $N=16507N$

Los pilares se colocan de modo que se pueda atornillar los soportes de las guías en el ala.

Se van a utilizar perfiles HEB140 con acero S275JR de límite elástico  $f_y=275Mpa$

Coficiente de seguridad:  $\eta=2,5$

Para admitir como válido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n * \sigma_{max}$

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M_Y}{W_Y} + \frac{M_Z}{W_Z}$$

Probamos con el perfil HEB140:

- $A=4300mm^2$
- $W_Y=216000mm^3$

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M_Y}{W_Y} + \frac{M_Z}{W_Z} = 62,83MPa$$

$f_y = 275 > 2,5 * 62,83 = 157MPa$  **El perfil HEB140 es válido para el pilar de soporte de las guías**

TORNILLOS DE SOPORTE DE LAS GUIAS



Cada una de las guías se soporta a los pilares por seis soportes de longitud 180mm, contruidos con perfil L150.75.12.

Los esfuerzos máximos que soporta cada guía son:

- $F_x=32124,4$  N (además del esfuerzo cortante sobre los tornillos provoca un momento flector sobre la base que también los tornillos tiene que aguantar)  
 $N_{\text{TORNILLOS}}=F_x \cdot Y_{F_x} / X_{\text{entre tornillos}}=30645$  N
- $F_y=9055,4$  N

Además cuando se produce el accionamiento del paracaídas progresivo, todo el peso de la plataforma más la carga se soporta sobre las guías, provocando sobre cada una de las guías un esfuerzo vertical de:

- $F_z=k_2(P+Q)/2=34335$  N
  - $k_2=2$  (paracaídas progresivo)
  - $P=365,36$  Kg (tomamos 500Kg, por el resto de dispositivos no tenidos en cuenta)
  - $Q=3000$  Kg

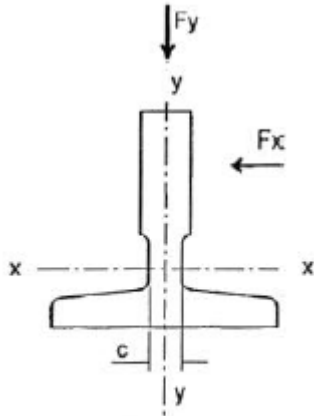


Fig. G.4 – Ejes del perfil de guía

De los esfuerzos descritos los tornillos deben soportar los esfuerzos de tracción y de cortadura siguientes:

- $V = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} = 47020$  N
- $N = 30645$  N

Esfuerzos repartidos entre veinticuatro (24) tornillos (seis soportes, cuatro tornillos por soporte).

Esfuerzo por tornillo:

- $V = \frac{\sqrt{F_x^2 + F_z^2}}{24} = 1959.17$  N
- $N = \frac{30645}{24} = 1277$  N

El tamaño de guías seleccionado requiere tornillos de métrica M20, según la norma ISO7465, los cuales se comprueban para los esfuerzos requeridos. Los tornillos que se utilizan son de rosca métrica ISO, y de grado métrico 5,8 ( $S_y=415$ MPa).

Longitud de tornillos: 12mm(perfil L100.75.12)+17,5mm(espesor max base guia)+16mm(tuerca M20 ISO4034)+10mm(extra)=55,5 mm->L=60mm, longitud roscada=46mm

- Comprobación de cortante:



$$\tau = \frac{P}{A} < S_{Sy} = \frac{0,4S_y}{\eta} = \frac{4P}{\pi D^2}$$

$$\eta = \frac{0,4S_y \pi D^2}{4P} = \frac{0,4 * 415 * \pi * 20^2}{4 * 1959,17} = 26 > 2,5 \rightarrow \text{TORNILLOS RESISTENTES}$$

Los tornillos deben atornillarse con un par de apriete de:

$$0,75P_p < P_i < 0,9P_p$$

Para no poder reutilizar los tornillos  $P_p = A_t * S_p$

$$A_t = 245\text{mm}^2; S_p = 380\text{MPa}$$

Se utiliza un apriete de  $P_i = 0,8P_p = 0,8 * 145 * 380 = 44080\text{N}$

Para calcular el par de apriete se usa la formula simplificada sugerida por Shigley:

$$T = KP_i d = \left[ \frac{K = 0,2}{d = 10\text{mm}} \right] = 0,2 * 44080 * 20 = 176320\text{N} \cdot \text{mm} = 176,32\text{N} \cdot \text{m}$$

- Comprobación a separación de junta:

El factor de seguridad contra separación de junta se calcula de la siguiente forma:

$$\eta = \frac{P_i}{P_{max}(1 - C_k)} =$$

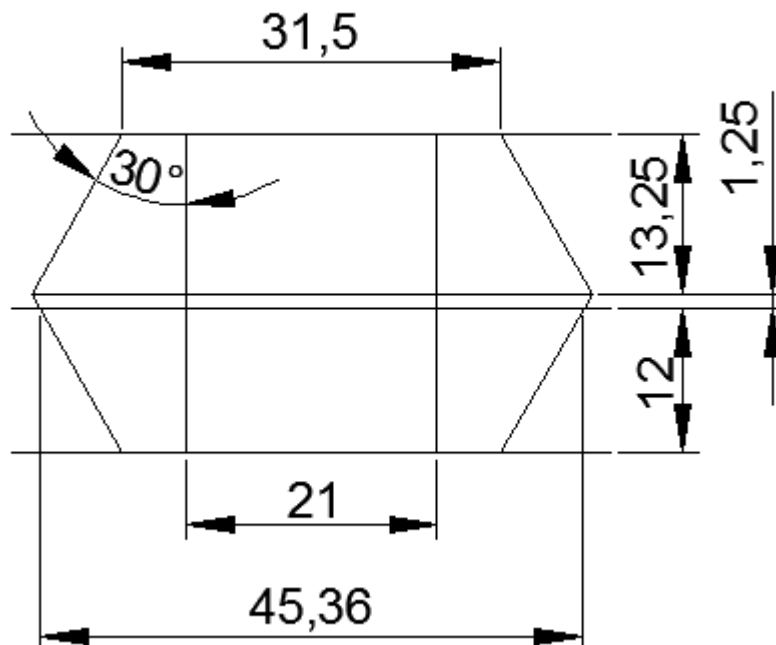
coeficiente adimensional de rigidez:  $C_k = \frac{k_b}{k_b + k_j}$

$k_b \rightarrow$  rigidez del tornillo;  $\frac{1}{k_b} = \frac{4}{\pi E} \left[ \frac{L_{se}}{d_c^2} + \frac{L_{te}}{d_r^2} \right]$

$$= \frac{4}{\pi E} \left[ \frac{L_s + 0,4d_c}{d_c^2} + \frac{L_t + 0,4d_r}{d_r^2} \right] \left[ \begin{array}{l} L_s = 14\text{mm} \\ d_c = 20 \\ l_t = 46\text{mm} \\ d_r = 16,933\text{mm} \end{array} \right]; k_b = 690\text{KN/mm}$$

$k_j \rightarrow$  rigidez de la junta:  $\frac{1}{k_j} = \sum \frac{1}{k_i}$

La junta está formada por 3 partes:





$$k_{ji} = \frac{E\pi d_c \tan\alpha}{\ln \left[ \frac{(2L_i \tan\alpha + d_i - d_c)(d_i + d_c)}{(2L_i \tan\alpha + d_i + d_c)(d_i - d_c)} \right]}$$

TRONCO	Dc	Li	Di	Ln	E (GPa)	Kj (KN/mm)
1	21	13,25	31,5	0,643245	210	12435,16
2	21	1,25	45,35	0,036	210	221789,2
3	21	12	31,5	0,6072	210	13173,5

$$k_j = 6217,5 \text{KN/mm}$$

$$\text{coeficiente adimensional de rigidez: } C_k = \frac{k_b}{k_b + k_j} = \frac{690}{690 + 6217,5} = 0,1$$

$$\eta = \frac{P_i}{P_{max}(1 - C_k)} = \frac{44080}{1277 * (1 - 0,1)} = 38 \rightarrow \text{NO se produce separacion de la junta}$$



### CALCULO DE CABLES DE ELEVACIÓN

- Debe haber al menos 2 cables o cadenas independientes.
- $\eta \geq 8$
- Resistencia de los cables: 1550MPa o 1770 MPa, para cables de 1 sola resistencia
- Los cables se colocan totalmente verticales, por lo que no originan esfuerzos extras en la plataforma.

Para la elevación del montacargas se utilizan 4 cables agrupados de 2 en 2 en cada lado del pistón.

Cada cable soporta la cuarta parte del peso del conjunto plataforma + carga nominal

Peso plataforma: 365,36 Kg, calculado en la sección de cálculo de la plataforma

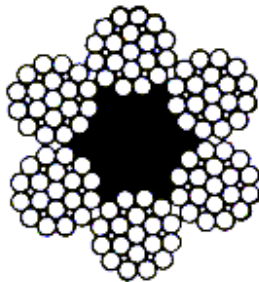
Carga nominal: 3000 Kg

Carga en cada uno de los cables:

$$(3000+365,36)/4=841,34 \text{ Kg}$$

$$P_{adm} = P_{x \text{ cable}} \cdot n = 6730,72 \text{ Kg} ; \text{ Resistencia mínima de los cables}$$

De la siguiente tabla se selecciona el cable **6x25F+1, con D=10mm** (diámetro), que aguanta una carga de rotura calculada de 7070 Kg.



<u>Composición:</u>	6x25F+1	<u>Cordones:</u>	6
<u>Alma:</u>	Textil	<u>Hilos:</u>	150
<u>Superficie:</u>	Galvanizada	<u>Factor f:</u>	0,5
<u>Arrollamiento:</u>	Cruzado derecha (sZ)	<u>Factor k:</u>	0,86
<u>Resistencia:</u>	180 [kg/mm <sup>2</sup> ]	<u>Factor w:</u>	0,9682

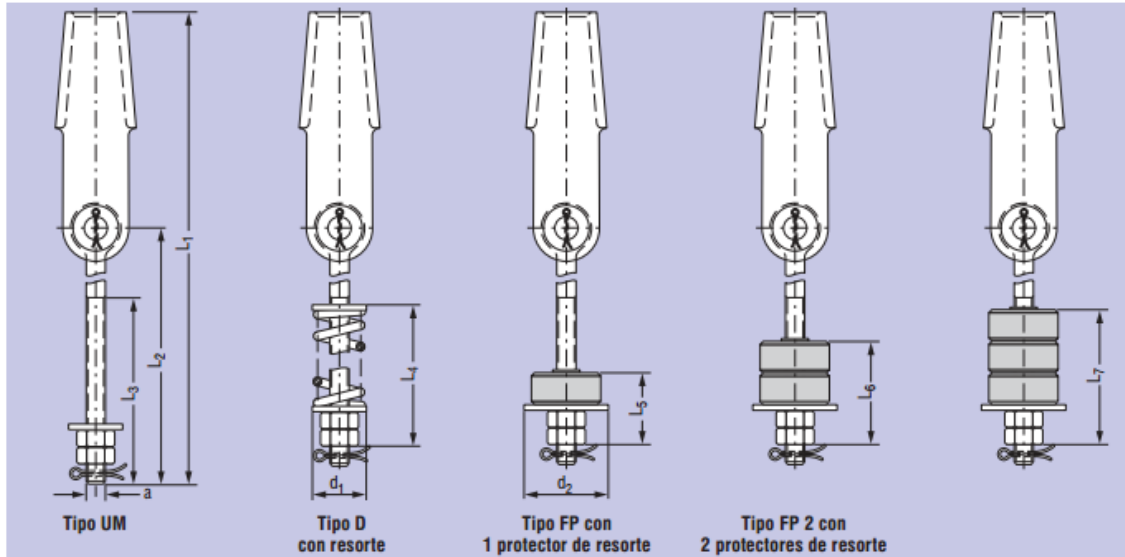
**DIN 3057** - Tabla de cargas de rotura y densidades lineales:

<u>Diámetro nominal</u> [mm]	<u>Tolerancia</u> [%]	<u>Peso aprox.</u> [kg/m]	<u>Carga de rotura calculada</u> [kg]	<u>Carga de rotura mínima</u> [kg]
8	+5/-0%	0,243	4.520	3.890
9	+5/-0%	0,308	5.730	4.920
10	+5/-0%	0,38	7.070	6.080
11	+5/-0%	0,46	8.550	7.360
12	+5/-0%	0,548	10.200	8.750
13	+5/-0%	0,643	11.900	10.300
14	+5/-0%	0,745	13.900	11.900
15	+5/-0%	0,855	15.000	13.700



Aun se puede añadir  $\frac{4 \cdot 7070}{8} - (3000 + 365,36) = 170 \text{ Kg}$  de peso total y se sigue manteniendo el coeficiente de seguridad de al menos 8.

Los cables de acero se anclarán a una viga HEB220 colocada en el fondo del foso mediante tensores de cuña simétricos EN 13411-7 (DIN 15 315) que cumplen con la norma EN81.1.

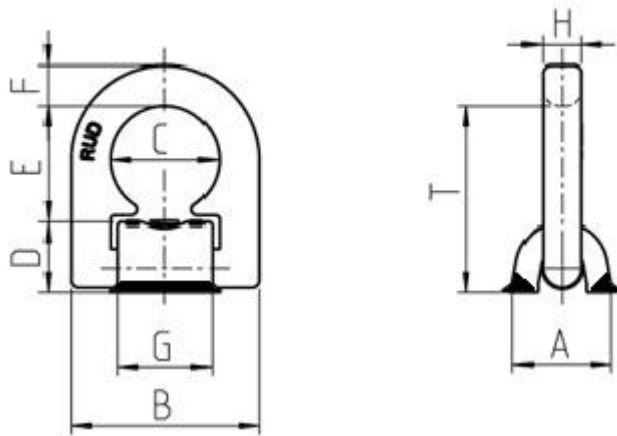


Torón-Ø d	Tamaño nominal	a	Tamaño normal			Tamaño normal Tipo UM	Tipo D			Tipo FP			Tipo FP 2		Tipo FP 3	
			L1** mm	L2* mm	L3 mm	appr. kg	d1 mm	L4 mm	appr. kg	d2 mm	L5 mm	appr. kg	L6 mm	appr. kg	L7 mm	appr. kg
4 - 5	5	M10	276	180	70	0,420	25	85,5	0,510	40	38	0,361	55	0,373	72	0,384
5 - 6,5	6,5	M10	264	180	70	0,380	25	85,5	0,470	40	38	0,401	55	0,414	72	0,424
6 - 8	8	M12	450	320	150	0,780	45	167	1,420	50	51	0,870	79	0,900	107	0,930
<b>9 - 11</b>	<b>11</b>	<b>M16</b>	<b>484</b>	<b>320</b>	<b>150</b>	<b>1,650</b>	<b>45</b>	<b>173</b>	<b>2,490</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>1,785</b>	<b>87</b>	<b>1,815</b>	<b>115</b>	<b>1,850</b>
12 - 14	14	M20	598	400	150	3,230	54	202	4,500	68	65	3,530	93	3,570	121	3,610
15 - 17	17	M24	674	450	150	5,300	65	248	8,150	80	74	5,830	102	5,910	130	5,990

A la plataforma de elevación los cables se sujetan mediante cáncamos soldados en posición adecuada:

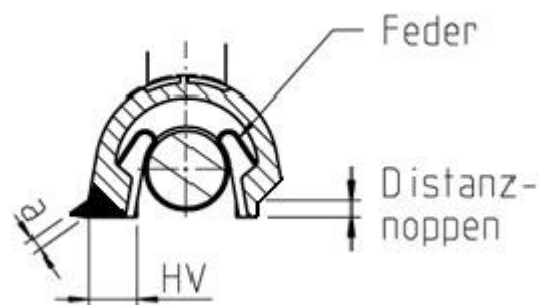
Serán soldados en obra para asegurar la total verticalidad de los cables



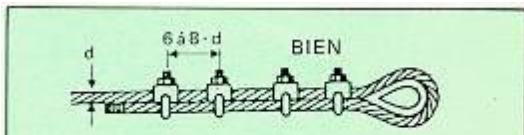


Peso 0,35 kg  
Capacidad 1500 kg

A: 33.0 mm  
B: 66.0 mm  
T: 65 mm  
C: 38 mm  
D: 25 mm  
E: 40 mm  
F: 14 mm  
G: 33 mm  
H: 14 mm



Los cables tanto en el tensor como en el cáncamo se aseguran con abrazaderas de la siguiente forma:



Por la disposición de todos los elementos del conjunto los cables deben tener una longitud de 7750mm cada uno de los 4.





### CALCULO DE POLEAS DE ELEVACION

Según la norma EN 81-31:2010

La relación entre los diámetros primitivos de poleas y tambores, y el diámetro nominal de los cables de suspensión, debe ser al menos de 30.

$$D_{\text{poleas}} = 30 * 10 = 300 \text{ mm (diámetro primitivo)}$$

Se necesitan 2 poleas de doble garganta, que alojaran 2 cables cada una de ellas.



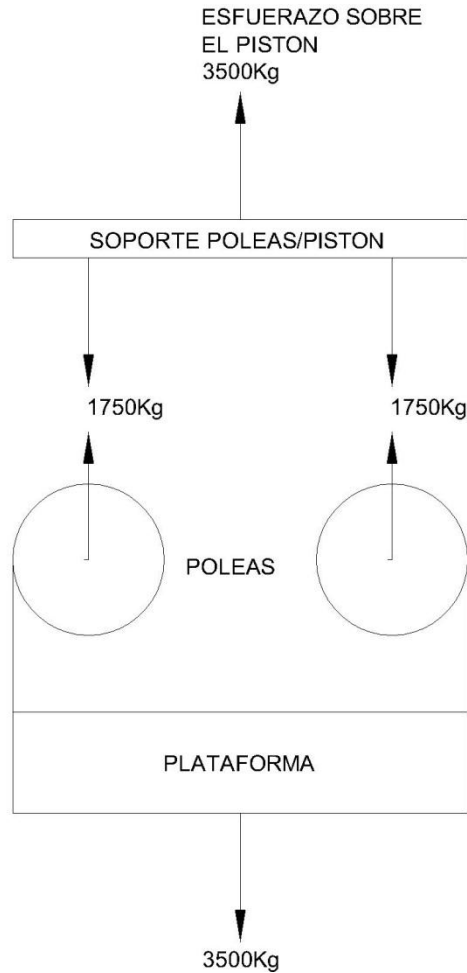
Nº	Especificaciones	Tipo de Rodamiento
1	Φ320-3-Φ8-12	6208-RS
2	Φ320-4-Φ8-12	6208-RS
3	Φ400-4-Φ8-12	6212-RS
4	Φ400-4-Φ10-15/16	6212-RS
5	Φ400-5-Φ10-15/16	6212-RS
6	Φ400-6-Φ10-15/16	6212-RS

Soporte del eje las poleas:

Las poleas van a estar sujetas a la viga de elevación por unas placas que sostendrán el eje desde sus 2 extremos.

Diagrama de fuerzas sobre las poleas:

Pt=peso total de la plataforma+carga nominal=3365,36Kg (tomamos 3500Kg, para compensar el resto de dispositivos sobre la plataforma).



Dimensiones de la placa:

Cada polea se sujeta por 2 placas, por lo que cada una soporta un esfuerzo axial igual a  $1750\text{Kg} \cdot g/2$  N.

- Para evitar aplastamiento por compresión:

$$\sigma = \frac{\frac{P_t}{2}}{d_c t_m} = \frac{275}{n}; \quad \begin{array}{l} d_c = \text{diametro agujero} \\ t_m = \text{espesor placa} \\ n = \text{coef. seguridad} = 2,5 \end{array}$$

$$t_m = 3,9\text{mm} \rightarrow t_m = 4\text{mm}$$

- Para evitar el fallo por tensión en la placa:

$$\sigma = \frac{\frac{P_t}{2}}{(b - N d_c) t_m} = \frac{275}{n}; \quad \begin{array}{l} d_c = \text{diametro agujero} \\ t_m = \text{espesor placa} \\ n = \text{coef. seguridad} = 2,5 \\ b = \text{anchura total de la placa} \\ N = \text{numero agujeros en la placa} = 1 \end{array}$$

$$b = \frac{\frac{P_t}{2} n}{275 t_m} + d_c = 79,02\text{mm} \rightarrow b = 100\text{mm}$$



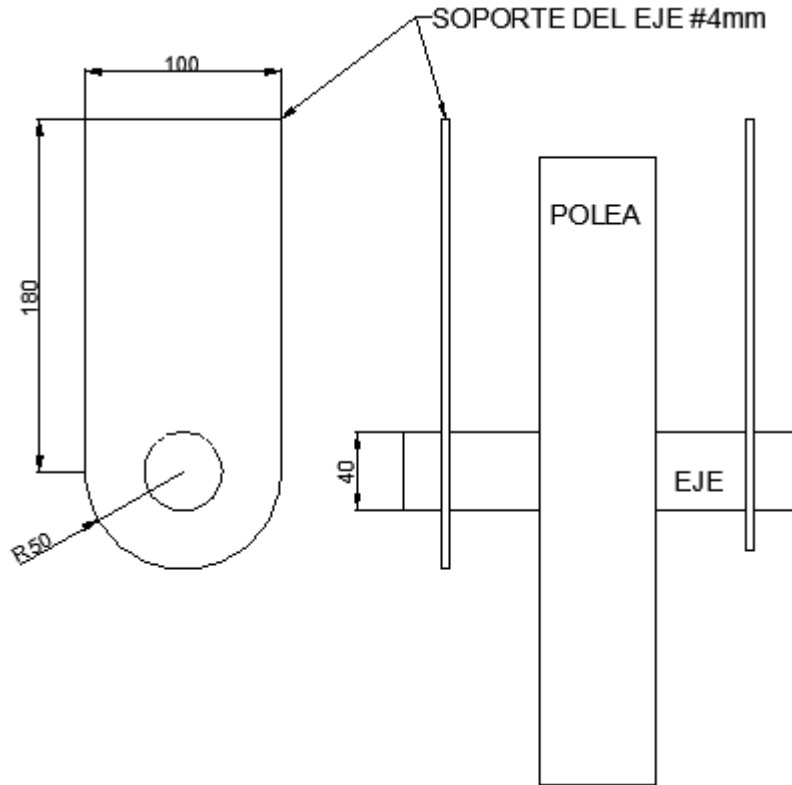
U.P.C.T.  
E.T.S.I.I.

**PROYECTO FIN DE CARRERA**  
DOCUMENTO Nº1 – MEMORIA  
ANEJOS A LA MEMORIA

Ruben Molina del Toro  
Fecha: 24/10/2012

Revision (0)

Hoja **66** de  
**80**



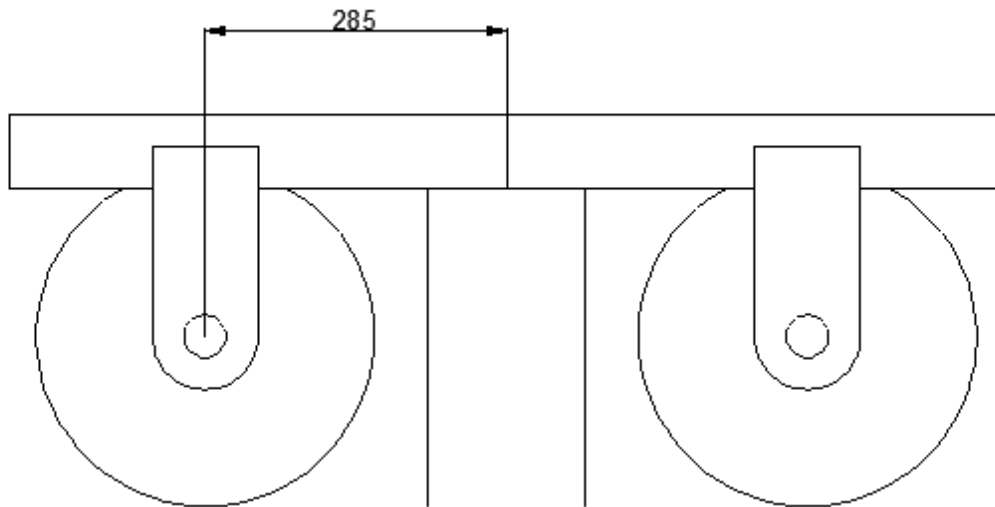


### UNION POLEAS PISTON

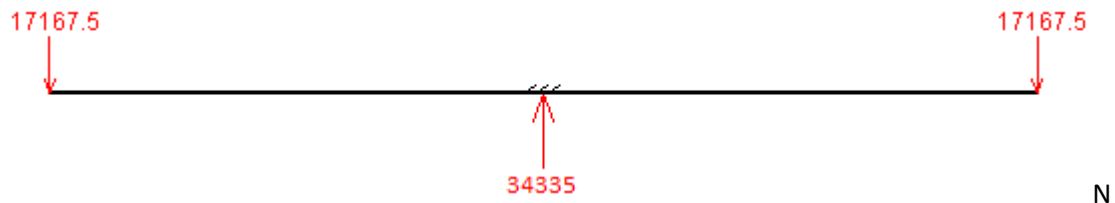
La unión de las poleas y el pistón se realiza mediante un perfil UPN120 (primero que puede alojar el pistón en su interior, por su  $D=90\text{mm}$ ) colocado con la abertura hacia abajo. En las alas se colocaran los soportes de los ejes de las poleas, y en el alma se alojara en tornillo que mantendrá unido el perfil con el pistón de elevación.

Comprobamos el perfil:

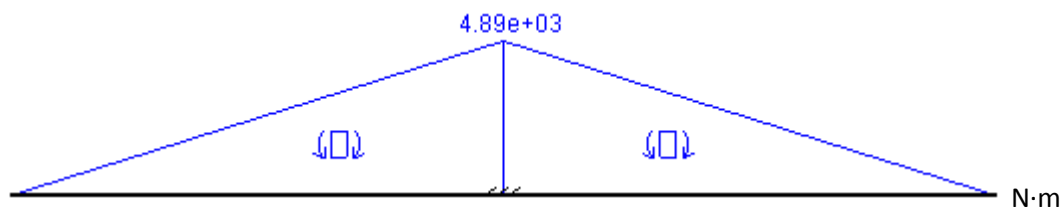
Disposición poleas/pistón



Representación de la carga:



Momento flector en el perfil:



### **COMPROBACION DEL PERFIL UPN120 PARA EL ESTADO DE CARGAS**

Coefficiente de seguridad:  $\eta=2,5$

Para admitir como válido un perfil debe cumplirse:  $f_y \geq n * \sigma_{max}$  ;  $f_y=275\text{MPa}$ (acero S275JR)

Tensión Normal por momento flector:  $\sigma=(M \cdot c)/I$



U.P.C.T.  
E.T.S.I.I.

**PROYECTO FIN DE CARRERA**  
**DOCUMENTO Nº1 – MEMORIA**  
**ANEJOS A LA MEMORIA**

Ruben Molina del Toro  
Fecha: 24/10/2012

Revision (0)

Hoja **68** de  
**80**

UPN120	c=16mm I <sub>y</sub> =432000mm <sup>4</sup>		
SITUACION DE CARGA	M <sub>y</sub> (N·m)	σ <sub>max</sub>	η
1	4892,7	181,21	1,52

NO ES VALIDO EL PERFIL UPN120

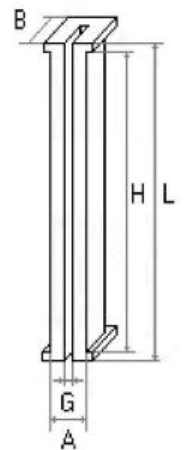
Perfil UPN160	A=2400mm <sup>2</sup> c=18,4mm I <sub>y</sub> =853000mm <sup>4</sup>		
SITUACION DE CARGA	M <sub>y</sub> (N·m)	σ <sub>max</sub>	η
1	4892,7	105,54	2,6

**PERFIL UPN160 VALIDO**

El Perfil UPN160 tiene una longitud de 1180mm y en sus extremos se instalan unos soportes que alojaran las deslizaderas que aseguraran la verticalidad del pistón y de las poleas, con respecto a la plataforma.

Detalle de las deslizaderas:

COZ1400695	Rozadera 6 x 140 (Adiprene)	6	141	151	19	29
COZ1401095	Rozadera 10 x 140 (Adiprene)	10	141	151	22	35
COZ9CENIA95	Rozadera 9 x 132 Cenia	9	132	150	20	32
COZ9CAUSI95	Rozadera 9 x 106 Causi	9	106	113	23	36
IHZBN11009Z	Rozadera 9 x 112 "BN"	9	112	124	18	21
<b>IHZ10030RZ</b>	<b>Rozadera 30 x 100 R-30</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>107</b>	<b>45</b>	<b>31</b>
IHZ10040RZ	Rozadera 40 x 100 R-40	40	100	107	54	31
COZ100595	Rozadera 5 x 100	5	100	110	18	29
IHZ14006Z	Rozadera 6 x 140 G-6	6	140	150	30	28
IHZ14008Z	Rozadera 8 x 140 G-8	8	140	150	30	28
IHZ14009Z	Rozadera 9 x 140 G-9	9	140	150	30	28
COZ1100895	Rozadera 8 x 110	9	110	120	23	34
COZ1100995	Rozadera 9 x 110	10	110	120	23	34
IHZ14014Z	Rozadera 14 x 140 G-14	14	140	150	30	28
IHZ14016Z	Rozadera 16 x 140 G-16	16	140	150	30	28



Material: plástico vulcanizado de gran resistencia al desgaste



### CALCULO DE LOS TORNILLOS SE SUJETAN LAS POLEAS AL PERFIL UPN160

Cada una de las 4 piezas que soportan las poleas se instalan sobre el perfil UPN160 mediante 2 tornillos roscados cada uno.

Los tornillos que se utilizan son de rosca métrica ISO, y de grado métrico 5,8 ( $S_y=415\text{MPa}$ ).

Diámetro mínimo de los tornillos para para soportar el esfuerzo cortante:

$$V_{\text{TORNILLO}}: 1750 * 9,81 / 4 = 4291,875 \text{ N}$$

$$\tau = \frac{P}{A} < S_{Sy} = \frac{0,4S_y}{\eta} = \frac{4P}{\pi D^2}$$

$$D = \sqrt{\frac{\eta 4p}{0,4S_y\pi}} = \sqrt{\frac{2,5 * 4 * 4291,875}{0,4 * 415 * \pi}} = 9,07 \text{ mm}$$

Se colocan tornillos métricos de rosca M10 de longitud de 30mm con tuerca y dos arandelas cada uno, modelo de la norma ISO4014.

Los tornillos deben atornillarse con un par de apriete de:

$$\begin{aligned} P_i &\leq 0,75P_p \\ \text{Para poder reutilizar los tornillos} \quad P_p &= A_t * S_p \\ A_t &= 58 \text{ mm}^2; S_p = 380 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Se utiliza un apriete de  $P_i = 0,5P_p = 0,5 * 58 * 380 = 11020 \text{ N}$

Para calcular el par de apriete se usa la formula simplificada sugerida por Shigley:

$$T = KP_id = \left[ \begin{matrix} K = 0,2 \\ d = 10 \text{ mm} \end{matrix} \right] = 0,2 * 11020 * 10 = 22040 \text{ N} \cdot \text{mm} = 22,04 \text{ N} \cdot \text{m}$$



### CALCULO DE PISTON, CILINDRO Y CANALIZACIONES

Se determina la longitud mínima total del pistón más el cilindro:

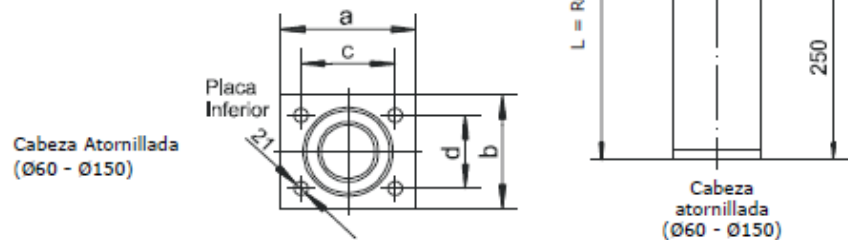
- Distancia entre plantas: 4m
  - Altura de la plataforma: 1,1m
  - Diámetro de poleas: 0,3m
  - Soporte de poleas y pistón: 0,075m
  - Anclaje del pistón en foso (profundidad): 0,5m
  - Recorridos extra: 0,5m
- LONGITUD TOTAL: 6,475m (L=6,5m)

Se utiliza el siguiente tipo de pistón hidráulico del catálogo de MP Ascensores, producto Cilindros MP:

#### **CILINDROS SIMPLES**

##### **Cilindros de Acción Indirecta**

- Cilindros para ascensores hidráulicos en relación 2 : 1.
- Entrada de aceite inferior o superior.
- Opción de suministro en 2 piezas.
- Tolerancia del pistón  $\pm 0.1$  mm.
- Rugosidad del pistón  $0.4 \cdot m - 0.8 \cdot m$
- Máxima presión estática = 45 bar.
- Se suministra :
  - Válvula paracaídas.
  - Macarrón para retorno de fugas.
- Con tope de amortiguación formando parte del cilindro.
- Para diámetros 60 - 150 cabeza atornillada.
- Del recorrido total del cilindro 40 mm son amortiguados
- Con placa base para fijar al foso de espesor 20 mm.



Características mecánicas del pistón:



Material del émbolo : Tubo DIN 2393, St 52 BKW

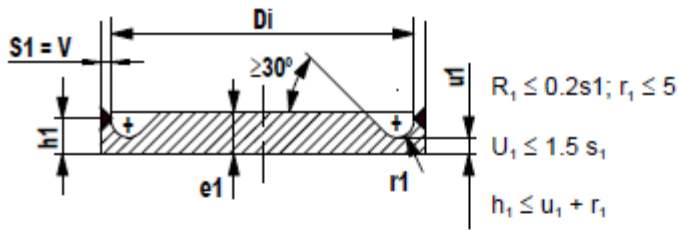
- Límite convencional de elasticidad . . . .  $R_{p0.2} = 385 \text{ N/mm}^2$
- Resistencia a tracción . . . . .  $R_m = 550 \text{ N/mm}^2$

Material de la camisa : Tubo DIN 1626, St 52

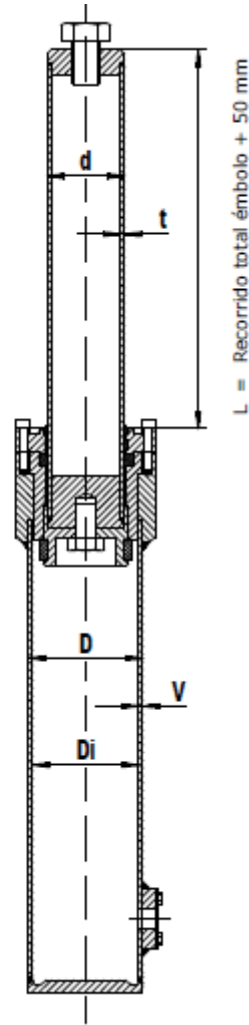
- Límite convencional de elasticidad . . . .  $R_{p0.2} = 355 \text{ N/mm}^2$
- Resistencia a tracción . . . . .  $R_m = 510 \text{ N/mm}^2$

Material del fondo : Fe 510 C

- Límite convencional de elasticidad . . . .  $R_{p0.2} = 355 \text{ N/mm}^2$
- Resistencia a tracción . . . . .  $R_m = 510 \text{ N/mm}^2$

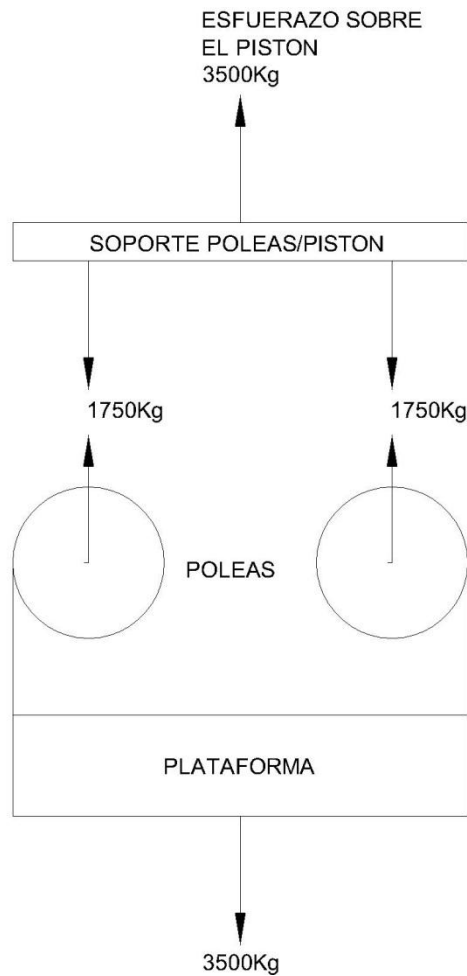


FONDO LISO CON RANURA DE DESAHOGO



El pistón debe elevar una carga de 3500Kg, valor obtenido en el cálculo del soporte de poleas/pistón.





Determinación del diámetro interior del cilindro en función de la presión estática máxima de funcionamiento:

$$P_{est} = \frac{3500 * 9,81(N)}{A_{piston}(m^2)} = 45 * 10^5(Pa); 45 * 10^5 = \frac{3500 * 9,81}{\frac{\pi D^2}{4}}; D = 0,099m = 99mm$$

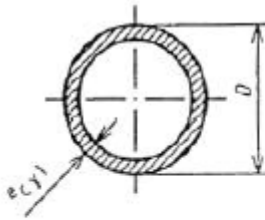
Características generales de los posibles pistones a utilizar:

Referencia	D	C	Espesor	D <sub>a</sub>	D <sub>b</sub>	D <sub>c</sub>	H <sub>o</sub>	Aceite (l/m)	Ac. útil (l/m)	a	b	c	d
60 x 5	60	33	5	125	126	101.6	210	7	2.8	200	140	140	80
70 x 5 / 70 x 7.5	70	33	5 / 7.5	136	126	101.6	210	7	3.8	200	150	140	90
80 x 5 / 80 x 7.5	80	33	5 / 7.5	153	142	114.3	210	8.9	5.0	200	160	140	100
90 x 5 / 90 x 7.5	90	33	5 / 7.5	163	160	133.0	210	12.1	6.4	200	170	140	110
100 x 5 / 100 x 7.5	100	33	5 / 7.5	173	167	140.0	210	13.5	7.9	300	200	240	140
110 x 5 / 110 x 7.5	110	41	5 / 7.5	185	191	159.0	220	17.4	9.5	300	200	240	140
120 x 5 / 120 x 7.5	120	41	5 / 7.5	195	191	159.0	220	17.4	11.3	300	200	240	140
130 x 5 / 130 x 7.5	130	38	5 / 7.5	210	212	177.8	220	21.8	13.3	300	230	240	170
150 x 6	150	38	6	235	230	193.7	220	26	17.7	400	250	350	200

Se preselecciona el modelo con un diámetro de pistón de 90mm, a continuación se determina el espesor de la pared del cilindro.



Determinación del espesor del cilindro para la presión estática máxima:



$$e_{cyl} \leq \frac{2,3 \cdot 1,7 \cdot p \cdot D}{R_{p0,2}} + e_0$$

$e_0 = 1,0$  mm para las paredes y fondos de los cilindros y las canalizaciones rígidas entre el cilindro y la válvula paracaídas, si existe;  
 $= 0,5$  mm para el émbolo y las otras canalizaciones rígidas;

$2,3 =$  coeficiente de pérdidas por fricción (1,15) y picos de presión (2);

$1,7 =$  coeficiente de seguridad en relación al límite convencional de elasticidad.

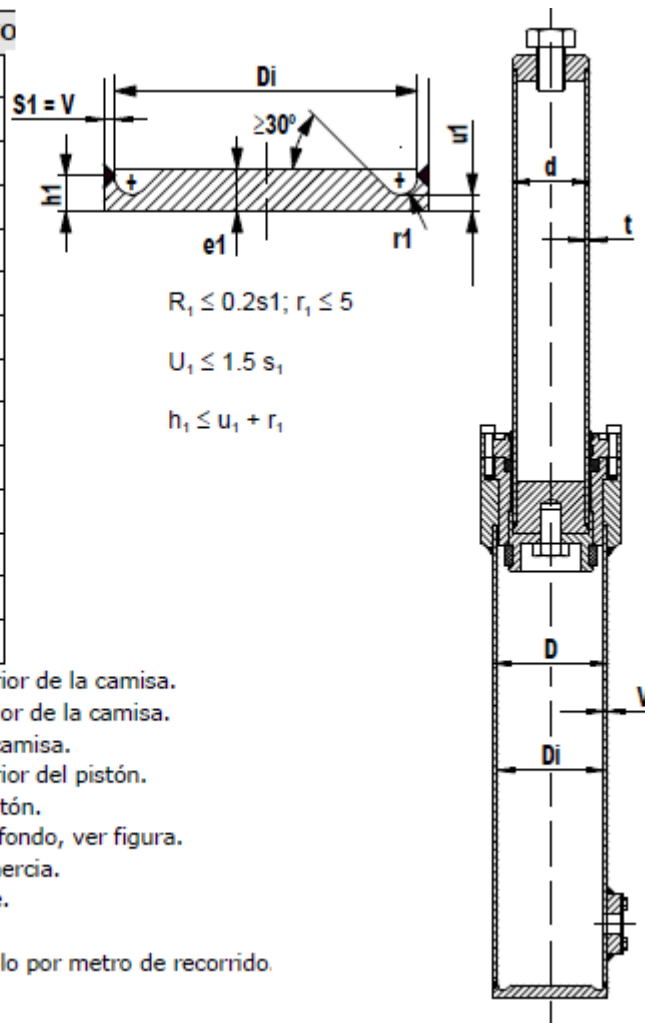
$$e_{cyl} = \frac{2,3 \cdot 1,7 \cdot 4,5 \text{ MPa}}{355 \text{ MPa}} \cdot \frac{133 \text{ mm}}{2} + 1 = 4,3 \text{ mm}$$

Selección del cilindro/pistón: modelo 90x5

Características geométricas, mecánicas y peso del modelo 90x5:

**DENOMINACION DEL PRODUCTO**

Magnitud	90 x 5
D ( mm )	133.0
Di ( mm )	124
v ( mm )	4.5
d ( mm )	90.0
t ( mm )	5.0
h1 ( mm )	12.0
r1 ( mm )	6.0
u1 ( mm )	6.0
e1 ( mm )	15.0
Pr ( kg/m )	10.4
Jn ( cm <sup>4</sup> )	121.00
i <sub>n</sub> ( cm )	3.01
An ( cm <sup>2</sup> )	13.35



- D ..... Diámetro exterior de la camisa.
- Di ..... Diámetro interior de la camisa.
- v ..... Espesor de la camisa.
- d ..... Diámetro exterior del pistón.
- t ..... Espesor del pistón.
- h1, r1, u1, e1 ... Geometría del fondo, ver figura.
- Jn ..... Momento de Inercia.
- An ..... Área resistente.
- i<sub>n</sub> ..... Radio de giro.
- Pr ..... Masa del émbolo por metro de recorrido.



Referencia	Peso Fijo en 1 Pieza (Kg)	Peso Fijo en 2 Piezas (Kg)	Peso por Recorrido (Kg/m)
60 x 5	12	24	15
70 x 5	14	29	17
70 x 7,5	14	29	21
80 x 5	16	36	21
80 x 7,5	16	36	33
90 x 5	20	50	25
90 x 7,5	20	50	30
100 x 5	22	58	26

Peso total = Peso fijo + R (m) x Peso por recorrido  
R : recorrido total del cilindro

Comprobaciones a realizar sobre el cilindro/pistón 90x5:

- Comprobación a pandeo:

$$\text{Carga aplicada sobre pistón (N) : } F_5 = 1,4 \cdot 9,8 \cdot \left[ \frac{c_m(P+Q)}{n} + 0,64P_r + P_{rh} \right]$$

$$\text{Carga admisible sobre pistón (N) : } F_{\max} = \frac{An}{2} \left[ Rm - (Rm - 210) \left( \frac{\lambda}{100} \right)^2 \right]; \lambda < 100$$

$$F_{\max} = \frac{\pi^2 EJ_n}{2L^2}; \lambda \geq 100; \lambda = \frac{L}{i_n}$$

$$\text{Criterio de validez : } F_5 \leq F_{\max}$$

P ... Masa de cabina vacía (Kg)	An .. Área resistente (mm <sup>2</sup> )
Q ... Carga nominal (Kg)	Jn .. Momento de inercia (mm <sup>4</sup> )
Pr .. Masa del émbolo (Kg)	in .. radio de giro (mm)
Prh .. Masa cabezal de poleas (Kg)	E ... Módulo elasticidad acero (2,1 x 10 <sup>5</sup> N/mm <sup>2</sup> )
L ... Longitud total del pistón (mm)	λ ... Esbeltez
n ... número de cilindros	Rm .. Resistencia a tracción (N/mm <sup>2</sup> )
cm .. coeficiente de suspensión diferencial	Rp0.2 Límite convencional elasticidad (N/mm <sup>2</sup> )
d ... Diámetro exterior del pistón (mm)	Di .. Diámetro interior de camisa (mm)
D .. Diámetro exterior tubo a calcular (mm)	r1 .. Radio ranura (mm)
eo .. Sobrespesor de corrosión, 0,5 pistón, 1,0 mm camisa.	

$$F_5 = 1,4 * 9,81 * \left[ 2 * (3500) + 0,64 * \left( 20 + 25 * \frac{6,5}{2} \right) \right] = 97027,96N$$

El valor de Prh viene incluido en el ajuste realizado en el cálculo de las poleas.

$$\lambda = l_{\text{piston}} / i_n = (6500/2) / 30,1 = 107,97$$

$$F_{\max} = \frac{\pi^2 EJ_n}{2L^2} = 118715N; F_5 < F_{\max}; \text{PISTON VÁLIDO}$$



U.P.C.T.  
E.T.S.I.I.

**PROYECTO FIN DE CARRERA**  
DOCUMENTO Nº1 – MEMORIA  
ANEJOS A LA MEMORIA

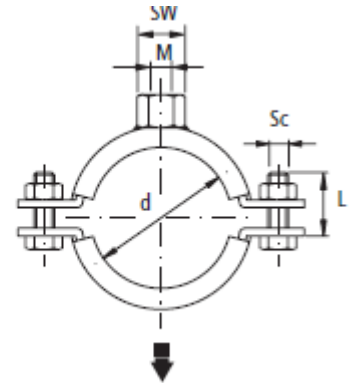
Ruben Molina del Toro  
Fecha: 24/10/2012

Revision (0)

Hoja **75** de  
**80**

El Pistón se ancla por su base a un perfil de acero S275JR HEB220, en el que también se sujetaran los cables.

El cilindro se sujetara por su cabeza a un perfil de acero UPN80 adecuadamente colocado mediante 1 abrazadera, con el fin de asegurar su verticalidad en todo momento:



Nº	Ø	d mm	SW-M	Sc x L	B x S mm			kg/1
400941		159-163	SW24-M16	M10 x 35	38 x 4,0	6000	10	1,03



### SELECCIÓN DEL EQUIPO HIDRAULICO

Se selecciona un equipo hidráulico capaz de elevar el montacargas a una velocidad nominal de 0,3m/s y debido a la configuración del sistema de elevación la velocidad lineal de pistón (émbolo) es la mitad de la nominal,  $V_{NOMpiston}=0,15m/s$ .

Para la selección del equipo que proporcione el caudal adecuado necesitamos conocer la velocidad del embolo ( $V_{NOMpiston}=0,15m/s$ ), el diámetro del émbolo ( $d=90mm$ ) y la presión estática máxima a la que se encuentra sometido el cilindro.

$$P_{est} = \frac{3500(Kg) * 9,81(N)}{A_{INTcilindro}(mm^2)} = 2,84(MPa) = 28,4bar$$

		Caudal nominal de la bomba (l/min)														
		25	35	55	75	100	125	150	180	210	250	300	360	430		
diámetro émbolo (mm)	60	0.14	0.20	0.30	0.42	0.60	0.70									velocidad émbolo (m/s)
	70	0.10	0.15	0.22	0.31	0.42	0.52	0.61	0.73							
	80	0.08	0.11	0.17	0.25	0.31	0.40	0.47	0.58	0.67	0.8					
	90	0.06	0.09	0.13	0.18	0.26	0.31	0.37	0.44	0.52	0.60	0.75				
	100	0.05	0.07	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.37	0.43	0.52	0.62	0.73			
	110		0.06	0.09	0.12	0.17	0.20	0.25	0.31	0.36	0.43	0.52	0.62	0.75		
	120		0.05	0.08	0.10	0.15	0.18	0.20	0.25	0.31	0.36	0.43	0.52	0.62		
	130			0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.26	0.31	0.37	0.45	0.52		
150			0.05	0.06	0.09	0.10	0.13	0.15	0.20	0.23	0.27	0.31	0.40			
Presión Estática Máxima (BAR)	20															Potencia Motor (CV)
	21					6										
	22						8									
	23							10.5	13	15	20	27			33	
	24		2.7		6											
	25			4		8										
	26						10.5									
	27							15		17.5						
	28								13							
	29	2.7		6	8											
	30										27	33				

El equipo seleccionado suministra un caudal en la bomba de 55l/min, dicha bomba movida por un motor de 6cv.

Volumen de aceite necesario:

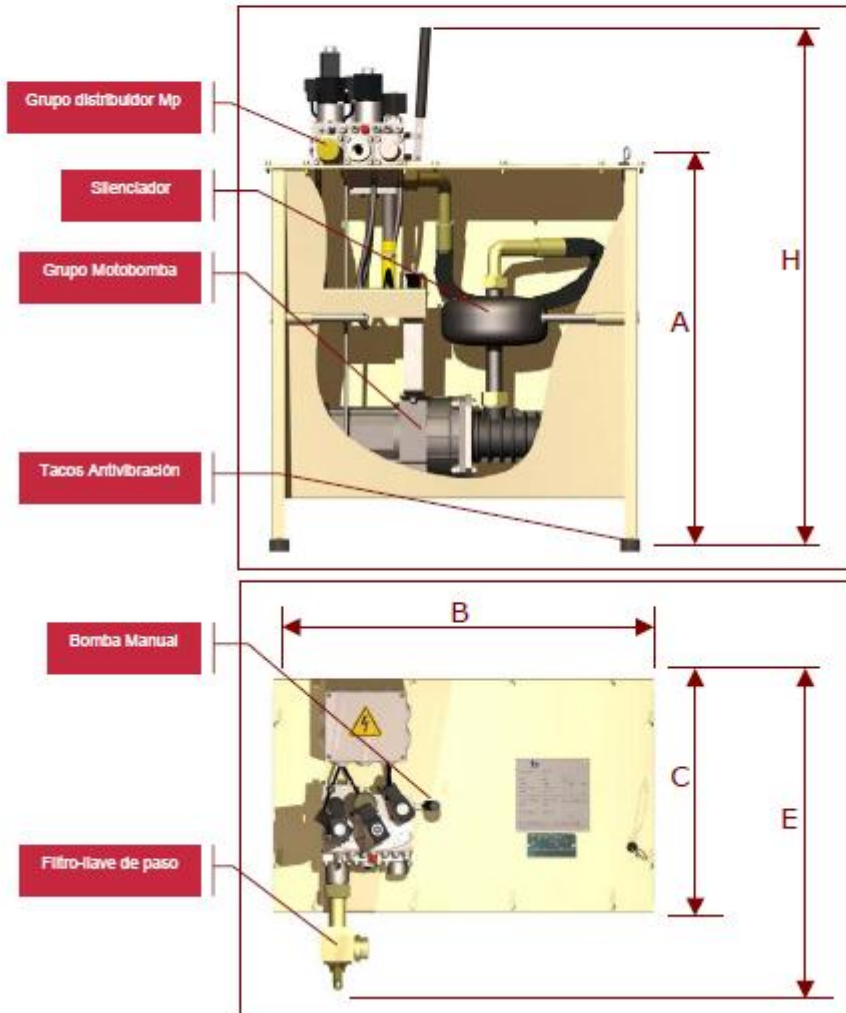
- $V_{ACEITE}=6,5/2m*12,1/m=39,325$  l, este volumen de aceite es el contenido en el cilindro cuando está totalmente lleno, y la cabeza del pistón en la posición más alta posible.

Se utiliza el siguiente equipo hidráulico del catálogo de MP Ascensores, producto Equipo Impulsor Hidráulico MP:



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- Cumplimiento requisitos norma EN81.2.
- Marcado CE compatibilidad electromagnética.
- Presostato actuando como pesacargas.
- Sistemas de control para la temperatura del aceite.
- Protección motor mediante termistores PTC.
- Prueba y regulación de cada grupo simulando la instalación.
- Bomba husillos. Alta calidad, bajo nivel sonoro (58-66 dB).
- Tensión motor: 230/400 - 400/692 - 415/720 a 50 Hz.  
220/380 a 60 Hz.
- Otras tensiones disponibles (monofásicas).
- Tensiones válvulas 220 Vdc, 110 Vdc, 60 Vdc, 48 Vdc.
- Tensión válvula emergencia 12 Vdc.
- Atenuador (silenciador) de las pulsaciones provocadas por la bomba.
- Dimensiones reducidas del depósito y facilidad de transporte.
- Velocidades del ascensor hasta 0.63 m/sg.



Dep.	Caudal	Dimensiones						Tubería (rig-flex)	Capacidad Máx (litros)	Aceite Útil (litros)	Peso (Kg)
		A	B	C	E	H	M				
T1	25/150	810	775	470	630	1010	M45x2	DIA - 35 1.1/4"	170	140	110
T2	25/210	870	820	560	750	1110	M45x2	DIA - 35 1.1/4"	240	180	130
							M52x2	DIA - 42 1.1/2"			
T3	250/430	1020	1020	605	960	1300	M52x2	DIA - 42 1.1/2"	410	310	180

Se selecciona el equipo con depósito tipo T1, el cual contendrá un volumen de aceite de sesenta litros, para no tener problemas ni en las canalizaciones ni en el equipo de bombeo.

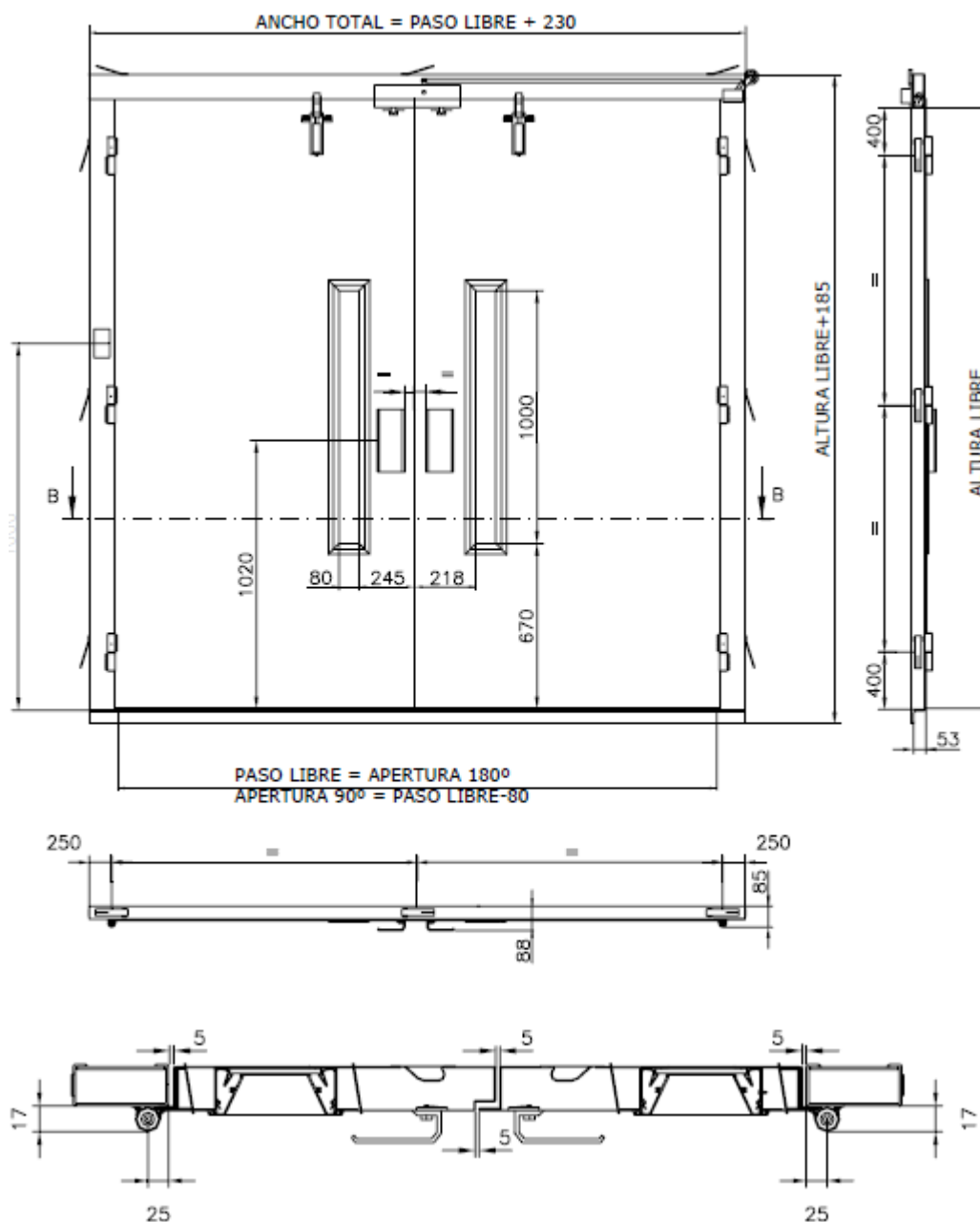


### CERRAMIENTO DEL HUECO DEL ASCENSOR:

Para el cerramiento del hueco del ascensor se coloca una puerta de acceso en cada planta en la zona frontal del hueco, características de las puertas:

- Tipo: manual batiente de 2 hojas
- Paso libre: 1,8m
- Altura libre: 2m

Las puertas serán del tipo:



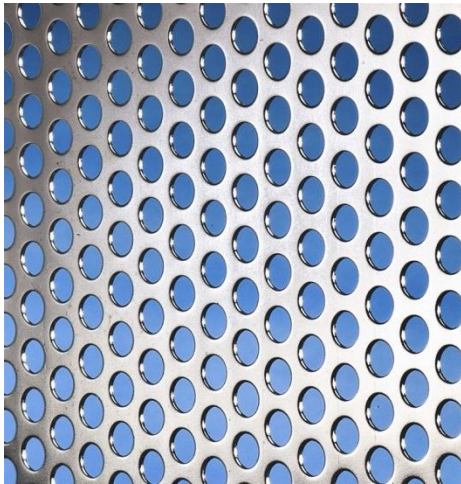
### **CONDICIONES GENERALES DEL PRODUCTO ESTÁNDAR**

- Acabado en imprimación.
- Dispositivo de enclavamiento doble en el centro del cabecero con accionamiento superior lateral.
- Retenedor hidráulico MAC 540 / P con regulación de velocidad de cierre.
- Tirador de 250 mm. con tornillería.



- Mirilla de 1000 mm. con cristal armado.
- Marco de la puerta estándar:  
Larguero de 115 mm.  
Cabecero de 135 mm.
- Caja botonera parallamas Tipo 1 (220 x 80 mm).
- Altura eje cerradura estándar (2190 mm).
- Altura del centro del taladro de la botonera (1000 mm).
- Taladro para botonera estándar (75 x 185 mm).
- Embalaje estándar por unidad.

El resto de espacio que rodea al foso de cierra mediante la colocación de chapa perforada del tipo:



Material: Acero galvanizado

Espesor: 3mm

Radio agujeros: 40mm



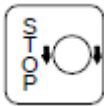
Distancia entre centros de agujeros: 50mm

Coefficiente de perforación: 58%

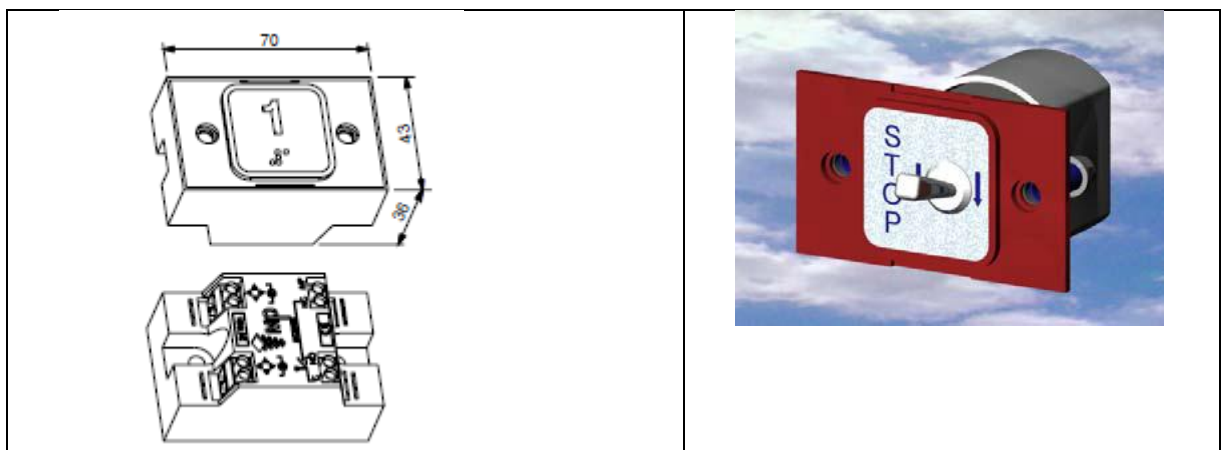
Superficie total de chapa perforada: 37,35m<sup>2</sup>

Botonera a colocar en la puerta:

En el hueco ubicado en cada una de las puertas de los pisos se colocará una botonera de calidad normal con 3 botones cada una:

• Un botón de subida	
• Un botón de bajada	
• Un interruptor de parada	

Tipo de botones:







- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Elementos compactos antivandálicos, de dimensiones 43x70x36mm</li><li>• Montaje sobre chapa de 2mm de espesor, sobre la cara posterior de la botonera.</li><li>• Fijación de elementos mediante pernos soldados (recomendado DIN32501 M4x35mm).</li><li>• Distancias recomendadas entre elementos 45 y 75mm.</li><li>• Posibilidad de montaje en disposición Horizontal (por defecto) y Vertical.</li><li>• Diferentes elementos: Pulsador (P), Interruptor (N).</li><li>• Frontal de acero Inoxidable rasante con la botonera (excepto en Llavín e Interruptor).</li><li>• Acabado del frontal inoxidable:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Esmerilado</li></ul></li><li>• Piezas plásticas de policarbonato ignífugo UL94-V2.</li><li>• Componentes electrónicos sobre circuito impreso (excepto Interruptor).</li><li>• Tensión de alimentación estándar 12 Vdc. Pueden realizarse otras tensiones bajo pedido (inferiores a 50 Vdc).</li><li>• Conexiones mediante regletas atornillables (excepto Interruptor).</li><li>• Opcionalmente, pueden suministrarse piezas cubrebornas de seguridad eléctrica.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Interruptor de palanca metálico (Fig. 16).</li><li>• 1 (por defecto) ó 2 contactos internos.</li><li>• Capacidad de corte: 6A 250 Vac.</li><li>• Dimensiones inferiores a las del resto de los elementos (no lleva caja).</li><li>• Las conexiones se realizan sobre los conectores atornillables del interruptor.</li></ul> |
|---|--|