



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

## Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Proyecto de mejora de un sistema de elevación de automóviles, del tipo montacargas accesible solo para cargas, para una carga máxima de 20 000 N, para viviendas unifamiliares.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Puebla Martinez, Javier

Tutor/a: Plá Ferrando, Rafael

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

# RESUMEN

**Proyecto de mejora de un sistema de elevación de automóviles, del tipo montacargas accesible solo para cargas", para una carga máxima de 20 000 N, para viviendas unifamiliares.**

Tras analizar algunos de los sistemas de elevación existentes se rediseña un mecanismo conforme a normativas que rigen este tipo de equipos, cumpliendo completamente con UNE-EN 81-31.2011 y el Reglamento de Seguridad de Máquinas, Directiva 2006/42/CE. Esta máquina elevará una carga, principalmente para vehículos del tipo SUV, entre dos plantas, con el fin de conectar espacios a diferentes cotas.

Este proyecto se compone de una Memoria, acompañada de anexos, cálculos justificativos de los elementos seleccionados, manual de uso de la máquina, pliego de condiciones que garantiza una correcta ejecución de todas las partes que intervienen en la obra, conjunto de presupuesto y planos relevantes.

Palabras clave:

Elevadores; accionamientos hidráulicos; aparcamiento; accionamiento indirecto; montacargas.

# SUMMARY

**Project to improve a car lifting system, of the “lifts for the transport of goods only”, for a maximum load of 20,000 N, for single-family homes.**

After analyzing some of the existing lifting systems, a mechanism is redesigned in accordance with regulations that govern this type of equipment, fully complying with UNE-EN 81-31.2011 and the Reglamento de Seguridad de Máquinas, Directiva 2006/42/CE. This machine will lift a load, mainly for SUV vehicles, between two floors, to connect spaces at different levels.

This project is made up of a abstract, accompanied by annexes, supporting calculations of the selected elements, machine use manual, bid specifications that guarantee correct execution of all the parts involved in the work, a set of budget and relevant plans.

Keywords:

Elevators; hydraulic drives; parking; indirect drive; lifting system

# RESUM

**Projecte de millora d'un sistema d'elevació d'automòbils, del tipus muntacàrregues accessible solo per a càrregues, per a una càrrega màxima de 20 000 N, per a habitatges unifamiliars.**

Després d'analitzar alguns dels sistemes d'elevació existents es redissenya un mecanisme conforme a normatives que regixen este tipus d'equips, complint completament amb UNE-EN 81-31.2011 i el Reglament de Seguretat de Màquines, Directiva 2006/42/CE. Esta màquina elevarà una càrrega, principalment per a vehicles del tipus \*SUV, entre dos plantes, amb la finalitat de connectar espais a diferents cotes.

Este projecte es compon d'una Memòria, acompanyada d'annexos, càlculs justificatius dels elements seleccionats, manual d'ús de la màquina, plec de condicions que garantix una correcta execució de totes les parts que intervenen en l'obra, conjunt de pressupost i plans rellevants.

Paraules clau:

Elevadors; accionaments hidràulics; aparcament; accionament indirecte; muntacàrregues.



# Tabla de Contenidos

<b>1. MEMORIA.....</b>	<b>16</b>
1.1 ANTECEDENTES.....	16
1.2 OBJETO.....	17
OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.....	17
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO.....	18
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	18
1.5 REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA UTILIZADA.....	18
1.6 PROPUESTA DE PRESTACIONES Y TAMAÑOS FUNCIONALES.....	18
1.7 SISTEMA DE ELEVACIÓN.....	19
PROPUESTAS DE PARTIDA.....	19
1.8 ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS.....	21
1.9 DESCRIPCIÓN GENERAL DE ELEVACIÓN.....	22
1.10 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS.....	24
ESTRUCTURA PORTANTE.....	24
GUÍAS.....	25
ELEMENTOS DE GUIADO.....	25
ACCIONAMIENTOS.....	27
SUSPENSIÓN.....	34
CABINA.....	37
ELEMENTOS DE CIERRE.....	37
SISTEMA DE CONTROL.....	38
ELEMENTOS DE SEGURIDAD.....	38
1.11 CONCLUSIONES.....	42
<b>2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....</b>	<b>46</b>
1.12 ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	46
CABINA.....	46
PORTICO ESTRUCTURAL.....	61
1.13 ELEMENTOS DE SUSTENTACIÓN Y GUIADO.....	69
GUÍAS.....	69
CABLES.....	72

BARRA SUSPENSIÓN .....	76
1.14 SELECCIÓN DE ACCIONAMIENTOS.....	78
CILINDRO OLEHIDRÁULICO .....	78
GRUPO OLEHIDRÁULICO .....	80
CONDUCCIÓN.....	81
1.15 RESISTENCIA DE LOS ELEMENTOS SOLDADOS. ....	81
1.16 PRESTACIONES DE MATERIALES. JUSTIFICACIÓN .....	85
<b>3. MANUAL DE USO .....</b>	<b>88</b>
<b>4. PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>92</b>
1.17 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	92
UNIDADES CONTRUCTIVAS .....	92
1.18 CONDICIONES GENERALES.....	92
CONDICIONES FACULTATIVAS.....	93
CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN .....	93
CONDICIONES LEGALES .....	93
CONDICIONES TÉCNICAS .....	94
1.19 ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINARIA INSTALADA .....	94
OBJETO.....	94
NORMATIVA VIGENTE .....	94
ESPECIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	95
PERSONAL CUALIFICADO.....	95
USUARIOS.....	95
IDENTIFICACIÓN DE LA MAQUINA Y CONDICIONES DE USO .....	95
PUESTA EN SERVICIO .....	95
INSPECCIONES Y REVISIONES .....	95
REGLAS DE SEGURIDAD.....	95
CARACTERISTICAS DE LA MÁQUINA.....	97
<b>5. PRESUPUESTO .....</b>	<b>100</b>
1.20 CUADRO DE PRECIOS N°1 .....	100
1.21 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	102
1.22 MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	106
<b>6. LISTADO DE FIGURAS .....</b>	<b>114</b>

**7. LISTADO DE TABLAS .....116**  
**8. BIBLIOGRAFÍA .....118**  
**9. PLANOS .....120**



# ABREVIATURAS

$A_b$	Área nominal en de la sección de la placa de anclaje en el eje del agujero[mm <sup>2</sup> ]
$A_c$	Área a cortadura del tornillo [mm <sup>2</sup> ]
$A_{cor}$	Área de los cordones de soldadura abatidos [mm <sup>2</sup> ]
$A_g$	Área de la guía [mm <sup>2</sup> ]
$A_{net}$	Área neta de la sección de la placa de anclaje en el eje del agujero [mm <sup>2</sup> ]
$A_{vas}$	Área del vástago del cilindro seleccionado [mm <sup>2</sup> ]
$b_a$	Ancho de la placa de anclaje [mm]
$d_{cil}$	Diámetro del cilindro teórico [mm]
$d_{crítico}$	Diámetro del cilindro teórico [mm]
$c$	Anchura de la base de la pala de la guía
$E$	Módulo elástico del acero 210 [MPa]
$F_{v,Rd}$	Resistencia de cálculo al cortante del tornillo[N]
$F_v$	Fuerza vertical del paracaídas
$F_x$	Fuerza en el eje x
$F_y$	Fuerza en el eje y
$f_u$	Resistencia a tracción del material
$f_{ub}$	Resistencia ultima a tracción del tornillo
$f_{yd}$	Resistencia del cálculo del acero [MPa]
$f_y$	Tensión de limite elástico [MPa]
$g_n$	Valor de la gravedad 9,81 [m/s <sup>2</sup> ]
$h$	Distancia vertical entre rodaderas [m]
$h_a$	Altura de la placa de anclaje en el punto de máxima flexión [mm]
$I_a$	Inercia de la placa de anclaje [mm <sup>4</sup> ]
$I_{BS}$	Inercia de la barra de suspensión [mm <sup>4</sup> ]
$I_p$	Suma de la inercia de $I_x$ e $I_y$ de conjunto cordón de soldadura
$I_{vas}$	Inercia del vástago de cilindro seleccionado [mm <sup>4</sup> ]
$I_x$	Inercia respecto del eje x
$I_y$	Inercia respecto del eje y
$i_n$	Radio de giro [cm]
$J_n$	Momento de inercia [mm <sup>4</sup> ]
$k_1$	3. Factor de impacto para paracaídas del tipo rodillo
$k_2$	1,2. Factor de impacto para uso normal
$L$	Longitud entre apoyos de la guías [m]
$l$	Longitud máxima sometida a pandeo [mm]
$l_p, l_o$	Longitud de pandeo del cilindro [mm]

$M_a$	Momento máximo de la placa de anclaje [MPa]
$M_{el,Rd}$	Momento de cálculo de la viga [ $N \cdot m$ ]
$M_x$	Momento respecto al eje x [MPa]
$M_y$	Momento respecto al eje y [MPa]
$N_{pl,Rd}$	Resistencia plástica de cálculo de la sección bruta
$N_{u,Rd}$	Resistencia última de cálculo de la sección transversal neta
$n$	Número de guías Número de cables
	2. Cortadura doble
$P_c$	Peso de la cabina, carga externa y conjunto de suspensión
$P_h$	Presión del circuito hidráulico
$P$	Masa de la cabina [Kg]
$Q$	Masa de la carga externa [Kg]
$Q_o$	Caudal en la conducción [ $m^3/s$ ]
$s_t$	Sección interna de la tubería [ $m^2$ ]
$T_c$	Tensión del cable [N]
$t_{min}$	Menor valor entre la suma del ancho de los anclajes de los cables o la suma de la suma del ancho de los cables
$v$	Velocidad del aceite en la conducción [m/s]
$W_{el}$	Módulo resistente elástico de la viga a estudiar [ $cm^3$ ]
$W_{el,a}$	Módulo resistente elástico de la placa de anclaje en el punto de máxima flexión [ $cm^3$ ]
$W_x$	Módulo resistente elástico respecto del eje x [ $cm^3$ ]
$W_y$	Módulo resistente elástico respecto del eje y [ $cm^3$ ]
$x_p$	Posición del centro de masa de la cabina [m]
$x_Q$	Posición del centro de masa de la carga externa [m]
$y_c$	Distancia del eje neutro al punto mas alejado de la sección
$y_p$	Posición del centro de masa de la cabina [m]
$y_Q$	Posición del centro de masa de la carga externa [m]
$\gamma_{M0}$	Coefficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material con valor 1, 05
$\gamma_{M2}$	Coefficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección con valor 1, 25
$\gamma_s$	Factor de seguridad
$\lambda_n$	Coefficiente de esbeltez
$\sigma_a$	Esfuerzo de flexión de la placa de anclaje [MPa]
$\sigma_c$	Esfuerzo combinado [MPa]
$\sigma_F$	Esfuerza de flexión en la base de la pala [MPa]

$\sigma_l$	Esfuerzo normal al plano de la garganta
$\sigma_k$	Esfuerzo de pandeo [MPa]
$\sigma_{perm}$	Esfuerzo permisible [MPa]
$\sigma_t$	Esfuerzo de tensión del cable [MPa]
$\sigma_x$	Esfuerzo de flexión respecto al eje x [MPa]
$\sigma_y$	Esfuerzo de flexión respecto al eje y [MPa]
$\tau_a$	Esfuerzo paralelo al cordón de soldadura en el plano de la garganta
$\tau_n$	Esfuerzo perpendicular al cordón de soldadura en el plano de la garganta
$\pi$	Número pi
$\omega$	Valor omega



# 1. MEMORIA



# 1. MEMORIA

## 1.1 ANTECEDENTES.

En España el aparcamiento en la vía pública se está viendo reducido tanto por la peatonalización, como por la designación de estos a aparcamiento de tiempo limitado.

Por consiguiente, es interesante estudiar sistemas de elevación en espacios reducidos para fincas que dispongan de un sótano o de una planta a diferente nivel al de la calle utilizable como aparcamiento.

La idea de este proyecto surge a raíz de que dentro de una propiedad privada, en la ciudad de Tudela (Navarra), existe un montacargas que fue construido en la década de los setenta y se encuentra en un estado peligroso para su utilización por falta de medidas de seguridad, tanto medidas anticaidas de personas como de desplome de la cabina.



*Figura 1. Montacargas original.*

Este montacargas hidráulico de acción indirecta, del que parte la idea para este proyecto, no cuenta con ninguna identificación sobre las especificaciones para el que fue diseñado. Aplicando ingeniería inversa, los accionamientos permitirían elevar 3500 kilogramos, pero debido a la cuadrícula de la cabina la carga no puede estar concentrada.

En este mecanismo, la cabina esta guiada mediante unas rodaderas que se apoyan sobre el alma de los pilares y el sistema de suspensión sobre una barra rectangular que hace la función de guías soldadas sobre este mismo alma.

## **1.2 OBJETO**

Mejora de un prototipo de montacargas solo para cargas cumpliendo con la normativa actual, diseñando con las condiciones para elevar un vehículo de 20 000 Newtons entre dos plantas. A su vez podrá ser utilizado para otro tipo de cargas siempre y cuando no sobrepase la concentración de cargas definida en los cálculos.

### **OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

El diseño del proyecto sigue las directrices de la Asamblea General de Naciones Unidas intentando en la medida de lo posible cumplir los objetivos de desarrollo sostenible.

- 8 Trabajo decente y crecimiento económico.

La mayoría de los proveedores de este proyecto tanto de materia como de mano de obra se realizan con empresas y personal de la zona favoreciendo el crecimiento, reduciendo la contaminación por transporte y generando trabajo de alto valor añadido.

Este tipo de proyectos puede derivar en desarrollar puestos de trabajo continuos de mantenimiento de este tipo de maquinarias, así como de trabajos temporales de soldadura y obra, por lo que se apoyará al incremento del PIB del país y al desarrollo de trabajos productivos.

- 11 Ciudades y comunidades sostenibles:

Este tipo de proyectos van en dirección de dar solución a espacios bajo tierra, que sean utilizables como garajes por lo que favorece la reducción de espacios publicados destinados solo al aparcamiento de coches.

Tal y como indica Naciones Unidas se prevé que un 70% de la población viva en ciudades en 2050 por lo que la demanda de aparcamientos en centros urbanos está en auge, este proyecto se adelanta a la evolución de este mercado, dando solución a problemas que presentan edificios en el centro de las ciudades.

- 12 Producción y consumo responsable:

Dentro de los criterios de selección de proveedores de los componentes, se ha tenido en cuenta que las empresas sean responsables y sostenibles, como ejemplo de una de las empresas seleccionada como proveedor esta Acelormittal que dentro de su producción fábrica acero XCarb® reciclado y producido de forma renovable en España. Al seleccionar los componentes de esta máquina teniendo en cuenta el compromiso con el medio ambiente y el consumo responsable se presiona indirectamente al resto de empresas a que se alineen con este objetivo.

Esta máquina se a diseñado intentado producir la menor huella carbono posible, la impulsión se realiza mediante energía eléctrica y se compromete a reciclar todos los componentes ligados a la construcción.

### **1.3 ALCANCE DEL PROYECTO.**

El desarrollo de este proyecto es el rediseño de la cabina cumpliendo con la normativa de seguridad y la dimensiones para el fin definido, selección y diseño sistema de elevación, así como de la estructura portante que soportará y guiará al montacargas, definir la preparación para la fabricación y la selección de los componentes.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN.**

Los cálculos se han realizado cumpliendo con la normativa que rigen este tipo de elevadores, para las partes que no son definidas por esta, se han basado en normativas más exigentes para proteger la seguridad personal y material. Además de comprobar que los proveedores fabrican cumpliendo su normativa que les corresponde.

### **1.5 REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA UTILIZADA.**

Este proyecto se ha basado en las siguientes normativas:

- Código Técnico de la Edificación, documentos básicos de seguridad estructural del acero (CTE-DB-SE-A). Real decreto 1371/2007.
- UNE-EN 81-31:2011 Reglas de seguridad para la fabricación e instalación de montacargas. Montacargas únicamente para el transporte de mercancías. Parte 31: Montacargas accesibles sólo para cargas.
- UNE-EN 81-50:2020 Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Exámenes y ensayos. Parte 50: Reglas de diseño, cálculos, exámenes y ensayos de componentes de ascensor.
- Reglamento de Seguridad de Máquinas, Directiva 2006/42/CE (Real Decreto 1644/2008).

### **1.6 PROPUESTA DE PRESTACIONES Y TAMAÑOS FUNCIONALES**

Al basarse el diseño para un vehículo de máximo 20 000 Newtons, se entiende que las dimensiones mínimas de un vehículo de estas características serán 4,5 metros de longitud, 1,8 metros de ancho y una altura de 2 metros. El limitante de este diseño es el espacio en el que estará alojado el montacargas que tendrá unas dimensiones de 3 metros de ancho y 4,802 metros de largo.

En el caso de estudio la elevación cubrirá dos niveles separados 3,904 metros y la altura desde foso hasta el techo es de 7,9 metros y se considerará suficiente que se complete este movimiento en un minuto.

Está previsto que su utilización sea puntual, con no mas de 10 desplazamientos al día.

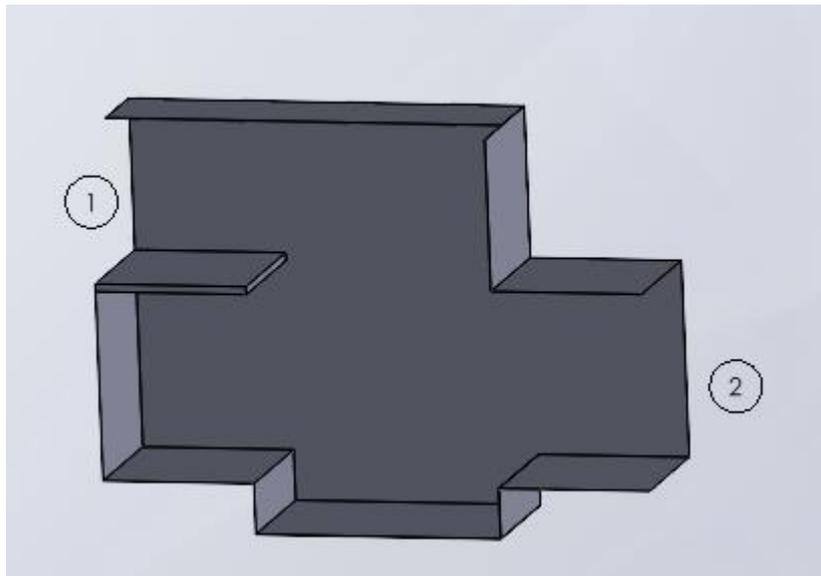


Figura 2. Esquema hueco del montacargas.

La marca 1 indica que este será el acceso desde la planta calle y la marca 2 es la entrada a un sótano amplio que se podría destinar como aparcamiento. Este espacio tiene 3 metros de ancho.

## 1.7 SISTEMA DE ELEVACIÓN

### PROPUESTAS DE PARTIDA

Para la elevación en espacios reducidos de este tipo se estudian los siguientes mecanismos para elegir el más idóneo.

Elevación hidráulica de accionamiento directo:

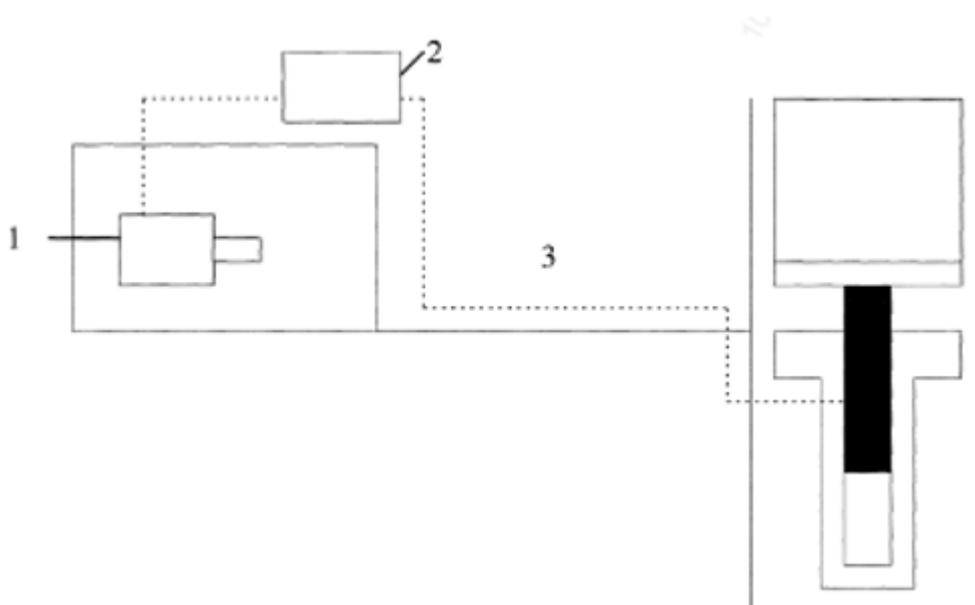


Figura 3. Tracción hidráulica directa [1]

Este compuesto por un grupo tractor, un bloque de válvulas de control y el cilindro. Se podría enumerar entre sus ventajas que este grupo tractor puede estar ubicado en cualquier sitio de

la instalación, que el empuje estará directamente sobre el suelo. Por esto no requerirá ni de cuarto de máquinas ni de contrapeso.

Por otra parte, la instalación de este pistón requiere la construcción de un alojamiento en el suelo, no es utilizado para grandes desplazamientos, ni para requerimientos de altas velocidades.

Dentro de este sistema habría que comentar la opción de pistones telescópicos que multiplicarían el recorrido del montacargas, pero actualmente está en desuso debido al coste de fabricación.

Elevación hidráulica indirecta:

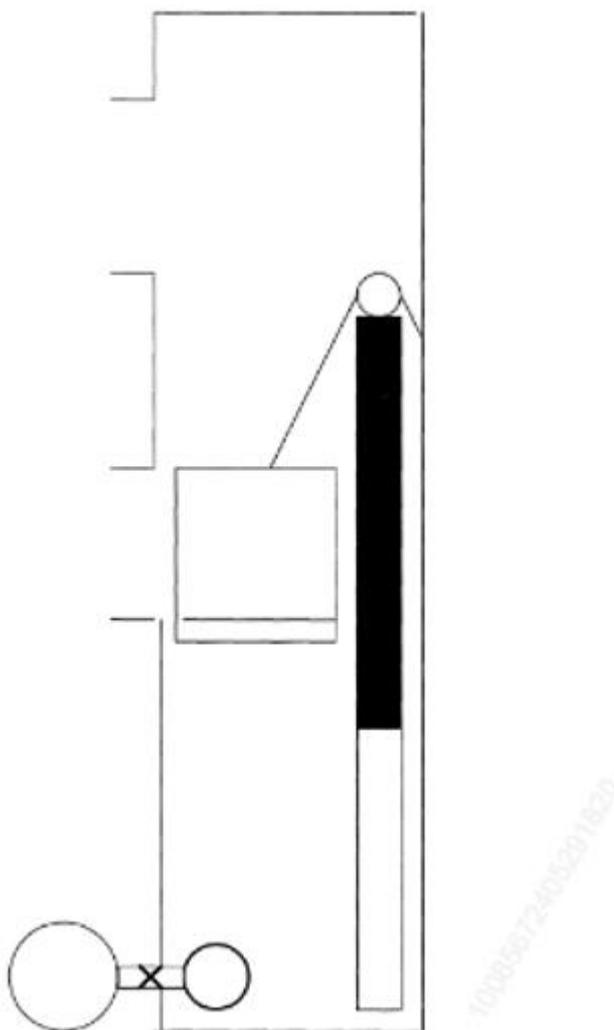


Figura 4. Tracción hidráulica indirecta [1]

La elevación hidráulica de accionamiento indirecto estará compuesta por los mismos elementos que la elevación por accionamiento directo pero la tracción se realizará mediante un mecanismo de poleas y cables que genera una transmisión diferencial, las ventajas serán las mismas, pero con una mayor capacidad de desplazamiento y sin ser necesario realizar un alojamiento para el pistón.

Este sistema tiene como desventaja un número mayor de componentes y a vez mayor precio

Sistema de elevación eléctrica por adherencia:

La cabina estará apoyada sobre unas guías, una polea tractora generará el movimiento a través de los cables. Este mecanismo implica la construcción de un cuarto de máquinas y para que la polea tractora trabaje este sistema, habría que instalar un contrapeso

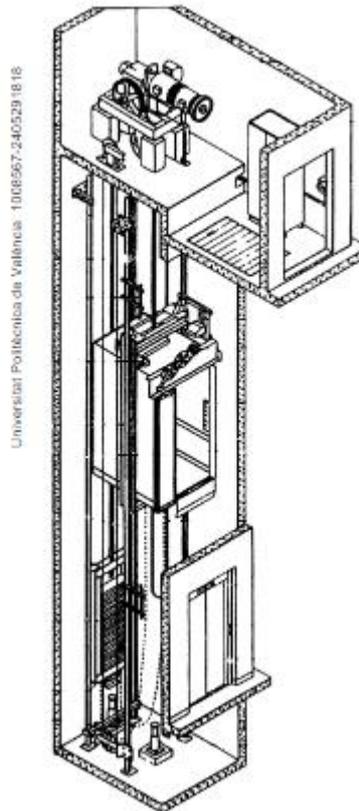


Figura 5. Acción eléctrica por adherencia. [1]

Es mecanismo podrá alcanzar altas velocidades y recorridos grandes, pero tendrá como limitación la proporción de carga que podrá elevar que comparando con la acción hidráulica esta será menor

Sistema de elevación por cremallera:

La elevación por cremallera que se compone de un motor eléctrico normalmente acompañado de una caja reductora de la cual depende un engranaje. Este engranaje recorrerá la cremallera por lo que el grupo motriz estará instalado en la cabina.

Este sistema facilita la elevación de carga para grandes alturas, la estructura que soporta la cremallera ocupará una parte considerable espacio de hueco del montacargas.

Muy utilizado en los montacargas temporales de la construcción y normalmente están diseñados para bajas velocidades y cargas.

## 1.8 ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS.

Dentro de las propuestas presentadas se decide continuar con el estudio de un sistema de elevación hidráulica de acción indirecta, debido a que los requerimientos de velocidad no son elevados, el espacio es limitado y el hueco del montacargas ya está construido.

## 1.9 DESCRIPCIÓN GENERAL DE ELEVACIÓN

El espacio donde se aloja la estructura conectará el nivel de planta calle, 0, con el nivel -1 que da acceso a un espacio disponible como almacén o aparcamiento. Este espacio cuenta con una entrada en el nivel 0 con acceso directo desde la vía pública. El acceso a la planta inferior una escalera oculta mediante una tapa metálica en el centro de la planta 0. Por este motivo se decide colocar la central hidráulica (representada como una caja azul) a 1 metro de acceso al montacargas, por seguridad, y pegado a la pared para no interferir con las escaleras.

La planta inferior tendrá acceso a la cabina por las dos direcciones, por la parte izquierda de la imagen, será para el acceso de la persona. El acceso de la parte derecha, de la imagen, conecta a un espacio amplio destinado al aparcamiento.

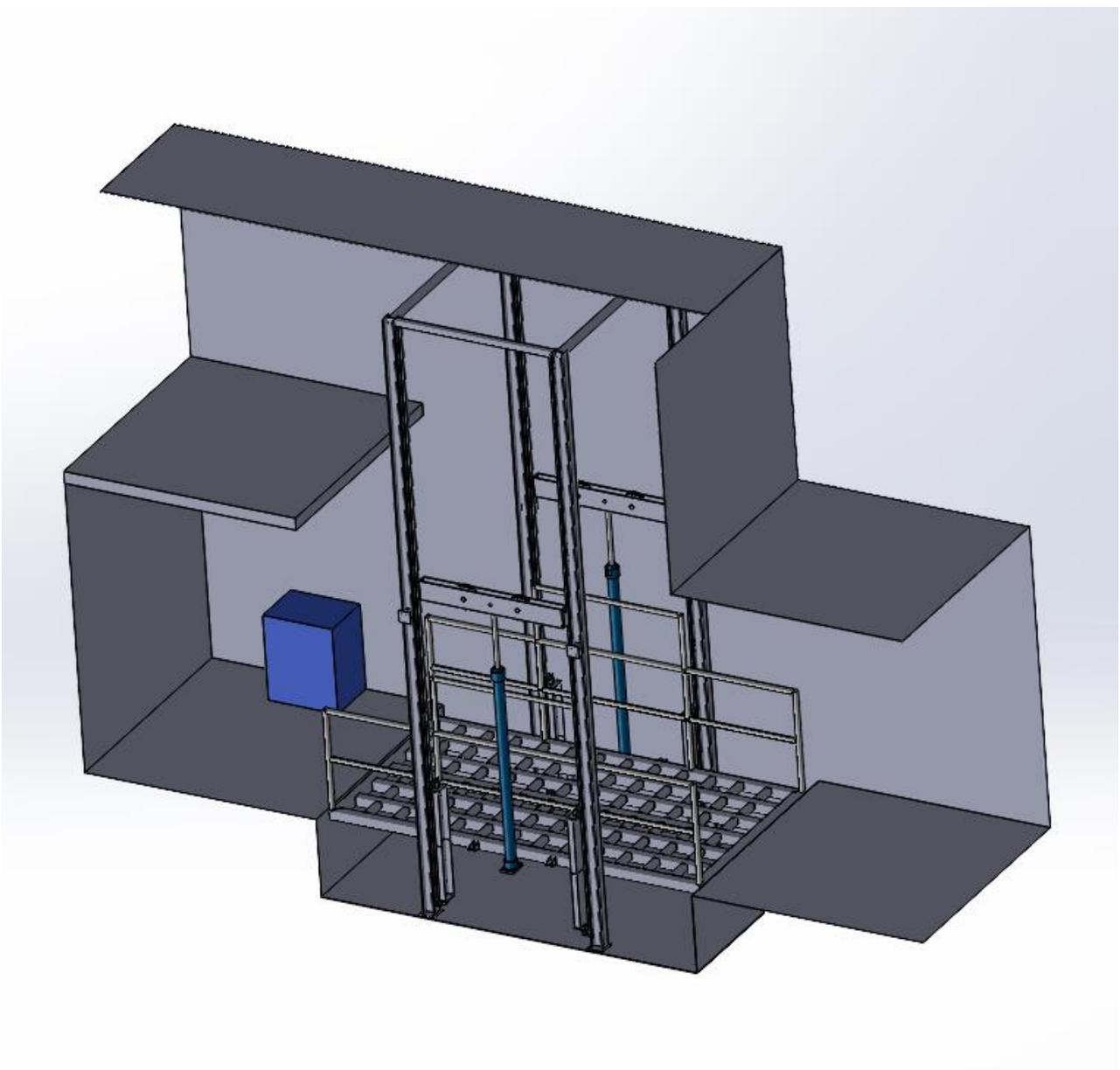
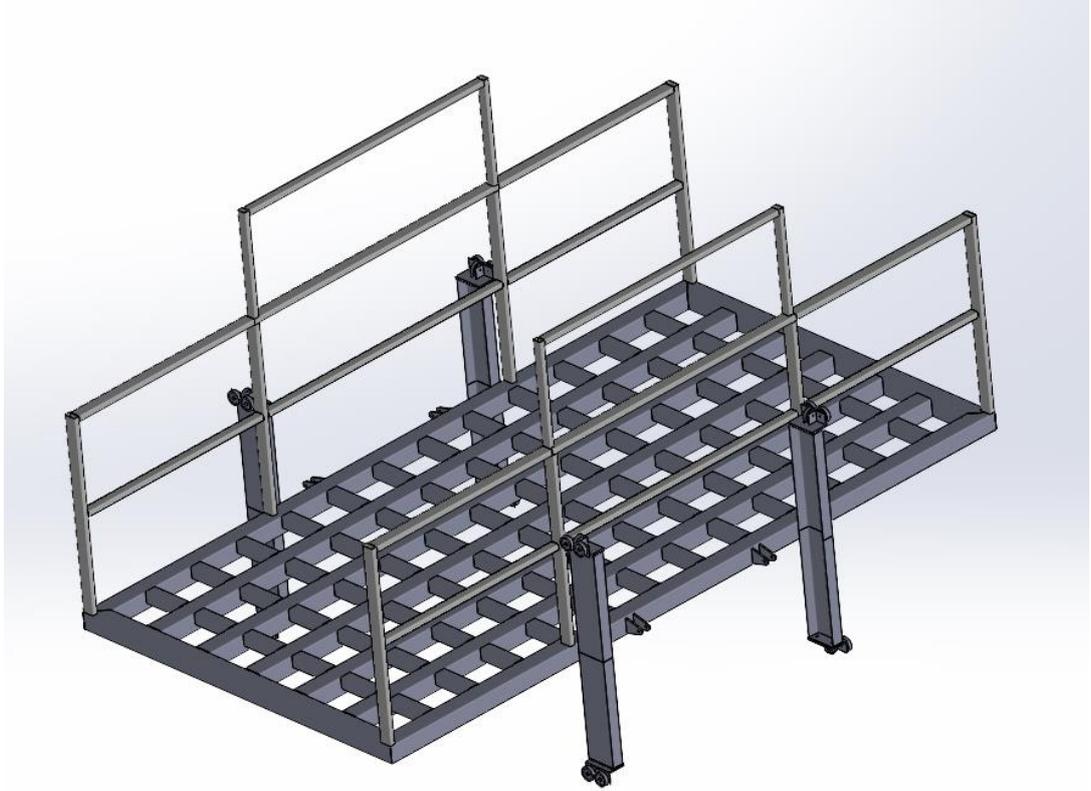


Figura 6. Máquina y espacio general.

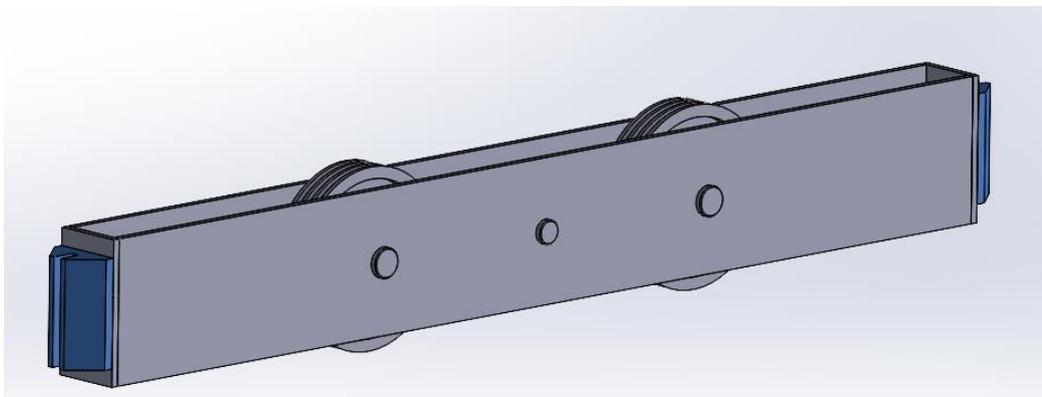
El sistema de elevación se puede dividir en seis partes:

- Plataforma: Es el espacio donde se colocará la carga.



*Figura 7. Conjunto plataforma*

- Sistema de suspensión: Es un conjunto que soporta un sistema de poleas y cables que suspenden la plataforma y transmite la fuerza del cilindro.



*Figura 8. Conjunto suspensión.*

- Sistema de elevación: Este estará compuesto de dos cilindros hidráulicos empujados por una misma central hidráulica, cada cabeza del cilindro estará unido mediante un pasador al sistema de suspensión
- Cerramiento en el acceso: Es necesario por la seguridad, que el hueco del elevador solo sea accesible cuando la plataforma este en la planta deseada.
- Sistema de seguridad: Se compone de un sistema paracaídas del tipo rodillo que detendrá el movimiento incontrolado de la plataforma, independientemente del origen de este movimiento.
- Estructura portante: Un conjunto de barras apoyadas en pared y suelo del edificio que soportan las guías sobre las que se desliza este montacargas.



*Figura 9. Conjunto estructura portante y guías.*

## **1.10 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS.**

### **ESTRUCTURA PORTANTE**

La estructura portante es la encargada de soportar las guías, la cual se construirá con cuatro vigas HEB 140 unidas por la parte superior mediante tubos cuadrados ISO 80 x 3, esta estructura estará sujeta a la pared en el punto medio de los pilares y al suelo mediante placa de anclaje (ver en el plano 10010).

Las vigas HEB serán modificadas, se le realizarán agujeros de 13 milímetros de diámetro en para soportar las guías que deberán comenzar a una cota de 100 milímetros respecto al suelo.

Las bases los pilares placas cuadradas de 300 x 10 milímetros, las cuales están unidas al hormigón mediante 4 pernos con taco químico.

La solución definida para los apoyos en la pared es soldar al alma de cada viga HEB un tubo cuadrado ISO 80 x 3, terminado con una placa de anclaje cuadrada de 250 x 10 milímetros, con el mismo procedimiento de unión que las bases de los pilares.

## GUÍAS

Las guías de todos los sistemas de elevación son comunes y están regidas por la norma ISO 7465, para este caso se ha seleccionado un conjunto de 12 guías T89-B, se instalarán 3 en cada pilar metálico. Tal y como indica la normativa estas guías pueden no ser mecanizadas debido a que le montacargas en ningún caso superará los 0,4 m/s.

<b>Componente</b>	Guías T89-B	<b>Nº Ficha</b>	1
<b>Descripción</b>	Guías cepilladas ISO 7465 de 2,5 metros de longitud		
<b>Fabricante</b>	SAVERA	<b>Modelo</b>	T89-B
<b>Cantidad</b>	12		
<b>Imagen</b>			
<b>Enlaces</b>			
	<a href="#">Página web</a>		
<b>Comentarios</b>	Atornilladas con M12		

## ELEMENTOS DE GUIADO

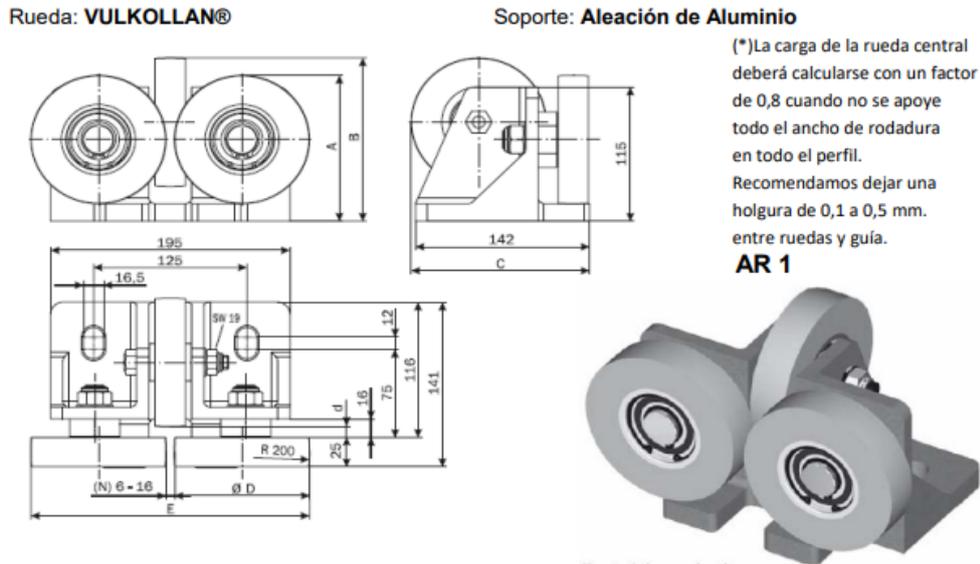
La plataforma será conducida sobre las guías mediante unas deslizaderas y rodaderas del fabricante MACLA.

Serán instaladas un total de 8 rodaderas en la plataforma y 2 deslizaderas en cada barra de suspensión.

Las rodaderas transmiten las fuerzas debido al descentramiento de la carga externa, evitando que la plataforma vuelque, las deslizaderas compensan la diferencia de tensión entre cables.

<b>Componente</b>	Rodadera	<b>Nº Ficha</b>	2
<b>Descripción</b>	Elemento rodante que guía la plataforma.		
<b>Fabricante</b>	MACLA	<b>Modelo</b>	ASA.0895
<b>Cantidad</b>	8		

**Imagen**



carga de rotura	Código	Ø D x b	Peso	Capacidad de carga (N a la velocidad (m/s))			Dimensiones de montaje				
				0,63	1,0	2,5	A	B	C	d	E
40 kN	ASA.0895	80x25	3,60	1.830	1.790	1.480	max.103	130	110	4	max.177
	ASA.0896	100x25	5,10	2.360	2.310	1.910	max.123	135	130	4	max.217
	ASA.0897	125x25	7,10	3.120	2.980	2.570	max.149	146	153	2	max.267
	ASA.0908	125x30 120x30	4,50	3.300 2.790	3.100 2.730	2.800 2.330	carga admisible en las ruedas laterales carga admisible en la rueda central (*)				

**Enlaces**

[Página web](#)

**Comentarios**

Será instalado con tornillos M15

<b>Componente</b>	Deslizadera TPU-PE180		<b>Nº Ficha</b>	3
<b>Descripción</b>	Elemento deslizante que guía la barra de suspensión. Es un conjunto de 3 elementos. Compuesto por un soporte de aluminio, una capa intermedia de poliuretano que reduce vibraciones y ruidos y una capa en contacto con la guía de polietileno de ultra alto peso molecular aditivado con bisulfuro de molibdeno			
<b>Fabricante</b>	MACLA	<b>Modelo</b>	IGCUL16IG	
<b>Cantidad</b>	2		ASA.0159	
			AGA.0016 PE	
<b>Imagen</b>				
<b>Enlaces</b>				
<a href="#">Página web</a>				
<b>Comentarios</b>	No requiere de lubricación debido a la tecnología de los compontes y estará anclado con tornillos M12. La carga admisible según indica es 25 KN.			

**ACCIONAMIENTOS.**

Los cilindros hidráulicos de doble efecto se ha seleccionado dentro de la gama que ofrece la empresa Rexroth con 2,3 metros de longitud. Con el fin de reducir las cargas en la cabeza en cilindro se le instala una cabeza articulada.

Es importante mencionar, para posicionar los cilindros en obra se deberá construir un suplemento de hormigón para que la parte inferior de estos se encuentra a una cota respecto al punto mas bajo de foso de 778 milímetros, con el fin de evitar cualquier interferencia entre las barras antivuelco y las barras de suspensión.



<b>Componente</b>	Central hidráulica	<b>Nº Ficha</b>	5
<b>Descripción</b>	Conjunto central hidráulica.		
<b>Fabricante</b>	REXROTH	<b>Modelo</b>	ABPAC-0160/1/0/VK3/032/005/0/0/0/0/00000
<b>Cantidad</b>	1		
<b>Motor eléctrico</b>	MOT-EC-ET3-B5-132S-4-5CB-5,5-A3T-HOY	<b>Bomba</b>	PGF3-3X/032RE07VE4
<b>Potencia</b>	5,5 KW	<b>Nº polos</b>	4
		<b>Caudal</b>	31,3 cm <sup>3</sup> /rev
<b>Filtro</b>	10 µm	<b>Aceite hidráulico</b>	HP/HLP 32
<b>Presión máxima</b>	100 bar	<b>Limitadora de presión</b>	50 bar
<b>Tanque</b>	160 litros	<b>Volumen pendular</b>	35 litros
<b>Imagen</b>			
			
<b>Enlaces</b>			
	<a href="#">Página web</a>		
<b>Comentarios</b>	Filtro con testigo visual para el mantenimiento.		



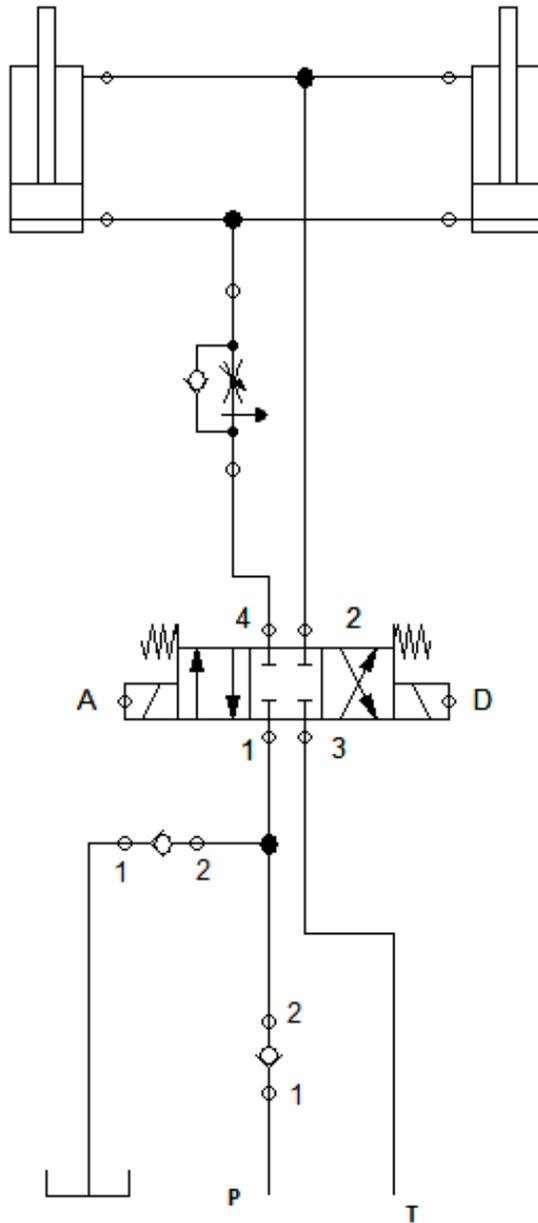


Figura 11. Circuito hidráulico. Modificar dibujo, alivio y compensada.

El sincronismo entre pistones no será necesario ya que la plataforma actúa como yugo entre ellos evitando que se muevan a diferente velocidad.

La conducción se construirá con tubería rígida sin soldadura de acero E235 estirado en frío y en las uniones roscadas se instalarán mangueras elásticas para evitar la propagación de vibraciones.

La válvula reguladora de caudal se deberá instalar lo mas cerca posible de los cilindros y estar conectada mediante tubo rígido.

<b>Componente</b>	Reguladora de caudal compensada por presión	<b>Nº Ficha</b>	6
<b>Descripción</b>	Reguladora que indiferentemente de la presión deja pasar el mismo caudal 1-50 l/min		
<b>Fabricante</b>	REXROTH	<b>Modelo</b>	ON.05/01/03/05/50/00
<b>Cantidad</b>	1		
<b>Imagen</b>			
<b>Enlaces</b>	<a href="#">Página web</a>		
<b>Comentarios</b>	No se contemplan codos de conexión, pero serán necesarios en la instalación. Tuberías y racores serán fabricados bajo EN 10305-1.		

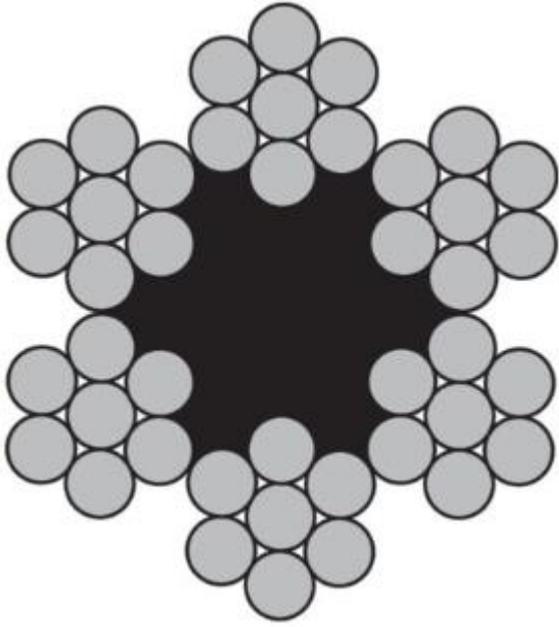
<b>Componente</b>	Válvula 4/3	<b>Nº Ficha</b>	7
<b>Descripción</b>	Válvula servopilotada con 4 vías y tres posiciones de centros cerrados normalmente cerrada. Hasta 70 l/min		
<b>Fabricante</b>	REXROTH	<b>Modelo</b>	4WE6E6X/E24VE1Z2
<b>Cantidad</b>	1		
<b>Imagen</b>			
<p>Type 4WE 6 E6X/...E...VE1...</p>			
<b>Enlaces</b>			
<a href="#">Página web</a>			

<b>Componente</b>	Válvula antirretorno	<b>Nº Ficha</b>	8
<b>Descripción</b>	Válvula antirretorno con muelle		
<b>Fabricante</b>	REXROTH	<b>Modelo</b>	S10A05-1X/450J3
<b>Cantidad</b>	1		
<b>Imagen</b>			
<b>Enlace</b>			
<a href="#">Página web</a>			

## SUSPENSIÓN

La plataforma está suspendida sobre 12 cables de 8 milímetros 6X7-FC conectados del suelo a la plataforma pasando por unas poleas T222AF de tres vías de 300 milímetros de diámetro, cumpliendo así con el apartado 5.4.3.3.2 y 5.6.1.2 de la norma UNE-EN-81-31.

Las poleas están unidas mediante pasadores a la barra de suspensión la cual está conectada al cilindro, el movimiento se genera debido a los cables están unidos al suelo y a la plataforma mediante las placas de anclaje (Plano 10023), estos cables se cerrarán con haciendo un lazo cerrado por 4 sujetacables y un guardacabo como indica la NTP-155.

<b>Componente</b>	Cable 6X7-FC	<b>Nº Ficha</b>	9										
<b>Descripción</b>	Cable de 8 milímetros con alma de fibra textil fabricado bajo la normativa UNE-EN 12385-4												
<b>Fabricante</b>	CYESA												
<b>Cantidad</b>	12												
<b>Imagen</b>													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Referencia CYE</th> <th>Ø cable mm</th> <th>Área sección transversal metálica mm²</th> <th>Fuerza mínima de rotura kN 1770 N/mm²</th> <th>Peso kg/100m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y106071NGD08</td> <td>8</td> <td>23,6</td> <td>37,6</td> <td>22,1</td> </tr> </tbody> </table>	Referencia CYE	Ø cable mm	Área sección transversal metálica mm²	Fuerza mínima de rotura kN 1770 N/mm²	Peso kg/100m	Y106071NGD08	8	23,6	37,6	22,1		
Referencia CYE	Ø cable mm	Área sección transversal metálica mm²	Fuerza mínima de rotura kN 1770 N/mm²	Peso kg/100m									
Y106071NGD08	8	23,6	37,6	22,1									
<b>Enlaces</b>	<a href="#">Página web</a>												

<b>Componente</b>	Polea	<b>Nº Ficha</b>	10
-------------------	-------	-----------------	----

<b>Descrizione</b>	Conjunto de polea, pasador y placa retenedora.		
<b>Fabricante</b>	PFB	<b>Modelo</b>	T222-AF 300-3
<b>Cantidad</b>	4		

**Imagen**



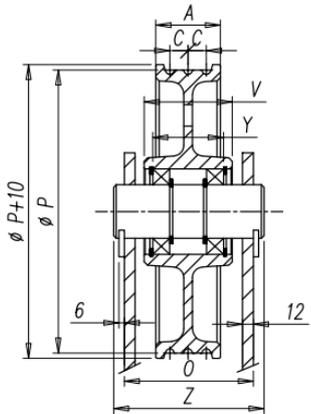
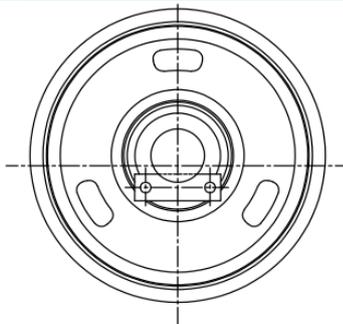
COMPONENTI MECCANICI PER ASCENSORI  
MECHANICAL LIFT COMPONENTS

PULEGGE DI RINVIO CIECHE PER FUNI IN DEROGA  
MONTATE SU CUSCINETTI, COMPLETE DI ALBERI FISSI PER PIASTRE  
DEAD EYE PULLEYS FOR ROPES IN DEROGATION, ON BALL BEARINGS,  
COMPLETE WITH FIXED AXLES FOR KEEPER PLATES

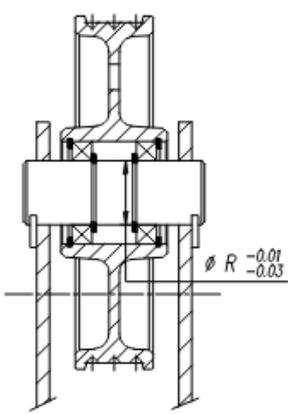
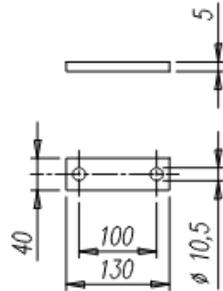
# T222AF

PAGE 2/2

VEDERE CONDIZIONI D'USO PULEGGE (pagine inizio catalogo)  
PLEASE CHECK PULLEYS USE CONDITIONS (see catalog start pages)

P	N° GOLE GROOVES NR	Ø FUNE ROPE Ø	A	C	V	Z	O	Y	SEEGER	CUSCINETTI BALL BEARINGS	CARICO STATICO Kg. STATIC LOAD Kgs.	CODICE ASSIEME COMPLETE CODE	
300	2	8/9	36	15	46	100	80	32	E.40	1.68	6008-2RS	1700	8022230020
	3		60	17	82	140	120	66	E.50	1.80	6010-2RS	2500	8022230030
	4		77	17	82	140	120	66	E.50	1.80	6010-2RS	2500	8022230040
	5		94	17	102	164	144	86	E.55	1.90	6011-2RS	3200	8022230050
	6		111	17	102	164	144	86	E.55	1.90	6011-2RS	3200	8022230060

ASSIEME ASSEMBLY	PIASTRINI KEEPER PLATES																								
	 <p style="margin-top: 10px;">* <u>OPTIONAL</u></p>																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>P</th> <th>N° GOLE GROOVES NR</th> <th>R</th> <th>PESO Kg. WEIGHT Kgs.</th> <th>PESO Kg. WEIGHT Kgs.</th> <th>CODICE CODE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">300</td> <td>2</td> <td>40</td> <td>9</td> <td rowspan="5">0,2</td> <td rowspan="5">8015000005</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>50</td> <td>16,5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>50</td> <td>17,5</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>55</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>55</td> <td>24</td> </tr> </tbody> </table>	P	N° GOLE GROOVES NR	R	PESO Kg. WEIGHT Kgs.	PESO Kg. WEIGHT Kgs.	CODICE CODE	300	2	40	9	0,2	8015000005	3	50	16,5	4	50	17,5	5	55	23	6	55	24	
P	N° GOLE GROOVES NR	R	PESO Kg. WEIGHT Kgs.	PESO Kg. WEIGHT Kgs.	CODICE CODE																				
300	2	40	9	0,2	8015000005																				
	3	50	16,5																						
	4	50	17,5																						
	5	55	23																						
	6	55	24																						

**Enlaces**  
[Página web](#)

<b>Componente</b>	Guardacabos	<b>Nº Ficha</b>	11												
<b>Descripción</b>	Elemento de acero galvanizado que tiene la finalidad de proteger los cables de esfuerzos repetitivos. Para cables de 8 milímetros.														
<b>Fabricante</b>	EslingasyCinchas														
<b>Cantidad</b>	24														
<b>Imagen</b>															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ø Medida cable</th> <th>D</th> <th>H</th> <th>B</th> <th>E</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8</td> <td>18</td> <td>39</td> <td>9</td> <td>1</td> <td>4,5</td> </tr> </tbody> </table>				Ø Medida cable	D	H	B	E	A	8	18	39	9	1	4,5
Ø Medida cable	D	H	B	E	A										
8	18	39	9	1	4,5										
<b>Enlaces</b>															
	<a href="#">Página web</a>														

<b>Componente</b>	Sujetacables	<b>Nº Ficha</b>	12						
<b>Descripción</b>	Para cables de acero de 8 milímetros fabricado bajo la normativa UNE-EN 13411-5 (TIPO1)								
<b>Fabricante</b>	CYESA								
<b>Cantidad</b>	96								
<b>Imagen</b>									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Referencia CYE</th> <th>Diámetro del cable mm</th> <th>Plano</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y6ASUJETA008</td> <td>8</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Referencia CYE	Diámetro del cable mm	Plano	Y6ASUJETA008	8	
Referencia CYE	Diámetro del cable mm	Plano							
Y6ASUJETA008	8								
<b>Enlaces</b>									
	<a href="#">Página web</a>								

## CABINA

La plataforma se plantea aprovechando al máximo el espacio donde está alojado el elevador con unas dimensiones de 2,5 metros de ancho y 4,8 metros de largo, no contará con techo, restringiendo la altura la estructura portante, la altura máxima de la carga que acceda será de 2,6 metros. Estas dimensiones serán óptimas para que acceda un turismo del tipo SUV medio y además que el piloto tenga acceso con relativa comodidad al vehículo.

Esta plataforma está diseñada con por un entramado de tubos cuadrados ( 14 X 7) de 80X3 y 120 X4 cubierta por una chapa lagrimada de 6 milímetros y cada lateral de cabina estará cubierto por un pasamanos que estará rematado por una chapa R8 T11 de 1,5 milímetros cumpliendo así con el apartado 5.5.1.6.2 de la UNE-EN 81-31 .

Debido a las particularidades de este sistema para proteger a las personas en la maniobra de entrada y salida del vehículo se ha optado por diseñar que el pasamanos en su zona central alcance los dos metros de altura y que toda la superficie del pasamanos está cubierta por una chapa de acero perforado R5T8 de 46% de luz con 1,5 milímetros de espesor, cumpliendo así el requerimiento de un guardapiés (Véase en el plano 10021).

A esta cabina se le ha limitado el vuelco con 4 vigas UPN200 terminadas con una rodadera en cada borde de la viga para transmitir las cargas a las guías.

## ELEMENTOS DE CIERRE

Se instalan puertas multipanel para evitar caídas de personas en el foso del montacargas, se proponen tres puertas iguales una para cada punto de acceso a la plataforma.

Una puerta se instalará en la planta 0 y dos en la planta -1

Esta puerta será corredera de dos hojas con apertura central fabricada por Albero Transformaciones metálicas. Este distribuido fabrica a medida cumpliendo con la normativa UNE-EN 81-31

Este sistema cuenta con un sistema de carriles que pasaran entre la pared y la estructura portante.

<b>Componente</b>	Puerta mutipanel	<b>Nº Ficha</b>	13
<b>Descripción</b>	Puerta articulada de láminas de aluminio conformadas en frio fabricada a medida.		
<b>Fabricante</b>	Albero Transformaciones metálicas	<b>Modelo</b>	ABL-1
<b>Cantidad</b>	3		
<b>Rango de apertura</b>	1100 -3000 milímetros		
<b>Imagen</b>	<p style="text-align: center;">De 2 hojas con apertura central</p> 		
<b>Enlaces</b>	<a href="#">Página web</a>		

## SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control deberá estar compuesto de una sonda guarda motor, un transformador de tensión de tres salidas (12 ,24 y 48 voltios), un contactor para el motor y un conjunto de reles para las maniobras.

En el procedimiento de ascenso comenzara una vez se active el pulsador de llamada, cuando estén las puertas cerradas se arrancará el motor y la válvula direccional se desplazará a la posición de ascenso, una vez la plataforma llegue a la posición final se activará el final de carrera, el motor parará y la válvula volverá a la posición estable.

En el procedimiento de bajada el motor no se arrancará, solo se activará la válvula direccional que permitirá que con el propio peso de la cabina el cilindro se comprima y se regule la velocidad mediante el regulador de caudal.

Se instalarán un total de 4 finales de carrera con dos en cada planta 1 para ordenar la detención del desplazamiento y otro con una distancia de 0,2 metros para evitar que si el final de carrera falla ocurra alguna colisión por el sobrerrecorrido del cilindro.

<b>Componente</b>	Final de carrera	<b>Nº Ficha</b>	14
<b>Descripción</b>	Final de carrera ajustable de doble activación, fabricado bajo la norma EN 60 947-5-1 y EN 50013		
<b>Fabricante</b>	RS PRO	<b>Modelo</b>	902-6865
<b>Cantidad</b>	4		
<b>Voltaje DC</b>	24 V		
<b>Imagen</b>			
<b>Enlaces</b>			
<a href="#">Página web</a>			

## ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Además de la disposición de los elementos como el pasamanos y cierre de seguridad que impiden el movimiento con las puertas abiertas y la caída de personas, se le instalará un sistema paracaídas a la plataforma.

Este sistema al tener velocidades por debajo de 0,3 metros por segundo se opta por un sistema de paracaídas instantáneo. Se instalarán 4 paracaídas IT100S, para hacerlo funcionar el sistema se le añade un limitador de velocidad LM12 con su timonería y sujeciones correspondientes, un módulo de control EM-17 y un sistema antideriva AD10V.

La deriva es un movimiento incontrolado de la plataforma y el paracaídas junto sistema antideriva.

Tal y como indica la Figura 12, se instala el mismo sistema con los componentes requeridos por este proyecto, pero duplicado. Se instalara cada paracaídas centrado en la barra antivuelco con su correspondiente conjunto de timonería entregado por el fabricante LUEZAR.



Figura 12. Sistema de montaje del paracaídas

<b>Componente</b>	Paracaídas	<b>Nº Ficha</b>	15																		
<b>Descripción</b>	Paracaídas instantáneo del tipo rodillo																				
<b>Fabricante</b>	LUEZAR	<b>Modelo</b>	IT 100-S																		
<b>Cantidad</b>	4																				
<b>Masa admisible</b>	2 774 Kg																				
<b>Imagen</b>																					
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>G</th> <th>D (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8,9</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>24,5</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>21,5</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>22,5</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>23,5</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>24</td> </tr> </tbody> </table>				G	D (mm)	8,9	21	16	24,5	10	21,5	11	22	12	22,5	13	23	14	23,5	15	24
G	D (mm)																				
8,9	21																				
16	24,5																				
10	21,5																				
11	22																				
12	22,5																				
13	23																				
14	23,5																				
15	24																				
<b>Enlaces</b>																					
<a href="#">Página web</a>																					
<b>Comentarios</b>	El fabricante informa sobre la masa admisible por pareja de paracaídas.																				

<b>Componente</b>	Limitador de velocidad	<b>Nº Ficha</b>	16
<b>Descripción</b>	Limitador de enclavamiento para bajas velocidades LM12		
<b>Fabricante</b>	LUEZAR	<b>Modelo</b>	LM12
<b>Cantidad</b>	2		
<b>Velocidad nominal</b>	Inferior 40 m/s		
<b>Velocidad de enclavamiento</b>	0,27 m/s		
<b>Correa</b>	RPU8M10		
<b>Imagen</b>			
<b>Enlaces</b>	<a href="#">Página web</a>		
<b>Comentarios</b>	Seleccionada la timonería correspondiente. Cumpliendo ISO 13050		

<b>Componente</b>	Sistema antiderriva	<b>Nº Ficha</b>	17
<b>Descripción</b>	Sistema antiderriva que activa el sistema paracaídas en caso de movimiento incontrolado		
<b>Fabricante</b>	LUEZAR	<b>Modelo</b>	AD10V
<b>Cantidad</b>	2		
<b>Imagen</b>			
<b>Enlaces</b>	<a href="#">Página web</a>		
<b>Comentarios</b>	Seleccionada la timonería correspondiente.		

<b>Componente</b>	Modulo electrónico EM-17	<b>Nº Ficha</b>	18
<b>Descripción</b>	Dispositivo destinado al control de movimientos incontrolados de la plataforma		
<b>Fabricante</b>	LUEZAR		
<b>Cantidad</b>	1		
<b>Imagen</b>			
			
<b>Enlaces</b>			
<a href="#">Página web</a>			

## 1.11 CONCLUSIONES

En el rediseño se desarrollan competencias aprendidas durante el grado, como el cálculo dinámico, mecánica de fluido y máquinas y mecanismos, así como conocimientos de diseño de máquinas, elasticidad y resistencia de materiales y diversos programas como Cype, SolidWorks, Mathematica entre otros.

En resumen, se ha conseguido mejorar la seguridad de una máquina, gracias a los diseños desarrollados y por tanto los objetivos marcados del proyecto. El diseño y selección se ha completado de forma sostenible cumpliendo con los ODS.

Durante el desarrollo del diseño se han tenido en cuentas las normativas obligatorias en la materia que se te trata y en otras normas y libros de reconocimiento, de apoyo al diseño, todo ello para desarrollar una máquina que sea competente y segura para su útil.



## **2 .CÁLCULOS**



## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 1.12 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

#### CABINA

##### PREDIMENSIONAMIENTO DE PERFIL

El primer paso para realiza este diseño es redimensionar las barras a flexión simple ya que este será el tipo de carga mas exigente.

La hipótesis de carga que se toma será que un turismo del tipo SUV medio, tendrá como fuerza máxima a soportar una rueda 750 kilogramos como indica la tabla de Michelin, Figura 13. Se diseña esta plataforma para vehículos como máximo con un índice de carga en el neumático de 98, una distancia de entre ejes de 2,52 metros, un ancho de 1,8 metros y reparto de peso entre ejes de un 75 -25%. El ancho del neumático medio se toma como 200 milímetros y la presión de los neumáticos en un turismo se toma como 2,3 bares como se indica en el libro Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón: en masa, armado, pretensado [2].

Índice de carga	Carga máxima (KG)
93	650
94	670
95	690
96	710
97	730
98	750
99	775
100	800
101	825
102	850
103	875
104	900

Figura 13. Tabla índice de carga de neumáticos de Michelin [3].

Realizando una hipótesis de uno de los perfiles laterales con los apoyos y dimensiones como muestra en la Figura 14.

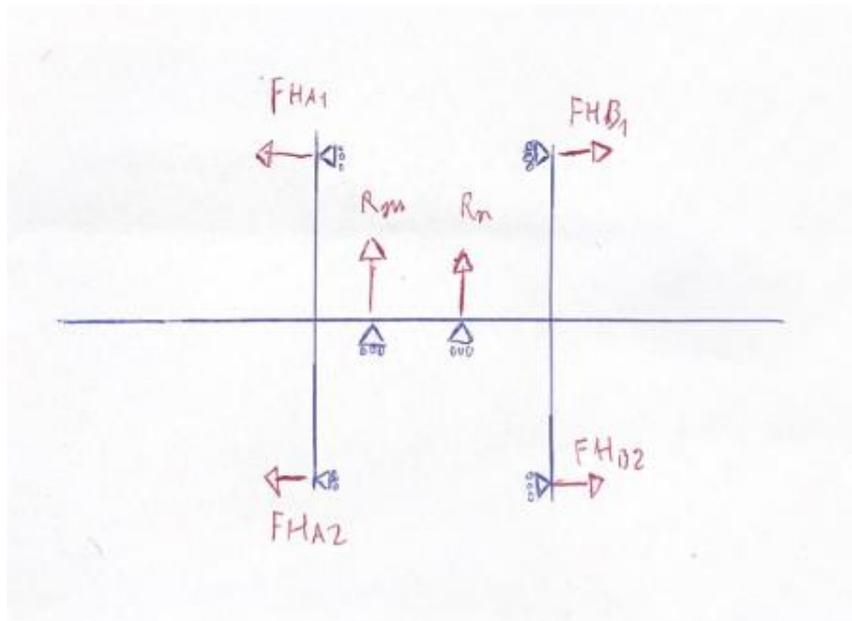


Figura 14. Medidas predimensionamiento.

	Posición (X) [m]	Posición (Z) [m]	Carga [N]
<b>Fp1</b>	0	0	255
<b>Fp2</b>	1,6	0	369
<b>Fp3</b>	3,2	0	369
<b>Fp4</b>	4,8	0	255
<b>Fet</b>	0)	0	7500
<b>Fed</b>	2,6	0	2500
<b>Rm</b>	1,9	0	Rm
<b>Rn</b>	2,9	0	Rn
<b>FHa1</b>	1,49	0,75	FHa1
<b>FHa2</b>	1,49	0,75	FHa2
<b>FHb1</b>	3,31	-0,75	FHb1
<b>FHb2</b>	3,31	-0,75	FHb2

Tabla 1. Posición y magnitud fuerzas en hipótesis de la plataforma

Para resolver este problema se crea sistema con las ecuaciones de equilibrio de las barras

$$\{F\}\{x\} = \{b\} \quad (1)$$

Siendo;

{x} matriz columna de las incógnitas del sistema,

{b} matriz columna de las fuerzas y momentos de la hipótesis de cargar,

{F} matriz 6x3 de ecuaciones de equilibrio.

Esta barra tiene un grado de hiperestaticidad de grado 3 pero debido que las reacciones no pueden ser negativas se puede resolver con la herramienta SOLVER de Excel usando el método numérico GRG Nonlinear, método para resolver sistemas de ecuaciones.

Reacciones	Fuerzas [N]
$R_m$	10828,46
$R_n$	419
$F_{HA1}$	8197,43
$F_{HA2}$	0
$F_{HB1}$	0,41
$F_{HB2}$	8197,02

Tabla 2. Resultado de las reacciones mediante SOLVER

Este resultado cumple con todas las restricciones con un sumatorio de error cuadrático de  $2,58 \times 10^{-10}$ .

Con estas reacciones se realizan los diagramas de cortante y momento flector:

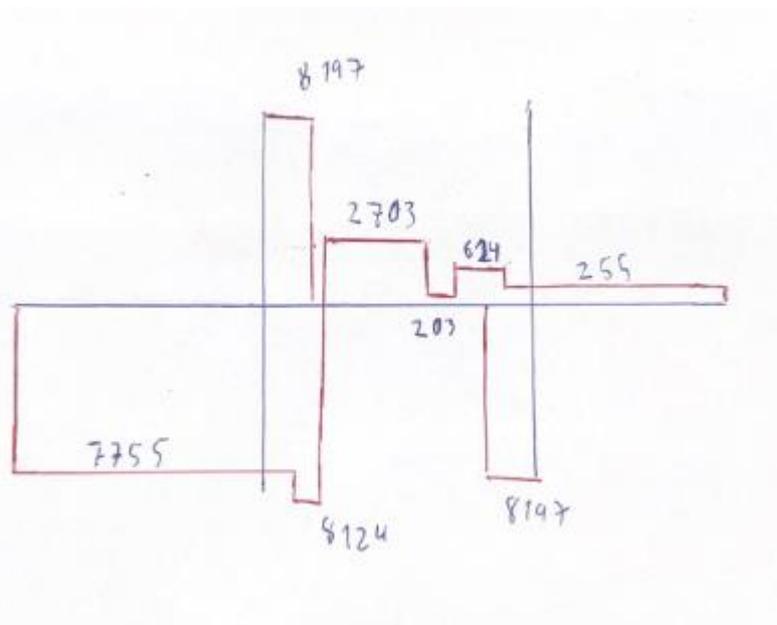


Figura 15. Diagrama de cortantes [N]

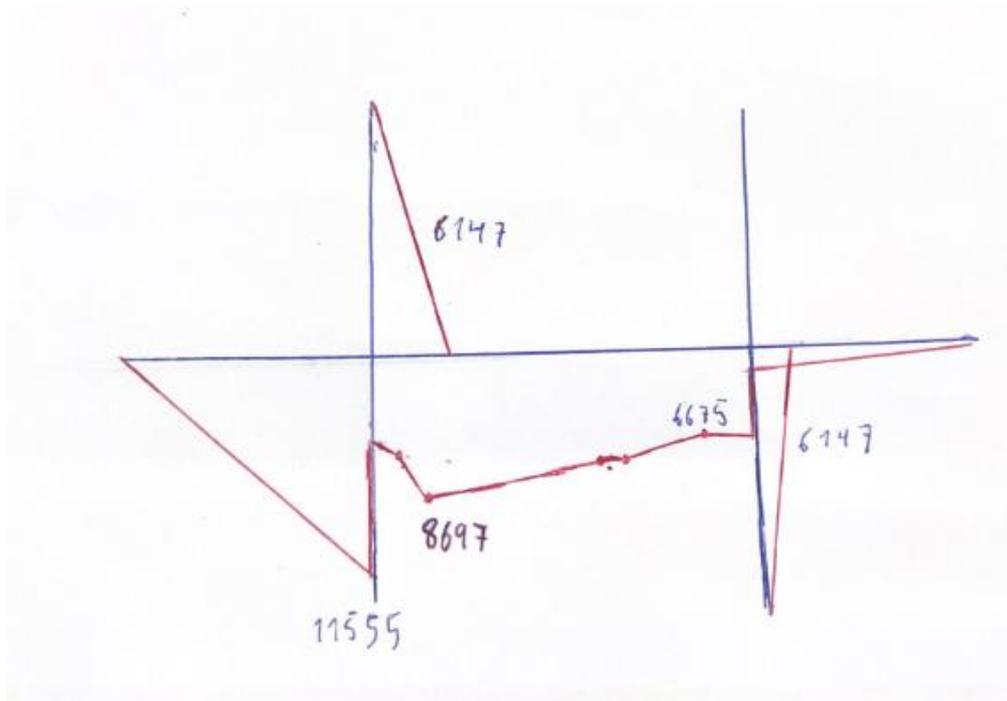


Figura 16. Diagrama de momentos [N · m]

Como se observa en la Figura 16, el mayor momento tiene el valor de 11 555 Newtons por metro.

Atendiendo al cálculo de la resistencia de la sección en el apartado 6.2.6 del DB-SE-A.

$$M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd} \quad (2)$$

Siendo la resistencia de cálculo tomada del apartado 4.9 de este mismo documento.

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad (3)$$

Con un acero 275JR, el módulo resistente necesario rondará 44 [cm<sup>3</sup> ] por lo que del prontuario de perfiles cuadrados del libro Estructuras de acero [4] .Se selecciona el perfil de 120 milímetros de lado y espesor a determinar, debido que se desconoce la influencia de la disposición en cuadrícula de las barras.

El perfil se escogerá tras realizar una simulación por elementos finitos, pero es necesario hacer esta primera aproximación para el cálculo de la chapa que cubrirá la plataforma.

Para las barras horizontales se propone con unas dimensiones de 80 milímetros de lado, estos perfiles no estarán sometidos a grandes cargas, pero unas dimensiones considerables son interesantes para minimizar el número de barras necesarias.

## CÁLCULO DE PLANCHA

Una vez seleccionado las dimensiones de estas barras se puede definir cuál es el entramado necesario para un espesor de chapa dado.

Se realiza la selección utilizando el método del libro método de cálculo de placas del libro Roark's formulas for stress and strain [5].

Este libro indica en la tabla 11.4 indica como realizar el cálculo de placas con límites rectos y espesor constante, que para este estudio se utiliza el cálculo de placas con una carga puntual y uniformemente repartida, simplemente apoyada en todos los bordes.

Viendo cuales son los espesores en chapa lagrimada que Acelormittal suministra, se considera como espesores para este estudio son 4, 5 y 6 con un acero S235 JR.

Conociendo las vigas, se hipotetiza que la carga es uniforme en la cuadrícula para conocer el número de barras necesario según el espesor.

Se busca entre relaciones de  $a$  y  $b$ , lados de cuadrado que soporta plancha, de 1 o 1,2 con un factor de seguridad de 2

Relación entre $a$ y $b$	1			1,2		
	4	5	6	4	5	6
Espeor						
$a_1$ [mm]	200					
$b_1$ [mm]	163					
$q$ [Mpa]	0,23					
$\sigma_{perm}$ [Mpa]	111,90					
$\beta$	0,2874			0,3762		
$a$	164,58	205,73	246,87	172,62	215,78	258,93
$b$	164,58	205,72	246,78	143,85	179,81	179,81
N° barras 120	9	8		9	8	
N° barras 80	20	17		22	19	

Tabla 3. Configuración con carga uniformemente repartida

De la Tabla 3, debido a las dimensiones de la huella del vehículo estimadas se puede afirmar para espesores de 4 y 5 milímetros la carga es aproximadamente uniforme en toda la placa. Para espesores de 6 milímetros tendremos que resolver mediante el cálculo de cargas puntuales.

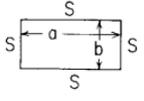
Case no., shape, and supports	Case no., loading	Formulas and tabulated specific values																																												
1. Rectangular plate; all edges simply supported 	1a. Uniform over entire plate	(At center) $\sigma_{\max} = \sigma_b = \frac{\beta qb^2}{t^2}$ and $y_{\max} = \frac{-2qb^4}{Et^3}$ (At center of long sides) $R_{\max} = \gamma qb$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>a/b</th> <th>1.0</th> <th>1.2</th> <th>1.4</th> <th>1.6</th> <th>1.8</th> <th>2.0</th> <th>3.0</th> <th>4.0</th> <th>5.0</th> <th>∞</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>β</td> <td>0.2874</td> <td>0.3762</td> <td>0.4530</td> <td>0.5172</td> <td>0.5688</td> <td>0.6102</td> <td>0.7134</td> <td>0.7410</td> <td>0.7476</td> <td>0.7500</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>0.0444</td> <td>0.0616</td> <td>0.0770</td> <td>0.0906</td> <td>0.1017</td> <td>0.1110</td> <td>0.1335</td> <td>0.1400</td> <td>0.1417</td> <td>0.1421</td> </tr> <tr> <td>γ</td> <td>0.420</td> <td>0.455</td> <td>0.478</td> <td>0.491</td> <td>0.499</td> <td>0.503</td> <td>0.505</td> <td>0.502</td> <td>0.501</td> <td>0.500</td> </tr> </tbody> </table>	a/b	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	4.0	5.0	∞	β	0.2874	0.3762	0.4530	0.5172	0.5688	0.6102	0.7134	0.7410	0.7476	0.7500	α	0.0444	0.0616	0.0770	0.0906	0.1017	0.1110	0.1335	0.1400	0.1417	0.1421	γ	0.420	0.455	0.478	0.491	0.499	0.503	0.505	0.502	0.501	0.500
a/b	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	4.0	5.0	∞																																				
β	0.2874	0.3762	0.4530	0.5172	0.5688	0.6102	0.7134	0.7410	0.7476	0.7500																																				
α	0.0444	0.0616	0.0770	0.0906	0.1017	0.1110	0.1335	0.1400	0.1417	0.1421																																				
γ	0.420	0.455	0.478	0.491	0.499	0.503	0.505	0.502	0.501	0.500																																				

Figura 17. Método de carga uniforme sobre toda la plancha con apoyo simple

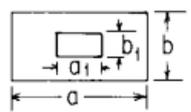
1c. Uniform over central rectangular area 	(At center) $\sigma_{\max} = \sigma_b = \frac{\beta W}{t^2}$ where $W = qa_1b_1$ <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">a<sub>1</sub>/b b<sub>1</sub>/b</th> <th colspan="6">a = b</th> <th colspan="6">a = 1.4b</th> </tr> <tr> <th>0</th> <th>0.2</th> <th>0.4</th> <th>0.6</th> <th>0.8</th> <th>1.0</th> <th>0</th> <th>0.2</th> <th>0.4</th> <th>0.8</th> <th>1.2</th> <th>1.4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td></td> <td>1.82</td> <td>1.38</td> <td>1.12</td> <td>0.93</td> <td>0.76</td> <td></td> <td>2.0</td> <td>1.55</td> <td>1.12</td> <td>0.84</td> <td>0.75</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>1.82</td> <td>1.28</td> <td>1.08</td> <td>0.90</td> <td>0.76</td> <td>0.63</td> <td>1.78</td> <td>1.43</td> <td>1.23</td> <td>0.95</td> <td>0.74</td> <td>0.64</td> </tr> <tr> <td>0.4</td> <td>1.39</td> <td>1.07</td> <td>0.84</td> <td>0.72</td> <td>0.62</td> <td>0.52</td> <td>1.39</td> <td>1.13</td> <td>1.00</td> <td>0.80</td> <td>0.62</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>0.6</td> <td>1.12</td> <td>0.90</td> <td>0.72</td> <td>0.60</td> <td>0.52</td> <td>0.43</td> <td>1.10</td> <td>0.91</td> <td>0.82</td> <td>0.68</td> <td>0.53</td> <td>0.47</td> </tr> <tr> <td>0.8</td> <td>0.92</td> <td>0.76</td> <td>0.62</td> <td>0.51</td> <td>0.42</td> <td>0.36</td> <td>0.90</td> <td>0.76</td> <td>0.68</td> <td>0.57</td> <td>0.45</td> <td>0.40</td> </tr> <tr> <td>1.0</td> <td>0.76</td> <td>0.63</td> <td>0.52</td> <td>0.42</td> <td>0.35</td> <td>0.30</td> <td>0.75</td> <td>0.62</td> <td>0.57</td> <td>0.47</td> <td>0.38</td> <td>0.33</td> </tr> </tbody> </table>	a <sub>1</sub> /b b <sub>1</sub> /b	a = b						a = 1.4b						0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0	0.2	0.4	0.8	1.2	1.4	0		1.82	1.38	1.12	0.93	0.76		2.0	1.55	1.12	0.84	0.75	0.2	1.82	1.28	1.08	0.90	0.76	0.63	1.78	1.43	1.23	0.95	0.74	0.64	0.4	1.39	1.07	0.84	0.72	0.62	0.52	1.39	1.13	1.00	0.80	0.62	0.55	0.6	1.12	0.90	0.72	0.60	0.52	0.43	1.10	0.91	0.82	0.68	0.53	0.47	0.8	0.92	0.76	0.62	0.51	0.42	0.36	0.90	0.76	0.68	0.57	0.45	0.40	1.0	0.76	0.63	0.52	0.42	0.35	0.30	0.75	0.62	0.57	0.47	0.38	0.33
a <sub>1</sub> /b b <sub>1</sub> /b	a = b						a = 1.4b																																																																																																	
	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0	0.2	0.4	0.8	1.2	1.4																																																																																												
0		1.82	1.38	1.12	0.93	0.76		2.0	1.55	1.12	0.84	0.75																																																																																												
0.2	1.82	1.28	1.08	0.90	0.76	0.63	1.78	1.43	1.23	0.95	0.74	0.64																																																																																												
0.4	1.39	1.07	0.84	0.72	0.62	0.52	1.39	1.13	1.00	0.80	0.62	0.55																																																																																												
0.6	1.12	0.90	0.72	0.60	0.52	0.43	1.10	0.91	0.82	0.68	0.53	0.47																																																																																												
0.8	0.92	0.76	0.62	0.51	0.42	0.36	0.90	0.76	0.68	0.57	0.45	0.40																																																																																												
1.0	0.76	0.63	0.52	0.42	0.35	0.30	0.75	0.62	0.57	0.47	0.38	0.33																																																																																												

Figura 18. Método de carga uniforme sobre un área central rectangular con apoyo simple

Según este método para un espesor de 6 y la carga el factor β tendrá que ser menor a 0,53, se busca entre varias configuraciones de rondando proporciones de 1,2.

	A	B	C	D
NºV	7	6	7	7
NºH	17	15	16	14
a	276,67	356	276,67	276,67
b	212,5	254,28	232	280
a/b	1,30	1,4	1,19	0,99
a1/b	0,94	0,79	0,86	0,71
b1/b	0,77	0,64	0,70	0,58
β	0,505	0,68	0,51	0,56
t	5,68	6,59	5,70	5,98

Tabla 4. Configuraciones con chapa de 6 milímetros

La configuración D tendrá como solución el valor mas cercano a los 6 milímetros sin superarlos.

Comprando las soluciones:

	<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>V4</b>	<b>V5</b>
<b>t</b>	4	4	5	5	6
<b>NºbH</b>	20	22	17	19	14
<b>NºbT</b>	9	9	8	8	7
<b>B</b>	164,58	143,85	210,81	184,25	280,00
<b>Peso plataforma</b>	940,20	935,41	847,81	846,35	752,56
<b>Peso chapa</b>	376,80	376,80	471,00	471,00	565,20
<b>peso total</b>	1317,00	1312,21	1318,81	1317,35	1317,76

*Tabla 5. Comparación de soluciones.*

Se opta por usar la quinta solución, aunque no sea la solución con menor peso si es la que mas ahorro conllevará en horas de soldaduras y cortes en la construcción.

#### COMPROBACIÓN POR SIMULACIÓN

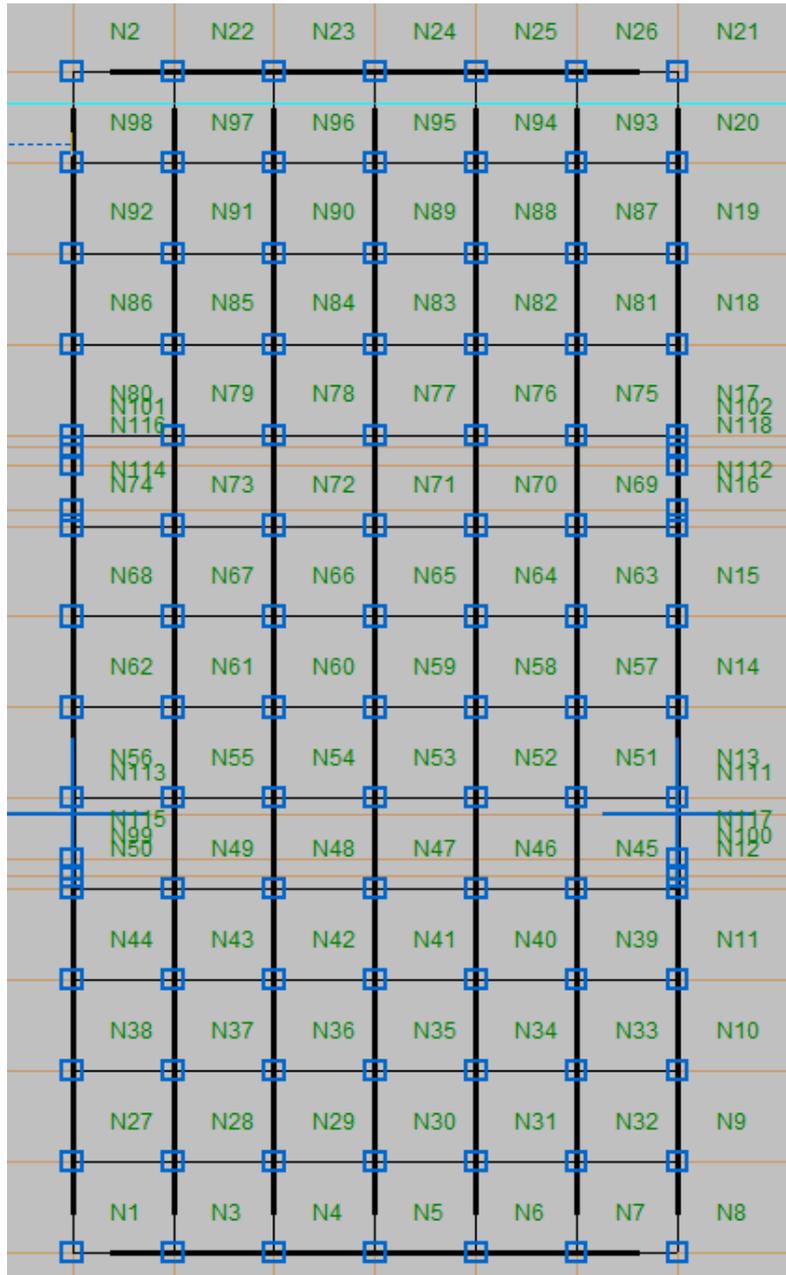


Figura 19. Numeración de nudos y barras.

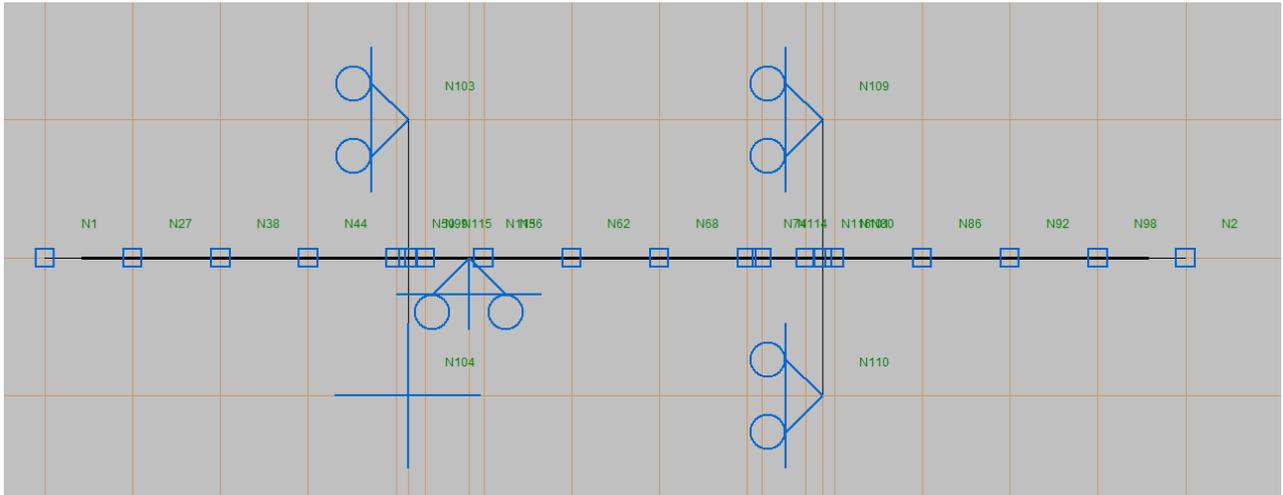


Figura 20. Configuración de nudos y barras (2)

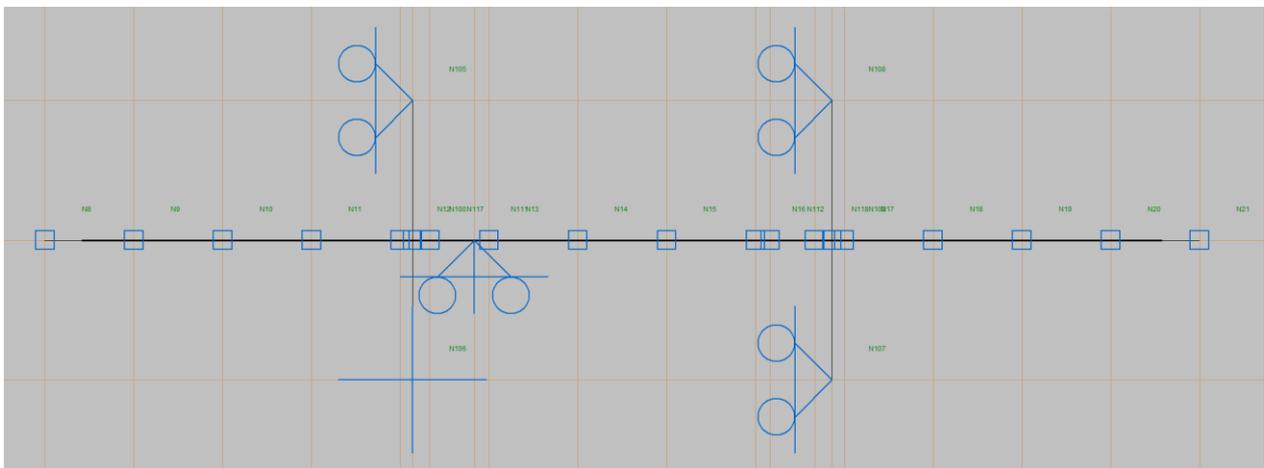


Figura 21. Configuración de nudos y barras (3)

Con CYPE 3D 2025.a se simula la plataforma para seleccionar y comprobar los perfiles.

- Cargas debido al pasamanos:

Tendrá 4 apoyos en un pasamanos en la distribución indicada en la Tabla 6, el otro pasamanos tendrá las mismas cargas.

	Posición [m]	Peso [N]
Rp1	0	255
Rp2	1,56	369
Rp3	3,12	369
Rp4	4,68	255

Tabla 6. Configuración de cargas debido al pasamanos

- Cargas debido al suelo:

Entre 55,3 metros de perfiles está apoyada la chapa por lo que el peso será 10,22 kilogramos por metro.

- Hipótesis de carga externa, se considera como puntual

	X[m]	Y[m]	Peso[N]
Carga TD	0	0	7500
Carga TI	1,8	0	7500
Carga DD	0	2,52	2500
Carga DI	1,8	2,52	2500

Tabla 7. Configuración de cargas debido a las cargas externas.

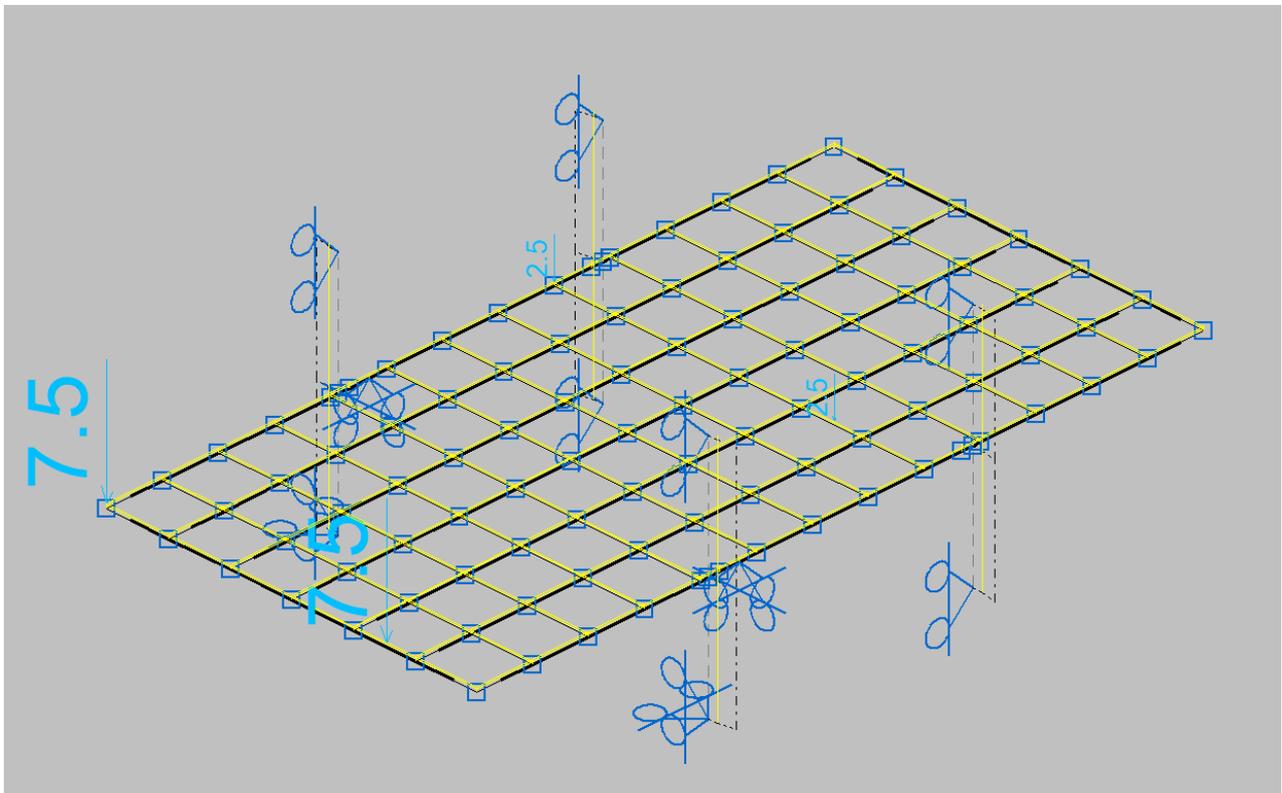


Figura 22. Introducción de cargas

En este programa no se pueden definir como son los apoyos en la realidad, debido a que no puedo definir las restricciones que el cable ofrece, no puede absorber compresión, así como en las barras antivuelco, solo existirán reacciones en un sentido, en el eje y. Después de buscar soluciones en diferentes programas se encuentra como solución, restringir la dirección del eje, comprobar cuales tienen un sentido incorrecto y retirar el apoyo en la dirección del eje.

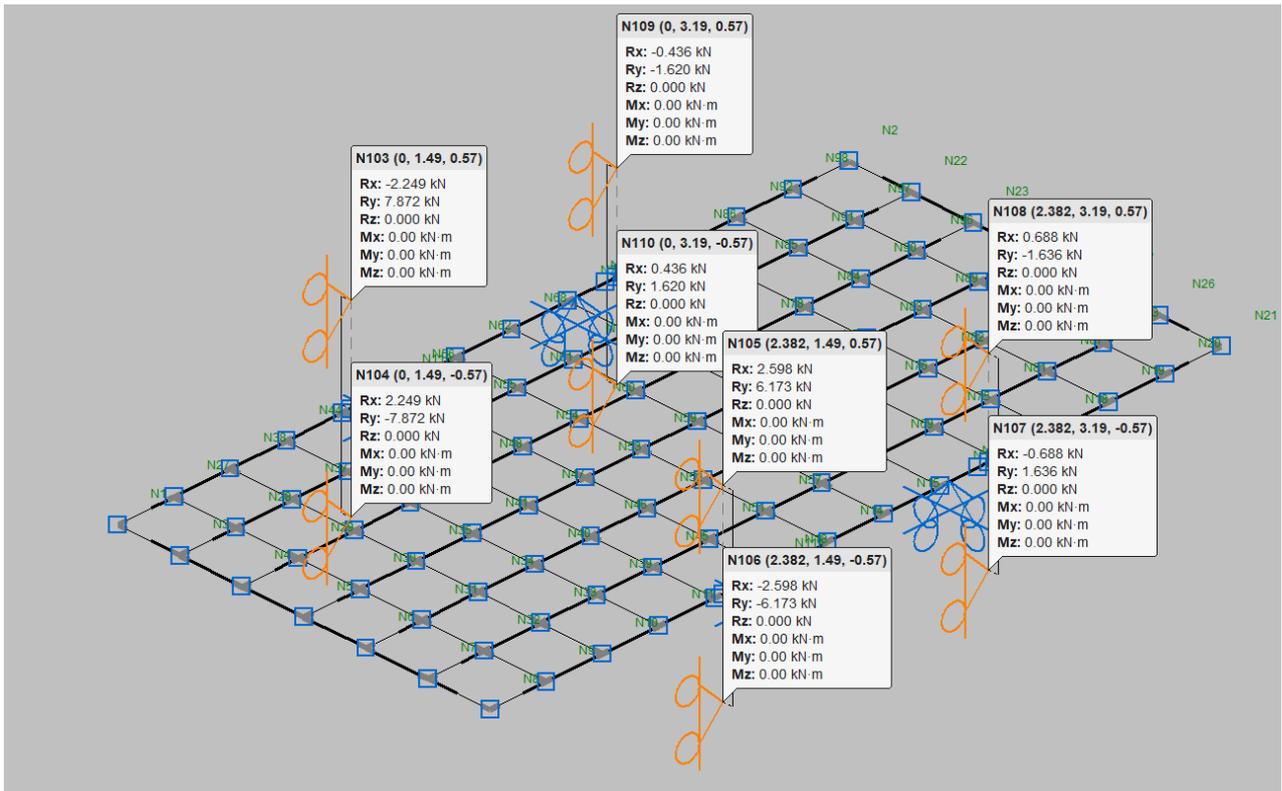


Figura 23. Primera configuración de apoyos.

Primero se han retirado las restricciones del nudo 104 y 106 se vuelve a comprobar que la reacción no tiene un sentido correcto y se eliminan los apoyos de los cables de los nudos 101 y 102.

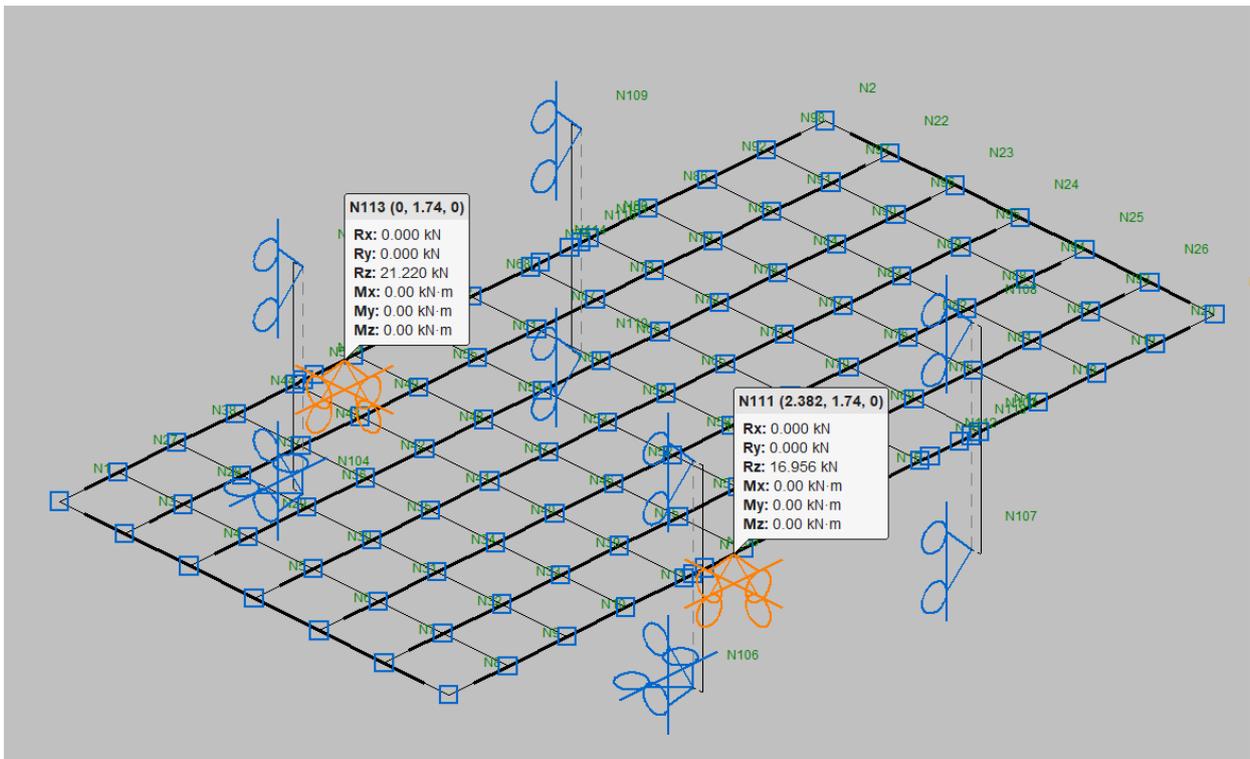


Figura 24. Reacciones verticales

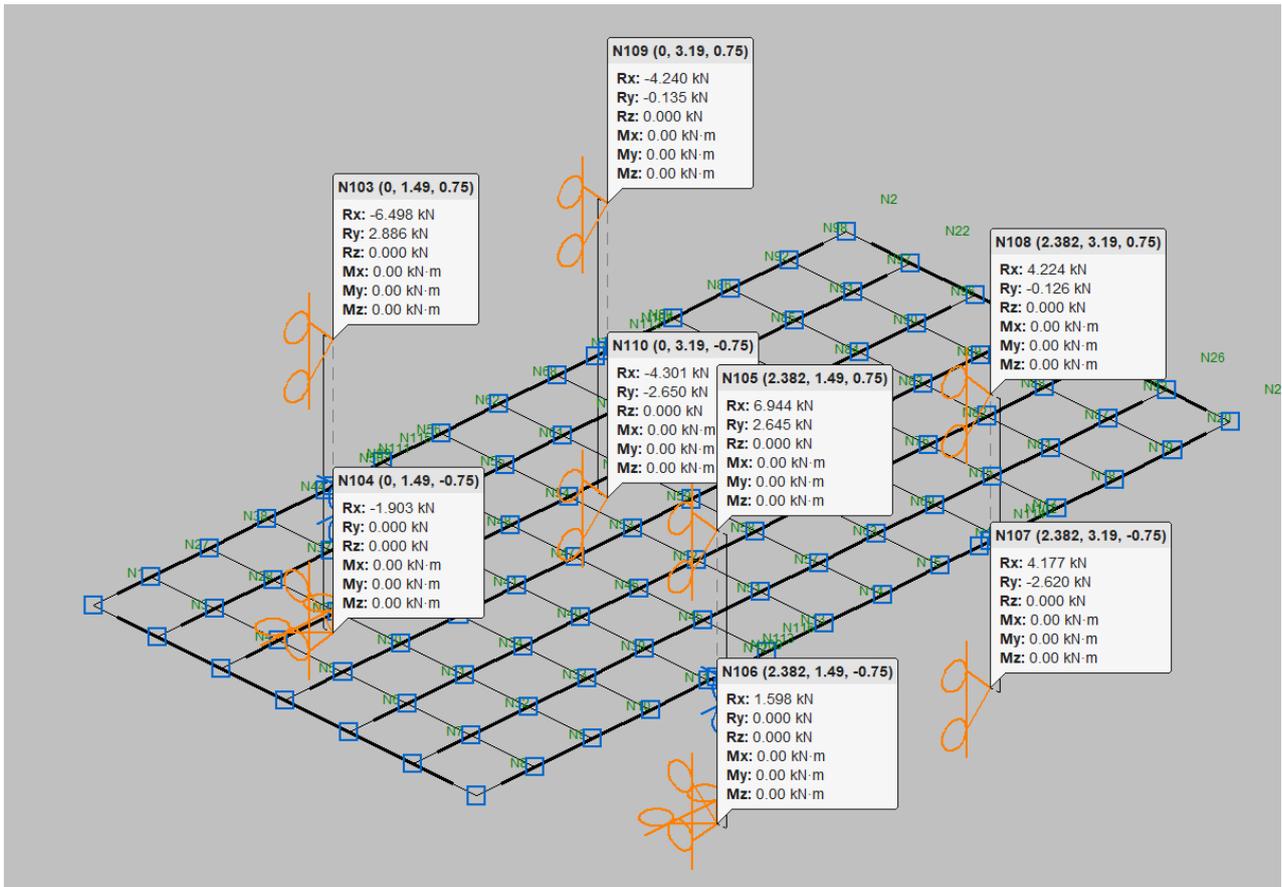


Figura 25. Reacciones rodaderas

Todas las barras estarán unidas mediante soldadura a tope con penetración total, excepto las barras antivuelco que es explicada en el apartado 2.4 Resistencia de elementos soldados.

Informe de resultados CTE del CYPE:

Este diseño se han planteado 3 tipos de barras, por lo que se estudia cual es la barra mas exigente de cada uno de los tipos.

Las barras se definen con el número del nudo inicial y el número final con una N delante, de la siguiente manera, barra NX-Y.

Barra N50-99:

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.309} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.306} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sub>ésimos</sub> se producen en el nudo N99, para la combinación de acciones PP+CM1.

Donde:

**N<sub>t,Ed</sub>**: Axil de tracción solicitante de cálculo p<sub>ésimo</sub>.

**M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub>**: Momentos flectores solicitantes de cálculo p<sub>ésimos</sub>, según los ejes Y y Z, respectivamente.

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Resistencia a tracción.

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

**M<sub>ef,Ed</sub>**: Momento flector solicitante de cálculo p<sub>ésimo</sub>.

$$\mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{0.81} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M_{y,Ed}} : \underline{5.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{z,Ed}} : \underline{0.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{N_{pl,Rd}} : 464.01 \text{ kN}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,y}} : \underline{19.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,z}} : \underline{19.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{ef,Ed}} : \underline{-5.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

**σ<sub>com,Ed</sub>**: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\mathbf{\sigma_{com,Ed}} : \underline{74.07} \text{ MPa}$$

**W<sub>y,com</sub>**: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$\mathbf{W_{y,com}} : \underline{75.66} \text{ cm}^3$$

**A**: Área de la sección bruta.

$$\mathbf{A} : \underline{17.72} \text{ cm}^2$$

**M<sub>b,Rd,y</sub>**: Momento flector resistente de cálculo.

$$\mathbf{M_{b,Rd,y}} : \underline{19.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Barra N99-103

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.241} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sub>ésimos</sub> se producen en el nudo N99, para la combinación de acciones PP+CM1.

Donde:

**N<sub>c,Ed</sub>**: Axil de compresión solicitante de cálculo p<sub>ésimo</sub>.

**M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub>**: Momentos flectores solicitantes de cálculo p<sub>ésimos</sub>, según los ejes Y y Z, respectivamente.

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Resistencia a compresión de la sección bruta.

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

**A**: Área de la sección bruta.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{0.19} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M_{y,Ed}} : \underline{4.87} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{z,Ed}} : \underline{2.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{N_{pl,Rd}} : 843.33 \text{ kN}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,y}} : \underline{59.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,z}} : \underline{13.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{A} : \underline{32.20} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{W_{pl,y}} : \underline{228.00} \text{ cm}^3$$

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.  
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_{pl,z} : \underline{51.80} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

Barra N50-49

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.293} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.250} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N50, para la combinación de acciones PP+CM1.

Donde:

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

$$N_{t,Ed} : \underline{5.57} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{1.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

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

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{231.65} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{6.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{6.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

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

$$M_{ef,Ed} : \underline{-1.58} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$ : Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{63.13} \text{ MPa}$$

$W_{y,com}$ : Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{25.10} \text{ cm}^3$$

**A**: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{8.84} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$ : Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{6.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Pasamanos

Debido a las particularidades este sistema de elevación y la normativa como ya se ha mencionado, optamos por cubrir los dos laterales de la plataforma, 4,8 metros cada uno y en la zona central una mayor altura, alcanzando los dos metros, para evitar contactos accidentales con el sistema de suspensión.

Esta norma indica unos requerimientos mecánicos de 1000 Newtons en el punto mas desfavorable y una deformación máxima de 10 milímetros.

Se plantea un diseño con dos tipos de barra con el fin de aligerar peso. La parte inferior del pasamanos de unas dimensiones semeándose a un marco y tanto las barras intermedias, como el suplemento central, tendrán otras.

El caso mas crítico será cuando la carga de 1000 Newtons este ubicada en el extremo de las barras centrales, semejante a una barra empotrada en voladizo con sección variable. Con un acero S275J0H que será suministrado por AcelorMittal.

Mediante el programa Solidworks 2022 realizo un análisis estático sobre un diseño de la estructura realizado con el complemento de piezas soldadas.

En el plano 10021 se puede observar las dimensiones y disposiciones de la barras que componen los pasamanos.

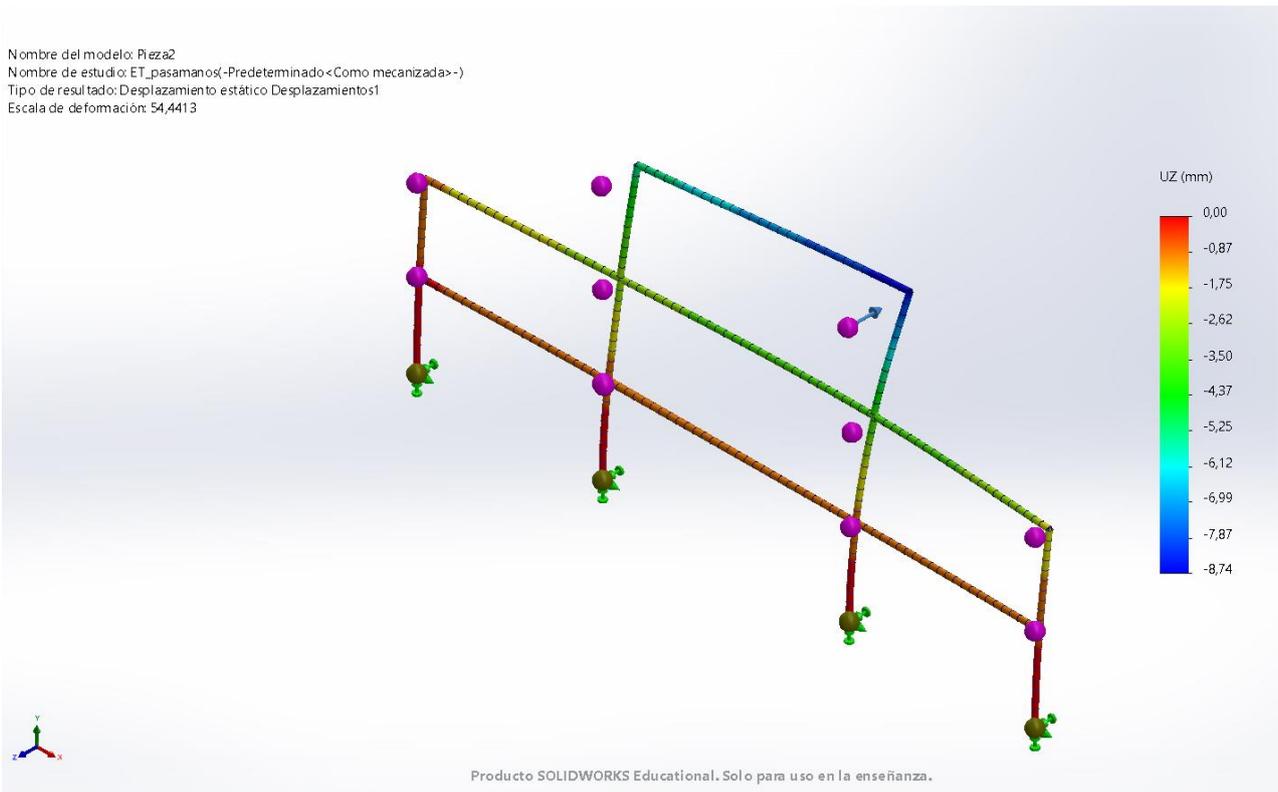


Figura 26. Desplazamientos en el eje z

Nombre del modelo: Pieza2  
 Nombre de estudio: ET\_pasamanos(-Predeterminado<Como mecanizada>-)  
 Tipo de resultado: Mt/St de pliegue Tensiones1  
 Escala de deformación: 54,4413

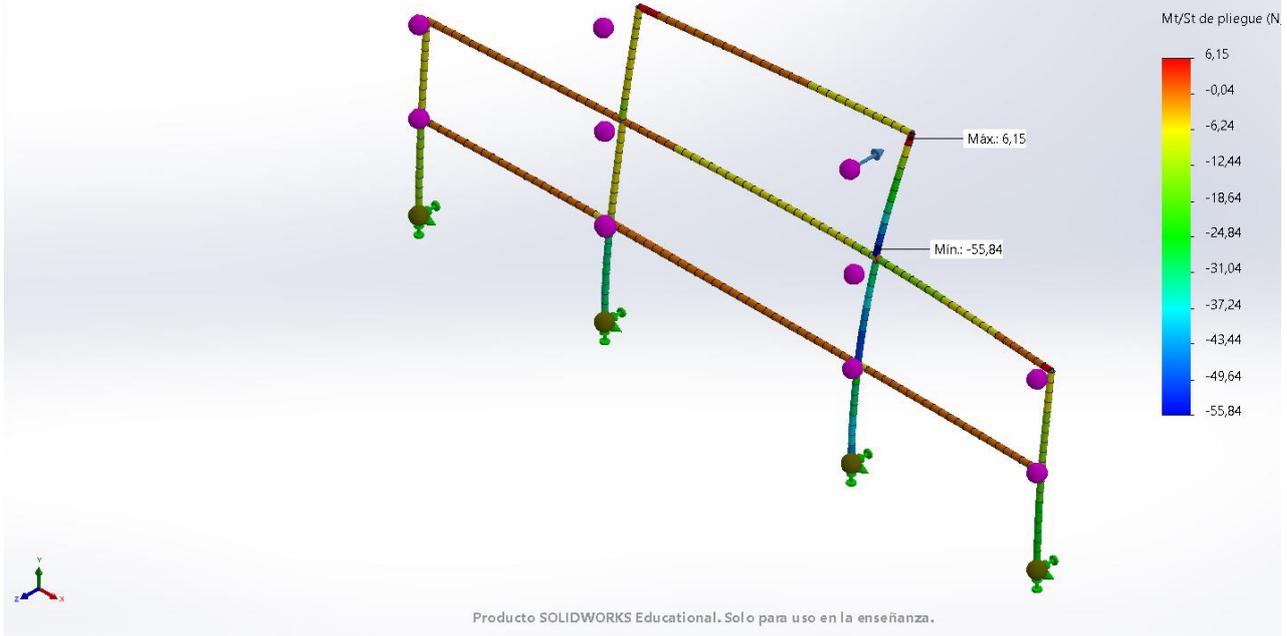


Figura 27. Tensiones en las barras

Esta estructura tiene un factor de seguridad mínimo de 4,92.

Los tubos estarán unidos mediante soldadura a tope con penetración total en todo el contorno del perfil.

Se cubrirá toda la superficie de acero perforada de 45% de luz con 1,5 milímetros de espesor, unida mediante remaches.

### PORTICO ESTRUCTURAL

Para el cálculo de este elemento se tiene en cuenta los dos tipos de entradas de cargas, la activación del paracaídas y el uso normal

Para el cálculo de este elemento se supone que la viga esta biarticulada sobre la estructura por lo que desarrollando las ecuaciones, las reacciones de estructuras sobre la estructura portante será

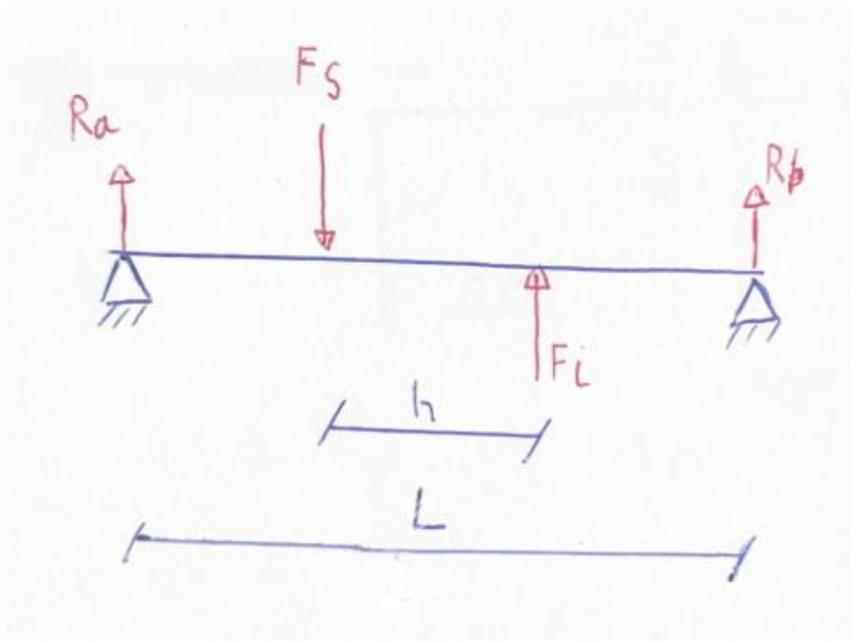


Figura 28. Suposición carga guía.

Utilizando el equilibrio de fuerzas

$$\sum F = 0 \rightarrow R_a + R_b = F_s - F_i \quad (4)$$

$$\sum Ma = 0 \rightarrow F_s \cdot x = F_i \cdot (x + h) + R_b \cdot L \quad (5)$$

Entonces:

$$R_b = -R_a$$

$$R_b = -\frac{F_i \cdot h}{L}$$

Será independiente de la posición en la que se encuentre el montacargas.

Además de estas cargas en los apoyos de la guía habrá que introducir las cargas de 29 000 Newtons en el eje y, que genera la plataforma, mayorando se escoge el punto de aplicación en el centro de la viga de la estructura portante

La carga generada por la frenada del paracaídas se considera que el caso mas critico será en la posición mas alta de la cabina. Con un valor de 27 842 Newtons.

En el caso de uso normal de la máquina se estudia también sacando con el mismo método las cargas en los apoyos de la guía, pero con las fuerzas de Uso normal de la Tabla 8, las fuerzas en el eje y de esta misma tabla y en este caso se deberá tener en cuenta el momento que genera la barra de suspensión.

<b>Cargas</b>	<b>Activación del paracaídas</b>	<b>Uso normal</b>	<b>Posición (z) [m]</b>
<b>Ra</b>	2100[N]	840 [N]	7,6
<b>Rb</b>	-2100[N]	-840 [N]	5,1
<b>Fz</b>	-27 842 [N]	-	4
<b>M<sub>BS1</sub></b>	-	8 270 [N · m]	5,78
<b>M<sub>BS2</sub></b>	-	-6 160 [N · m]	5,78
<b>Fy<sub>1</sub></b>	-29 000 [N]	-11 600 [N]	5,78
<b>Fy<sub>2</sub></b>	29 000[N]	11 600 [N]	5,78

*Tabla 8. Cargas debido a la guía en cada caso de carga*

Para el diseño de esta estructura se plantea el diseño de dos pórticos sujetado a pared y suelo donde las barras verticales son HEB 140B y las barras horizontales tubo cuadrado 80X3, estas barras horizontales unirán y cerrarán cada pórtico. Se realiza la comprobación mediante CYPE 3D:

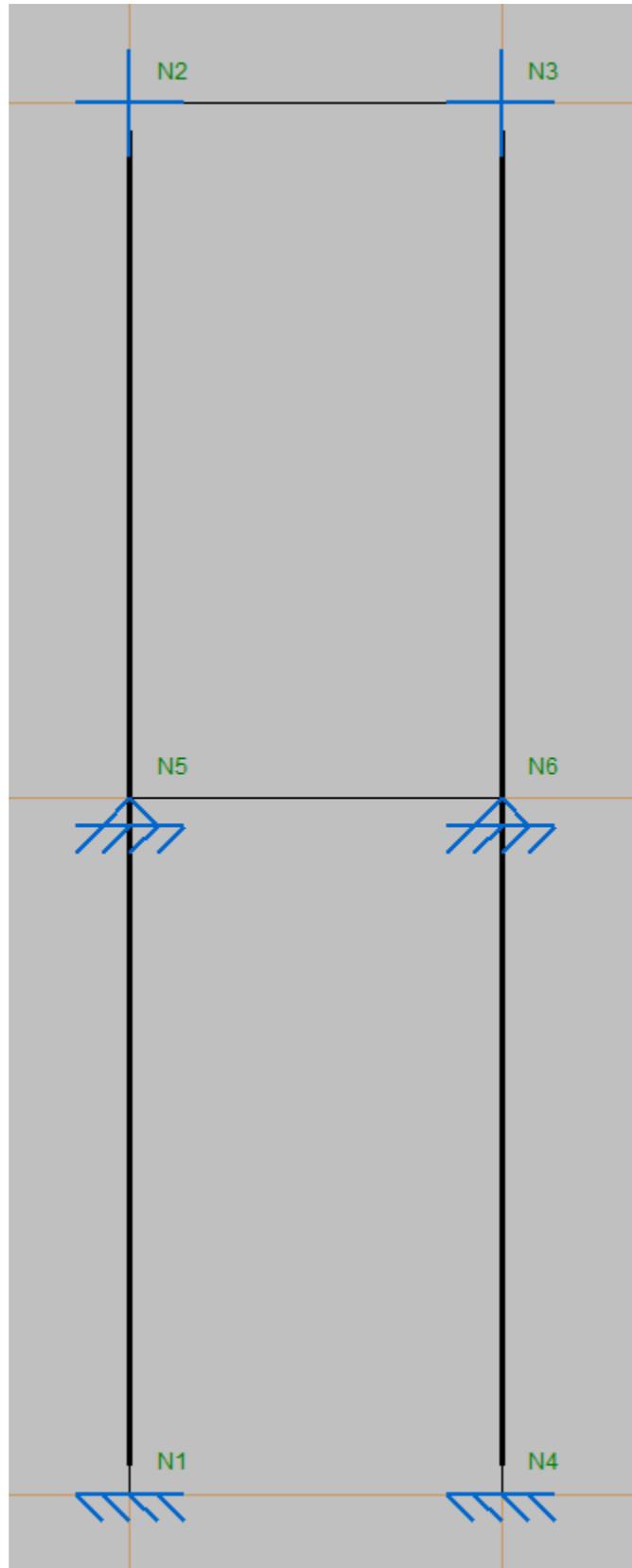


Figura 29. Numeración de barras

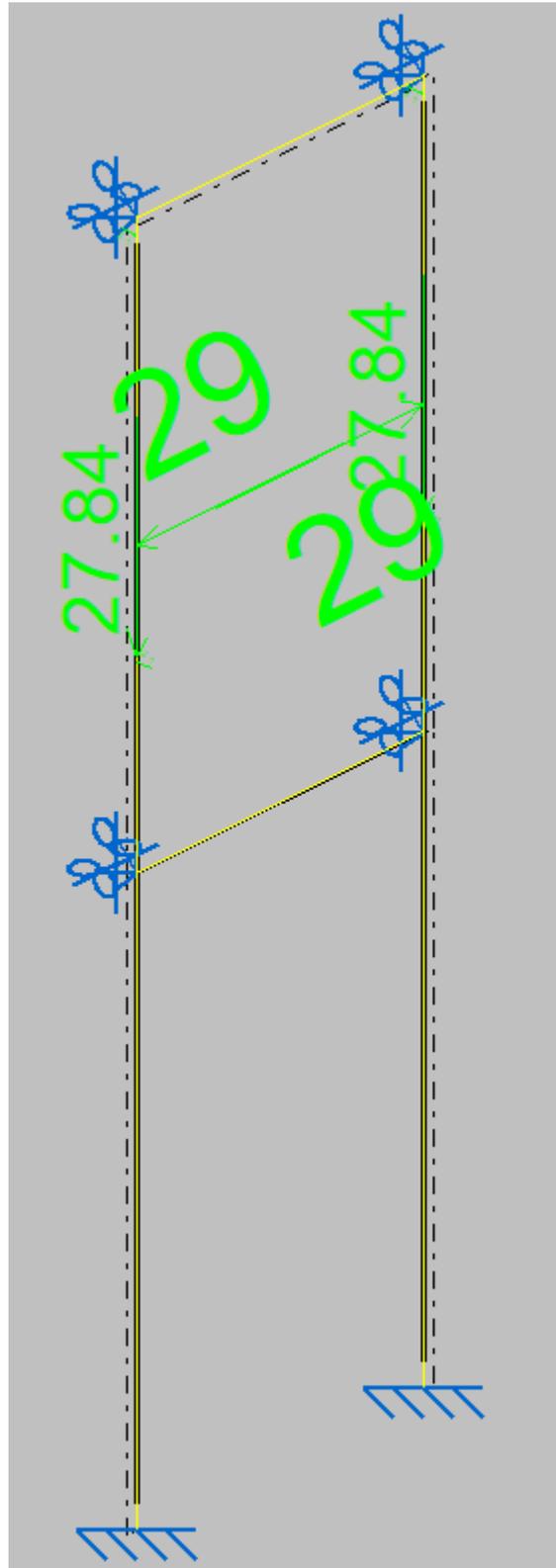


Figura 30. Disposición de cargas, activación del paracaídas.

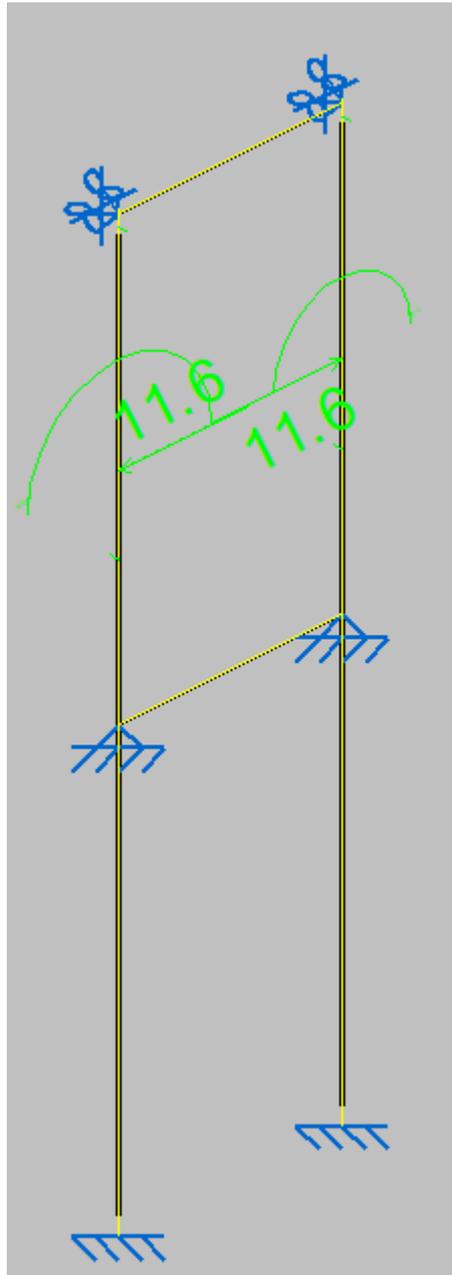


Figura 31. Disposición de cargas, uso normal

En el caso de activación del paracaídas las barras mas solicitadas serán la barra N2-6 y la barra N2-3

**Barra N2-6**

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.361}$  ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.925 m del nudo N5, para la combinación de acciones PP+paracaidas.

Donde:

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

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

$A$ : Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.71} \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{21.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$N_{pl,Rd} : \underline{1126.19} \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{64.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{31.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$A : \underline{43.00} \text{ cm}^2$$

$$W_{pl,y} : \underline{245.40} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{119.80} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico.

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

## Barra N2-3

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.207} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.117} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.020 m del nudo N2, para la combinación de acciones PP+paracaidas.

Donde:

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

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a tracción.

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

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

$$N_{t,Ed} : \underline{11.76} \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{1.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^- : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$N_{pl,Rd} : \underline{234.41} \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{6.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{6.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} : \underline{0.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

 $\sigma_{com,Ed}$ : Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{28.84} \text{ MPa}$$

 $W_{y,com}$ : Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{25.54} \text{ cm}^3$$

 $A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{8.95} \text{ cm}^2$$

 $M_{b,Rd,y}$ : Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{6.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

En el caso de uso normal comprobamos que el perfil seleccionado cumple

**N2-6**

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.210} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.925 m del nudo N5, para la combinación de acciones PP+USONORMAL.

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{0.99} \text{ kN}$$

 $M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{12.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^- : \underline{0.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

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

 $N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1126.19} \text{ kN}$$

 $M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{64.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{31.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2) $A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{43.00} \text{ cm}^2$$

 $W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{245.40} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{119.80} \text{ cm}^3$$

 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

 $f_y$ : Límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

 $\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

**N2-3**

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.140} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.088} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones PP+USONORMAL.

Donde:

**N<sub>t,Ed</sub>**: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{6.73} \text{ kN}$$

**M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub>**: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{M_{y,Ed}^+} : \underline{0.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{z,Ed}^+} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

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

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Resistencia a tracción.

$$\mathbf{N_{pl,Rd}} : \underline{235.79} \text{ kN}$$

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{M_{pl,Rd,y}} : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,z}} : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

**M<sub>ef,Ed</sub>**: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{ef,Ed}} : \underline{0.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

**σ<sub>com,Ed</sub>**: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\mathbf{\sigma_{com,Ed}} : \underline{23.14} \text{ MPa}$$

**W<sub>y,com</sub>**: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$\mathbf{W_{y,com}} : \underline{25.75} \text{ cm}^3$$

**A**: Área de la sección bruta.

$$\mathbf{A} : \underline{9.00} \text{ cm}^2$$

**M<sub>b,Rd,y</sub>**: Momento flector resistente de cálculo.

$$\mathbf{M_{b,Rd,y}} : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

## 1.13 ELEMENTOS DE SUSTENTACIÓN Y GUIADO

### GUÍAS

Para el dimensionamiento de este elemento está basado en el cálculo de la normativa UNE-EN 81-50, en este caso debido a la disposición de las guías y a como están apoyadas sobre la estructura portante no se genera flexión debido a las fuerzas en el eje y, por lo que para este cálculo solo valora para el dimensionamiento de estas el descentramiento de la carga en el eje x y la fuerza de pandeo.

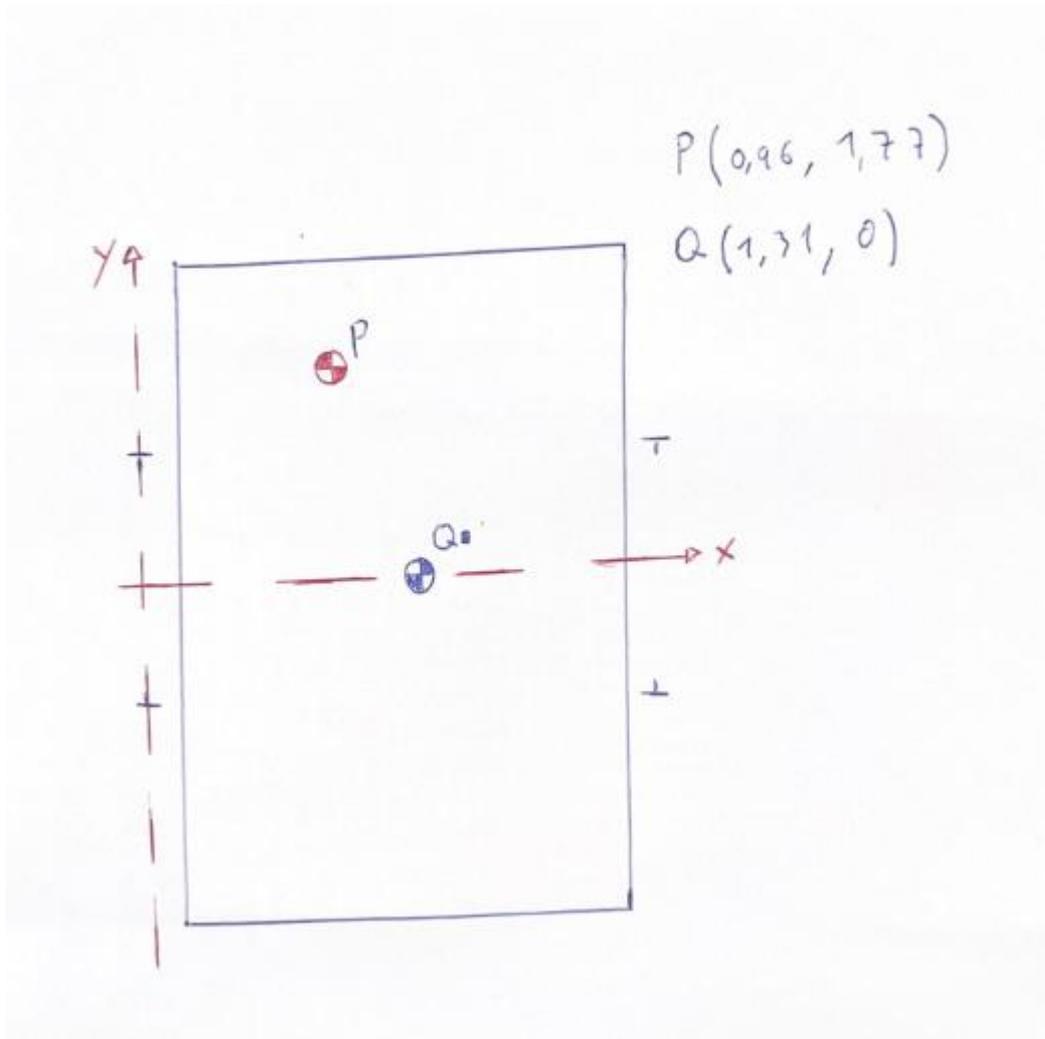


Figura 32. Disposición de cargas.

La parada de emergencia se realizará mediante cuatro paracaídas instantáneos de tipo rodillo, sobre guías T89-B.

La hipótesis de carga es para un vehículo de 1,8 metros de ancho el centro de masas se podrá descentrar 350 milímetros en el eje x y considerando que este medirá 4,2 metros de largo el descentramiento en el eje y será de 300 milímetros.

Suponiendo que puede estar descompensado con una relación entre el ejes de 1 a 3, la posición mas crítica del centro de masas del vehículo respecto al eje y será 1,45 metros de centro de suspensión.

Debido a que se considera que hay 4 paracaídas las ecuaciones de la normativa son modificadas teniendo el origen de coordenadas en el centro de la plataforma (en el centro de suspensión) en vez de considerar que este se encuentre alineado con las guías como indica la norma.

Esfuerzo debido al pandeo:

$$F_V = \frac{K_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n} = 27842,25 [N] \quad (6)$$

$$\sigma_K = \frac{F_V \cdot \omega}{A_g} = 63,34 \text{ [MPa]} \quad (7)$$

Esfuerzo de flexión respecto al eje y:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_p)}{n \cdot h} = 3500 \text{ [N]} \quad (8)$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = 1640,63 \text{ [N} \cdot \text{m]} \quad (9)$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = 139,07 \text{ [MPa]} \quad (10)$$

La fuerza en el eje y

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_p)}{\frac{n}{2} \cdot h} = 29000 \text{ [N]} \quad (11)$$

La combinación de esfuerzos será:

$$\sigma_c = \sigma_y + \sigma_K = 202,43 \text{ [MPa]} \quad (12)$$

Tal y como indica la normal calculamos la sigma permisible, conociendo que el menor límite de rotura de esta guía cepillada es 410 MPa, como indica el fabricante SAVERA.

Para guías de acuerdo con la Norma ISO 7465, pueden utilizarse los valores de  $\sigma_{perm}$  dados en la tabla 6.

**Tabla 6 – Tensiones permitidas  $\sigma_{perm}$**

Casos de carga	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>		
	370	440	520
Carga de uso normal	165	195	230
Activación del paracaídas	205	244	290

Figura 33. Tabla de tensión permisible en las guías según su resistencia última.

Para la activación del paracaídas  $\sigma_{perm}$  será 227,29 [MPa], por lo que esta guía cumplirá con las sollicitaciones.

Se comprueba el esfuerzo de flexión sobre la base de la pala

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} = 67,33 \text{ [MPa]} \quad (13)$$

Es menor a la  $\sigma_{perm}$  calculada.

Para la comprobación de las guías en uso normal la  $\sigma_{perm}$  será 182,14 [MPa] y las ecuaciones serán las mismas cambiando el valor  $k_1$  por  $k_2$ .

Teniendo como resultados:

Esfuerzos	Resultados	Unidades
$F_x$	1400	[N]
$M_y$	656,25	[N · m]
$\sigma_y$	55.61	[MPa]
$\sigma_F$	16,93	[MPa]
$F_y$	11600	[N]

Tabla 9. Resultados de los esfuerzos en las guías debido al uso normal.

## CABLES

La normativa UNE-EN 81-31 hace referencia a los cables y poleas indicando que la relación entre diámetro de ambos debe ser superior a 30 y que el factor mínimo de seguridad de los cables debe ser 8.

De simulación en CYPE3D se toma el dato de la reacción debido al cable en el caso mas crítico arrojando que deberá soportar 21 220 Newtons. Atendiendo al catálogo poleas T222AF de PFB, se selecciona una polea de diámetro 300 con tres vías.

El esfuerzo de extensión de los cables se calcula como indica el libro Aparatos de elevación y transporte [1].

$$\sigma_t = 1,1 \frac{P + Q}{s} \quad (14)$$

Esta ecuación solo es válida si la velocidad es menor a 2 metros por segundo.

Tal y como indica en la Tabla 3.2, en este mismo libro, se toma el valor 12 como factor de seguridad,  $\gamma_s$ , ya que como se puede observar en la simulación la carga en el estado crítico será mayor que la hipótesis de carga siguiente. El peso que soporta el cable será la suma del peso de los elementos que están suspendidos dividido entre el número de cables y el peso de los tramos de cable que está entre la plataforma y la polea se desprecia.

De la Tabla 10, se toma el valor de la masa suspendida, Newtons.

Por lo que modificando la ecuación 15, la tensión en cada cable será;

$$T_c = \sigma_t \cdot s \quad (15)$$

$$T_c = 1,1 \cdot \frac{(P + Q) \cdot \gamma_s}{n} = 36\,020 [N] \quad (16)$$

Como indica el suministrador CYESA el resultado inmediatamente superior será el cable de 8 milímetros 6X7-FC con una calidad 1770.

### ANCLAJE DE CABLES

Los cables estarán anclados al suelo y a la plataforma, se tratará como una unión atornillada de un solo tornillo como indica el CTE en el apartado 8.5.4, entre dos placas de anclaje por cada terminación de 3 cables.

Las terminaciones del cable deben ser capaces de soportar al menos el 80% de la carga de rotura del cable por lo que cada terminación en total tendrá que resistir 90 000 N. El tornillo estará sometido a doble cortadura y serán de una calidad de 6.8.

La carga de los cables se repartirá uniformemente para el cálculo.

El diseño de la chapa está basado en la Figura 8.4 del código técnico, geometría prefijada, Figura 34. Seleccionando un espesor de 10 mm de chapa. Con acero S275

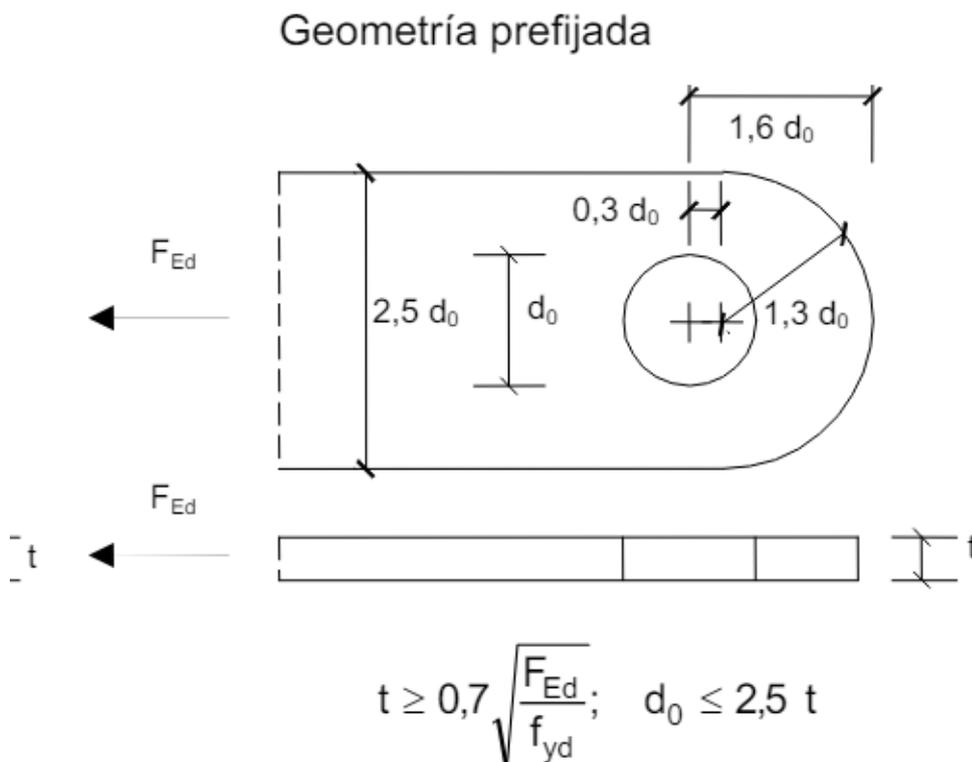


Figura 34. Base de diseño según el CTE

Cálculo basado en el libro, Estructuras de acero. Fundamento y cálculo según CTE,EAE,EC3 [4]

#### ANCLAJE SUELO

- Resistencia al corte de tornillos no pretensados

Resistencia al corte

$$F_{v,Rd} = \frac{n \cdot k_v \cdot f_{ub} \cdot A_c}{\gamma_{M2}} = 90 [KN] \quad (17)$$

$$A_c = \pi \cdot \frac{d_t^2}{4} \quad (18)$$

El diámetro necesario será 14,1 por lo que el diámetro de vástago sin rosca seleccionado será 16 milímetros y el diámetro del agujero 17 milímetros.

- Comprobamos el fallo por aplastamiento

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha \cdot \beta \cdot f_u \cdot d \cdot t_{min}}{\gamma_{M2}} = 113,82 [KN] \quad (19)$$

Donde  $\alpha$  y  $\beta$  serán valores sacados del libro dependientes de la geometría de la placa

$\alpha$  0,533

$\beta$  1,94

$e_1$  y  $e_2$  distancia en cortadura 1,3  $d_0$  y 1,6 $d_0$ , tracción al revés

- Fallo por tracción

Se considera la menor de los dos siguientes cálculos, donde la tensión a soportar por cada una será la mitad de la tensión de los cables debido a que están a doble cortadura.

-Resistencia plástica de cálculo de la sección bruta

$$N_{pl,Rd} = A_b \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 57\,880 [N] \quad (20)$$

-Resistencia última de cálculo de la sección transversal neta

$$N_{u,Rd} = 0,72 \cdot A_{net} \cdot f_u = 68\,421 [N] \quad (21)$$

Serán instalada mediante una placa base 200 x 10 unido mediante 4 pernos al hormigón del suelo, las dos placas de anclaje estarán unidas mediante soldadura a tope con penetración total separadas 50 milímetros.

#### ANCLAJE A LA PLATAFORMA

El tornillo será el mismo y los anclajes serán iguales, la diferencia es que esta sometidos a cortadura el anclaje por lo que comprobamos que la sección soporte esta carga:

- Fallo por aplastamiento

Con la ecuación 19 y los valores de  $\alpha$  0,43,  $\beta$  2,5 el fallo se encontrara a la tensión de  $F_{b,Rd} = 119,16 [N]$

- Resistencia a flexión

Utilizando la resistencia a flexión y conociendo que el eje del tornillo estará alineado con el eje de la polea.

La inercia del anclaje de la plataforma es;

$$I_a = \frac{b_a \cdot h_a^3}{12} = 83,33 [cm^4] \quad (22)$$

El módulo resistente;

$$W_{el,a} = \frac{I_p}{y_p} = 16,67 [cm^3] \quad (23)$$

El momento máximo;

$$M_a = 45000 \cdot 0,1 = 4500 [N \cdot m] \quad (24)$$

Por lo que la tensión que soportará la placa en el hipotético caso de que los cables estén a su 80% de su carga de rotura será inferior al límite plástico de las piezas.

$$\sigma_a = \frac{M_a}{W_{el,a}} = 269,95 [MPa] \quad (25)$$

Esta pieza se encontrará en el límite elástico de la pieza, se considera aceptable el diseño al haber sobredimensionado los cables con un factor de seguridad de 12 siendo 8 el mínimo

## BARRA SUSPENSIÓN

Esta imagen representa la barra suspensión siendo la articulación la que limitara el desplazamiento vertical que provocará que los momentos sean absorbidos por los extremos de la barra que serán las rozaderas apoyadas en las guías.

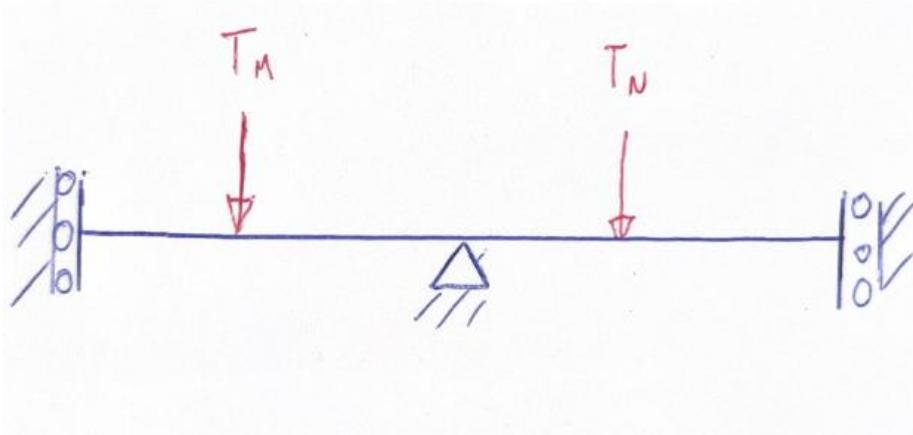


Figura 35. Barra de suspensión, simplificación.

El cálculo de esta viga se realiza con Wolfram Mathematica 14 mediante la ecuación de la elástica, definiendo como condiciones de contorno, que los bordes tendrá cortante, la pendiente de la deflexión es cero y que en el centro de la viga la deflexión también es cero.

```
flecha[x_, asimetria_] = DSolveValue[{
  |valor de resolución diferencial
  EI * y''''[x] == carga[x],
  y'[0] == 0,
  y'[L] == 0,
  y'''[L] == 0,
  y'''[0] == 0,
  y[L/2] == 0
}, y[x], x] //. valoresParticulares // FullSimplify
```

Figura 36. Ecuación de la elástica y condiciones de contorno.

Se define la ecuación de carga como;

```
In[*]:= carga[x_] = DiracDelta[x - a] * fa + DiracDelta[x - b] * fb + DiracDelta[x - p] * (-fa - fb
|delta de Dirac |delta de Dirac |delta de Dirac
```

Figura 37. Ecuación de carga

Los valores de  $f_a$  y  $f_b$  que se introducen, son tomados de la simulación en CYPE3D de la plataforma porque se considera que en la hipótesis de carga seleccionada generará la máxima diferencia entre tensiones de cables en la barra.

```

valoresParticulares = {
  fb → 0,
  fa → 2 * 21 220,
  a → 0.625,
  b → 1.325,
  p → 1.95 / 2,
  L → 1.95,
}

```

Figura 38. Valores particulares

Tendrá como resultado los siguientes gráficas;

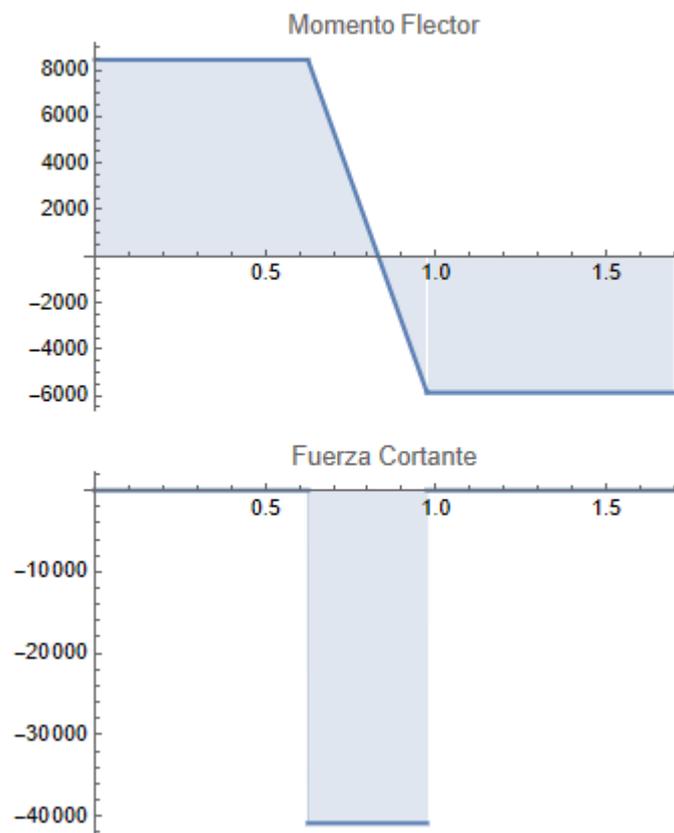


Figura 39. Gráficas de momento flector y cortante.

Siendo el momento máximo 8,27 [KN · m].

Utilizando las ecuaciones del código técnico con un factor de seguridad de 6,  $\gamma_s$  y conociendo que esta barra se va a fabricar con un acero S235.

$$W_{el} = \frac{\gamma_s \cdot M_{el,Rd}}{f_{yd}} \quad (26)$$

$$W_{el} = \frac{I_{BS}}{y_c} \quad (27)$$

$$I_{BS} = \frac{2 \cdot b \cdot h^3}{12} \quad (28)$$

Donde b y h serán el ancho y alto de cada placa de la barra de suspensión.

Se diseña la pieza atendiendo a lo indicado por el fabricante de la polea que indica que el espesor de pared para soportar la polea será de 12 milímetros a cada lado del pasador

Por lo que siendo  $y_c$  igual que  $h/2$  y b será 12 milímetros;

$$h = \sqrt{\frac{1000 \cdot 12 \cdot \gamma_s \cdot M_{el,Rd}}{4 \cdot b \cdot f_{yd}}} = 235,43[mm] \quad (29)$$

Se diseñará con 240 milímetros de altura (Ver plano10030 ).

## 1.14 SELECCIÓN DE ACCIONAMIENTOS

### CILINDRO OLEHIDRÁULICO

Elemento	Peso[N]
Carga externa	20000
Plataforma	12567,92
Chapa plataforma	5544,61
Pasamanos	1051,63
Chapa pasamanos	320,78
Barra suspensión	511,11
Polea	155

Tabla 10. Peso de los elementos.

El sistema de reenvíos mediante poleas genera que el cilindro tenga que soportar que, las cargas suspendidas por los cables se dupliquen, generando a su vez que la velocidad de estos mismos elementos se doble.

Debido a que la plataforma actuará de yugo entre los cilindros la carga se equilibrará en cada uno de ellos. Por lo que cada cilindro tendrá que elevar una carga aproximada de 36 493 Newtons y fijamos la presión de trabajo se encuentre alrededor de los 70 bares.

Teniendo estos dos valores obtenemos que el valor del radio de cada cilindro necesario para equilibrar este sistema es:

$$d_{cil} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_c / 2}{P_h \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 36493,15}{7 \cdot \pi}} = 40,73mm \quad (30)$$

Dentro del catálogo de la empresa Rexroth, se selecciona el cilindro hidráulico para conocer cuál será el diámetro comercial. Para elegir el que más se ajuste a los requerimientos, también se necesita conocer el diámetro crítico sometido a pandeo.

El diámetro crítico se obtiene atendiendo a la normativa UNE-EN 81-31, ANEXO I.

Se fija la distancia de pandeo según el manual de fórmulas técnicas Kurt Gieck, definiendo un apoyo simple en la parte inferior y un apoyo articulado en la parte superior y siendo el valor longitud sometida a pandeo de aproximadamente 2,3 METROS.

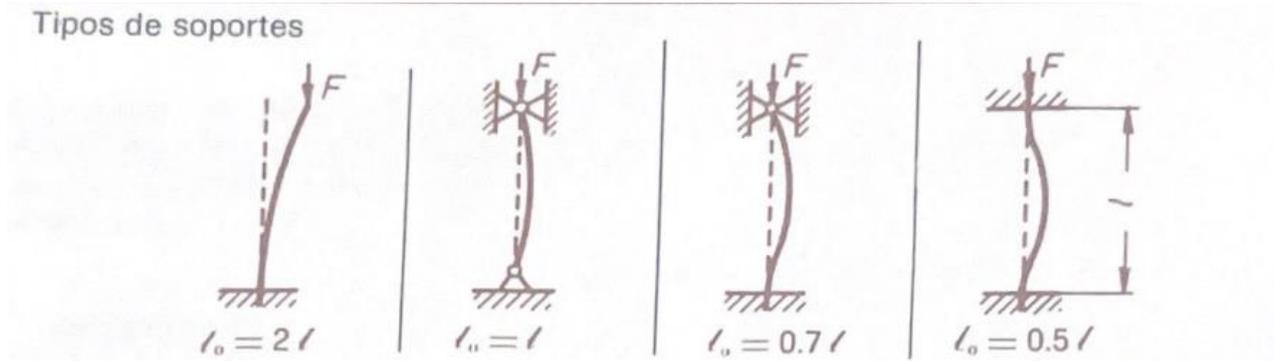


Figura 40. Longitudes de pandeo [6].

Por lo que;

$$l_p = l_0 = 0,7 \cdot l \quad (31)$$

Con la fórmula de la fuerza de la norma para comprobar pandeo,

$$F_5 = 1,4 \cdot g_n [c_m (P_3 + Q) + 0,64P_r + P_{rh}] \quad (32)$$

Siendo;

$c_m$  coeficiente de suspensión diferencial, que para este caso tendrá el valor de 2,

$P_3$  suma de la masa de la unidad de transporte de carga vacía y de la masa de la porción de los cordones de maniobra que penden de la unidad de transporte de carga, en kilogramos (kg),

$P_r$  masa del émbolo, que se estima en 44,46 kg,

$P_{rh}$  masa del equipo de la cabeza del émbolo, en kilogramos (kg).

Siendo  $\lambda_n$  mayor que 100 se podrá aplicar la ecuación de Euler.

$$\lambda_n \geq 100 \rightarrow F_5 \leq \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_n}{2 \cdot lp^2} \quad (33)$$

Radio de giro del vástago;

$$i_n = \sqrt{\frac{I_{vas}}{A_{vas}}} \quad (34)$$

Coficiente de esbeltez del embolo;

$$\lambda_n = \frac{lp}{i_n} \quad (35)$$

Momento de inercia

$$J_n = \frac{\pi \cdot d_{critico}^4}{64} \quad (36)$$

De aquí se podrá despejar el diámetro crítico quedando que:

$$d_{critico} = 40,12 [mm]$$

En la normativa marcar que el cilindro tendrá un sobre recorrido de 0,3 metros por lo que el cilindro de mínima sección que cumple con todos los requisitos será el CDM1MF2/100/56/2300A3X/B31CKUMW. Cilindro con un diámetro de pistón 100 milímetros, 56 milímetros de diámetro de vástago y 2300 milímetros de carrera

## GRUPO OLEHIDRÁULICO

Grupo hidráulico de 5,5 KW, compuesto por una bomba de 47 litros por minuto, alcanza una presión de 65 bares.

Conociendo el volumen de cada cilindro es de 15,31 litros.

	T[s]	V[m/s]
Cilindro	39,06	0,05
Plataforma	39,06	0,1

Tabla 11. Velocidades y tiempos durante el ascenso

## CONDUCCIÓN

En la instalación existen cuatro caudales diferentes, caudal de ascenso del cilindro antes y después de la bifurcación y los mismo para el retorno, por lo que se dimensiona las tuberías para que la velocidad se mantenga en el retorno entre 1 y 2 metros por segundo y cuando hay presión en la tubería entre 3,5 y 4,5

Utilizando siguiente ecuación podremos dar el rango de diámetros de las tuberías

$$Q_o = v \cdot s_t \quad (37)$$

$Q_o(m^3/s)$ $v(m/s)$	47	23,5	23,6	11,8
4,5	14,88	10,52	-	-
3,5	16,88	11,93	-	-
2	-	-	16,71	11,81
1	-	-	23,63	16,71

Tabla 12. Rango de diámetros en milímetros

En las líneas conectadas a las cámaras sin vástago de los cilindros, el caudal será de 47 litros por minuto antes de la bifurcación y en la cámara con vástago el caudal necesario será de 26,32 litros por minuto.

Las tuberías utilizadas para la conducción del aceite hidráulico serán rígidas E235 sin soldar con dos tipos tubería de 16 y 12 milímetros de diámetro interior con dos milímetros de espesor.

### 1.15 RESISTENCIA DE LOS ELEMENTOS SOLDADOS.

Para tener control de las soldaduras en este estudio habrá que tener una serie de consideraciones, del Instituto Técnico de Estructuras de Acero [7] :

- Los cordones de soldaduras serán elementos homogéneos e isótropos, las piezas conectadas mediante cordones de soldadura son rígidas y se consideran las deformaciones despreciables. Las tensiones nominales que se generan en la estructura son las generadas por las cargas externas, por ende se desprecian las tensiones residuales y los concentradores de tensiones.
- Estas hipótesis conducen a una distribución uniforme de las tensiones en la soldadura, mientras que en la realidad se observan variaciones en las tensiones y las deformaciones a lo largo del cordón. De hecho, la concentración de tensiones y tensión residual pueden alcanzar localmente el límite elástico. Sin embargo, la ductilidad del material permite una redistribución de las tensiones a lo largo de la longitud del cordón, produciendo una reducción apreciable en la magnitud de los picos de tensión. Esta redistribución también tiene lugar cuando el cordón está sujeto a la acción de cargas externas. Según la teoría de la

plasticidad, la distribución final de las tensiones será óptima cuando se alcance la tensión de fluencia en toda la longitud del cordón.

En las uniones soldadas es mucho más importante una ejecución correcta que un cálculo más o menos riguroso. Todas las normas suponen que la ejecución de la soldadura cumple las reglas que la buena práctica aconseja, que el metal de aportación tiene como mínimo iguales o mejores características mecánico-resistentes que el metal base, y que una oportuna elección del material y un cuidadoso estudio de los detalles constructivos, evita la rotura frágil [4].

Las soldaduras de esta máquina se podrán realizar con electrodos E35A, E35 0 o E35 2 y con la relación de diámetros-espesor tal y como indica el libro Estructuras metálicas en la tabla 4.1 [4].

<b>Espesor de chapas (mm)</b>	<b><math>\phi</math> del electrodo(mm)</b>	<b>Intensidad (A)</b>
<b>2 a 4</b>	2,5 a 3,00	60 - 100
<b>4 a 6</b>	3,0 a 4,00	100 - 150
<b>6 a 10</b>	4,0 a 5,00	150 - 200
<b>más de 10</b>	6,0 a 8,00	200 - 400

Figura 41. Tabla 4.1 Correspondencia entre espesores de chapa y diámetros de electrodos

Realizando todas las soldaduras posibles a tope con penetración completa, cumpliendo con el procedimiento de soldeo explicado en este mismo libro en el apartado 4.1.4.1.1.

En este mismo libro, se indica que la soldadura a tope en prolongación y en T siempre que sean continuas y de penetración completa y que hayan sido ejecutadas de acuerdo con las normas de buenas prácticas y adoptadas las medidas necesarias para evitar cráteres finales, no necesitan calcularse. Por lo que la única soldadura en esta máquina solo se estudia la unión entre la barra antivuelco.

- Cálculo de resistencia de soldaduras

Este estudio está basado en el método de cálculo del libro Estructuras de acero [4]

Resistencia de cordones en ángulo.

$$\sqrt{\sigma_I + 3 \cdot (\tau_a^2 + \tau_n^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \cdot \gamma_{M2}} \quad (38)$$

$$\sigma_I \leq 0,9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \quad (39)$$

Siendo;

$f_u$  menor resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar, 430 [MPa]

$\beta_w$  factor de correlación cuyo valor depende de acero a soldar, en favor de la seguridad se toma 0,85

Se considera que deberá cumplir las dos ecuaciones anteriores, la resistencia de los cordones.

Para el cálculo se abaten los planos de garganta de los cordones de soldadura sobre el plano de contacto

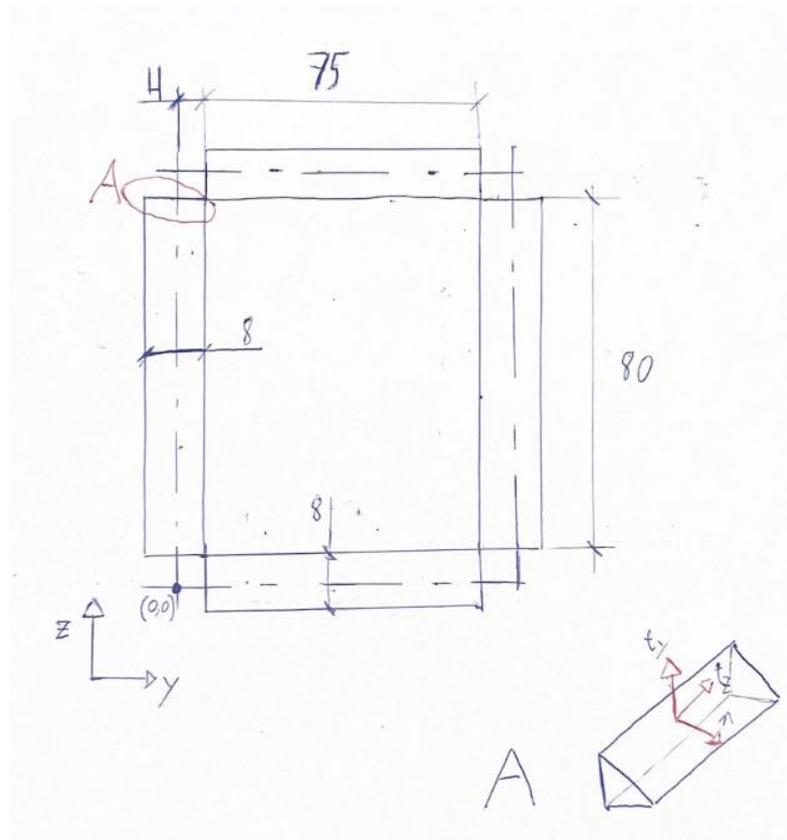


Figura 42. Disposición de soldadura

La UPN 200 que se denomina barra antivuelco estarán unidas en solape a los tubos cuadrados 120X4 de la plataforma, como indica la Figura 42.

La disposición de las cargas queda definida en la Tabla 13, datos desarrollados a partir de las cargas generadas en las barras por la activación del paracaídas, Tabla 8.

Carga	Magnitud [N]	Posición (x,y,z) [mm]
$N_x$	0	(0,0,0)
$V_y$	27 840	(100, 0, 750)
$V_z$	29 000	(100, 0, 0)

Tabla 13. Disposición de cargas

Teniendo como momentos debido a estas cargas;

Carga	Magnitud [N · m]
$M_x$	21967
$M_y$	8150
$M_z$	3046

Tabla 14. Momentos generados

Conociendo estos valores se pueden conocer las tensiones en las tres direcciones del plano abatido, se estudian las magnitudes del cordón de soldadura en el punto A, que será el punto mas crítico.

Para conocer estos valores primero se extraen el área y las inercias de los cordones de soldadura;

Variabes	Magnitud
$A_{cor}$	2 480 [mm <sup>2</sup> ]
$I_y$	3 005 866 [mm <sup>4</sup> ]
$I_z$	2 766 890 [mm <sup>4</sup> ]
$I_p$	5 772 846 [mm <sup>4</sup> ]

Tabla 15. Área e inercias de los cordones de soldadura.

Esfuerzos sobre el punto A del cordón de soldadura;

$$t_y = \frac{V_y}{A_{cor}} + \frac{1000 \cdot M_x \cdot y_c}{I_p} \quad (40)$$

$$t_z = \frac{V_z}{A_{cor}} + \frac{1000 \cdot M_z \cdot y_c}{I_p} \quad (41)$$

$$n = 1000 \cdot \left( \frac{M_z \cdot y_c}{I_z} + \frac{M_z \cdot y_c}{I_z} \right) \quad (42)$$

Para conseguir los esfuerzos en el plano de la garganta de soldadura hay que hacer un cambio de plano de referencia de la siguiente forma;

$$\sigma_l = \frac{n + t_y}{\sqrt{2}} = 240,15 \text{ [MPa]} \quad (43)$$

$$\tau_n = \frac{-n + t_y}{\sqrt{2}} = 12,51 \text{ [MPa]} \quad (44)$$

$$\tau_a = t_z = 169,62 \text{ [MPa]} \quad (45)$$

Comprando la ecuación 38 y 39 vemos que el cordón de 8 milímetros de garganta será el mínimo necesario.

Por lo que se requieren soldaduras de 12 milímetros de garganta para asegurar que no existe plastificación en esta zona.

## **1.16 PRESTACIONES DE MATERIALES. JUSTIFICACIÓN**

Los cálculos se han realizado valores hasta la milésima.

Los materiales utilizados están alineados con lo indicado por el Código Técnico de Edificación, en documento básico de seguridad estructural del acero, tomando para chapas y perfiles exigidos mecánicamente una calidad mínima del acero de S275 JR y para los elementos con baja exigencias un S235 JR.

Toda la tornillería seguirá lo indicado en esta normativa siendo al menos de clase 6.8, tomando como tornillería al conjunto de tonillo tuerca y arandela.

El procedimiento de soldeo será realizado por profesiones tal y como se indica en el apartado 2.4 y los electrodos seleccionados conforme a la norma vigente UNE-EN ISO 14555:2017.

## **3. MANUAL DE USO**



### 3. MANUAL DE USO

Resumen del procedimiento de uso del montacargas:

Esta máquina cuenta con un interruptor de corte general de energía de la máquina que debe encontrarse en posición, ON, cuando quiera utilizarse. En cualquier momento de la operación se podrá pulsar la seta de seguridad instalada al lado de cada botonera de piso, estas detendrán todo el movimiento de la máquina de forma instantánea.

El usuario realizará la llamada al ascensor mediante la botonera de piso en la que se encuentre. Una vez que la cabina se encuentre en el mismo piso las puertas correderas se desbloquearán y de forma automática se abrirán.

Cuando el recorrido de la puerta se haya completado el recorrido se podrá acceder a la cabina. En el caso de que la carga sea un coche será imprescindible poner el freno de mano para ejecutar la orden de desplazamiento.

La carga este ubicada siempre intentando colocarla de forma simétrica y en el momento en el que todas las personas hayan abandonado la cabina se podrá dar la orden de desplazamiento mediante la botonera de piso. Tras esta orden la puerta corredera comenzará el procedimiento de cierre.

Tras el cierre del enclavamiento de la puerta el montacargas comenzara el movimiento hasta la planta deseada. El usuario accederá a la planta y cuando la carga llegue a la dicha planta las puertas de ese piso se abrirán, en el caso de la planta superior se abrirá una puerta y en la planta inferior se abrirán las dos.

En caso de activación del paracaídas se tendrá que avisar al equipo encargado del mantenimiento y revisiones para el rearme.

Si la próxima utilización del montacarga no va a ser inminente se recomienda cortar el interruptor general de la máquina.



## **4. PLIEGO DE CONDICIONES**



## **4. PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1.17 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA**

En el presente pliego de condiciones se describe el conjunto de especificaciones técnica y legales para ejecutar el diseño de un montacargas hidráulico de acción indirecta, complementando a la memoria y a los planos.

#### **UNIDADES CONSTRUCTIVAS**

Este diseño se divide en cinco grupos:

- Estructura
- Equipo motriz
- Cabina
- Elementos de seguridad
- Suspensión

#### **ESTRUCTURA**

Se denomina a tanto la estructura portante de acero como a las guías.

#### **EQUIPO MOTRIZ**

Hace referencia a la instalación oleodinámica, grupo motriz, líneas conducción, cilindros hidráulicos y conjunto de válvulas de funcionamiento, así como a la conexión a la red eléctrica.

#### **CABINA**

Conjunto sobre el que se monta el vehículo o la carga a elevar que consta de protección lateral.

#### **ELEMENTOS DE SEGURIDAD**

Instalación del equipo limitador de velocidad, conjunto de paracaídas y cerramiento del hueco del montacargas mediante puertas correderas.

#### **SUSPENSIÓN**

Conjunto de elementos que transmiten las fuerzas para la elevación y suspenden la cabina, formado por la barra de suspensión, rodaderas, deslizaderas, poleas cables y complementos.

### **1.18 CONDICIONES GENERALES**

En este apartado se nombran los aspectos legales del proyecto, condiciones de obra, control de ejecución y normativas que rigen el proyecto.

## CONDICIONES FACULTATIVAS

### FUNCIONES DEL CONTRATISTA

Será el responsable del personal que ejecutará el proyecto, tendrá como labor hacer cumplir la normativa de seguridad e higiene en el trabajo, conocer y verificar el cumplimiento de los documentos del proyecto y asegurar el correcto funcionamiento de todos los componentes de este diseño.

### FUNCIONES DEL INGENIERO TÉCNICO

Responsable de la ejecución, será el encargado de dar respuesta a posibles problemas en el proyecto, preparar la documentación final del proyecto y asistir a los trabajos las veces necesarias.

## CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN

Se ejecutará la obra a sujeción del proyecto a excepción de modificación de la normativa que rige a esta máquina, así como de directrices e instrucciones del ingeniero técnico a cargo de la ejecución. Estas modificaciones estarán bajo su responsabilidad y deberán ser por escrito.

### DEFECTOS DE EJECUCIÓN

El personal cualificado en su respectiva tarea deberá emplear materiales y herramienta adecuada para dar solución a las condiciones de fabricación y montaje acordadas. Estos serán responsable de una ejecución fuera de lo marcado en los planos, memoria y el pliego de condiciones.

### DEFECTOS DE MATERIALES

La comprobación de que los materiales cumplan con las especificaciones contratadas en la recepción será responsabilidad del ingeniero técnico a cargo de la ejecución. En caso de defectología de los materiales el ingeniero será el encargado de dar orden de la devolución de estos.

### RECEPCIÓN

En la recepción de los componentes, será responsabilidad del contratista verificar equipos están en buenas condiciones, cumple con la tolerancias, dimensiones y cualidades descritas en conjunto de los documentos del proyecto.

### PUESTA EN MARCHA

El coste de pruebas y ensayos para la correcta puesta en marcha estarán sujetos al contratista.

## CONDICIONES LEGALES

### EL CONTRATISTA

Responsable de la ejecución, cumplimiento de lo acordado en el contrato y documentos del proyecto. Así como de estar sujeto a la ley de contratos de trabajo, accidentes de trabajo y seguros sociales.

#### EL CONTRATO

Contrato por unidad de obra y se establece entre propiedad y contratista.

#### ADJUDICACIÓN

Obra privada por lo que se realiza de forma directa siempre con criterios sensatos.

### CONDICIONES TÉCNICAS

#### INSTALACIÓN ELECTRICA

Cumplirá el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y los artículos referentes a la situación particular dictadas por la institución técnica complementaria.

#### MEDIO AMBIENTE

El contratista tendrá como responsabilidad la gestión de los residuos generados por la construcción e instalación de la máquina. Cumpliendo con la normativa vigente de gestión y reciclaje de residuos.

#### OTROS TRABAJOS

Trabajos no recogidos en el presente documentos estarán regido por la Dirección General de Ingeniería, pliego general de condiciones técnicas, normas NTE y buenas prácticas de la construcción siguiendo con el espíritu de este documento.

## 1.19 ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINARIA INSTALADA

### OBJETO

El pliego de condiciones tiene por objeto aclarar el suministro e instalación del montacargas para vehículos de 2000 Newtons.

### NORMATIVA VIGENTE

Los montacargas solo para cargas en este caso de impulsión oleodinámica de acción indirecta están sujetos al Reglamento de Seguridad de Máquinas, Directiva 2006/42/CE.

Las uniones soldadas de las estructuras metálicas y la inspección durante su ejecución y montaje se completarán bajo la norma UNE14044

El contratista deberá cumplir durante la ejecución las Reglas de seguridad para la fabricación e instalación de montacargas. Montacargas únicamente para el transporte de mercancías. Parte 31: Montacargas accesibles sólo para cargas UNE-EN-81-3.

## **ESPECIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS**

Los elementos que componen la máquina deben cumplir con las condiciones necesarias para las funciones previstas y haber sido fabricadas bajo la normativa o la Instrucción Técnica Complementarias (ITC) que se les requiera. Estos elementos tendrán que ir acompañados de una autocertificación del fabricante o de la marca de la entidad que los abala.

Los elementos constitutivos del diseño tendrán cualidades al menos iguales a las necesarias para elevar la carga (4m) con dimensiones de un turismo de no mas de 20 000 N a una velocidad no superior de 0,3 m/s, cumpliendo con las medidas necesarias de seguridad material, de los usuarios y del medio ambiente.

## **PERSONAL CUALIFICADO**

Las instalaciones se realizarán por persona física o jurídicas que acrediten cumplir con las ITC para ejercer como instaladores autorizados de la tarea contratada.

## **USUARIOS**

La máquina debe acreditar que cumple con el Reglamento de Seguridad en Máquinas, además de las ITC correspondientes.

Como usuario o propietario de la máquina tendrá como obligaciones contratar personal de revisión y mantenimiento cualificados para conservar las condiciones de seguridad de la máquina en los plazos fijados, evitar la utilización de la maquina por usuarios cuando no se cumplan los requerimientos de seguridad

## **IDENTIFICACIÓN DE LA MAQUINA Y CONDICIONES DE USO**

Los componentes estar acompañados de las instrucciones de uso, así como de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante.

El conjunto del montacargas además deberá tener marcado y visible las especificaciones del diseño para el que se ha fabricado, especificaciones como la carga máxima, velocidad máxima, numeración de identificación, nombre del fabricante y el año de fabricación.

## **PUESTA EN SERVICIO**

La puesta en servicio de realizará por personal competente que acredite que las condiciones son idóneas para la utilización realizando las pruebas necesarias para cumplir con las condiciones técnicas nombradas en este documento.

## **INSPECCIONES Y REVISIONES**

Será responsabilidad del usuario realizar inspecciones oculares habituales de desgastes inesperado. Además se le exige la contratación de personal cualificado en inspecciones y mantenimiento cada 4 años desde la fecha de instalación, también acudirá a realizar el procedimiento de desenclavamiento del paracaídas cuando este actúe y a verificar que tras este procedimiento el montacargas sigue cumpliendo las condiciones de seguridad para su utilización.

## **REGLAS DE SEGURIDAD**

## PREVENCIÓN

Los componentes y su vez la máquina se han diseñado y construido evitando exponer a peligros siempre y cuando se cumpla rigurosamente lo sujeto en el conjunto de los documentos de la máquina.

La máquina debe cumplir con las especificaciones técnicas a lo largo del tiempo sin deterioro de los componentes cuando hayan sido sometido a las condiciones internas y externas previstas.

## ACABADOS

Las partes susceptibles a contacto con el usuario deberán tener aristas rematadas evitando cualquier tipo de filo que pueda producir lesiones.

## ELEMENTOS MOVILES

Los elementos móviles deberán tener protecciones para evitar atrapamientos.

## COMPONENTES ELECTRICOS

Todos los componentes eléctricos deberán ser construidos, montados, revisados y dotarse de la protección necesarias que marcar el REBT y sus ITC relativas al caso.

## MANDOS DE CONTROL

Los mandos de control estará situado mínimo a 1000 milímetro del hueco del montacargas para evitar que una persona se encuentre en el interior de la cabina en el procedimiento de ascenso y descenso.

El control no se encontrará activo sin que todos los enclavamientos de las puertas correderas se encuentren activos, dando una señal positiva.

En cada mando de control se encontrará una seta parada de emergencia correctamente señalizada, esta deberá efectuar una parada lo mas rápida posible evitando cualquier riesgo para las personas. Además, deberá contener un dispositivo manual de desconexión total que deshabilite todas las funciones de la máquina.

## PUESTA EN MARCHA

Tras asegurar la repetibilidad de la maquina y el funcionamiento tal y como se expresa en el conjunto de estos documentos, se comprobará que cumple con todas las medidas de seguridad mencionadas. También tendrá que comprobar que tras un fallo momentáneo de alimentación el montacargas no se ponga en marcha automáticamente.

## TRANSPORTE

Los componentes estarán identificados con su peso cuando que superen los 500 Kg.

En caso de elementos de dimensiones considerables que no se ejecuten en obra deberá estar acompañado de la documentación necesaria para que el transporte sea seguro.

## **CARACTERISTICAS DE LA MÁQUINA**

Todos los equipos instalados deberán estar acompañados de documentos que acredite por parte del fabricante que cumple con las ITC correspondientes y las especificaciones de funcionamiento, capacidad, consumo eléctrico, potencia, dimensiones y requerimientos mecánicos.

## **5. PRESUPUESTO**



## 5. PRESUPUESTO

### 1.20 CUADRO DE PRECIOS N°1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
<b>1 INSTALACIÓN</b>			
<b>HIDRÁULICA</b>			
1.1	Ud Cilindro hidráulico CDM1MF2/100/56/2300A3X/B31CKUMW con 100 milímetros de pistón, 56 milímetros de vástago y 2,3 metros de recorrido	2.820,00	DOS MIL OCHOCIENTOS VEINTE EUROS
1.2	Ud Central hidráulica ABPAC-0160/1/0/VK3/032/005/0/0/0/0/00000, capacidad de 47 litros por minuto, una potencia de 5,5 KW, manómetro y tanque de 160 litros	12.427,18	DOCE MIL CUATROCIENTOS VEINTISIETE EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
1.3	Ud Reguladora de caudal ON.05/01/03/05/50/00 compensada por presión	143,00	CIENTO CUARENTA Y TRES EUROS
1.4	Ud válvula direccional 4WE6E6X/E24VE1Z2 4/3 servopilotada con centros cerrados y estable en esta posición	218,00	DOSCIENTOS DIECIOCHO EUROS
1.5	Ud Válvula antirretorno S10A05-1X/450J3	42,00	CUARENTA Y DOS EUROS
1.6	Ud Coste construcción circuito hidráulico	1.670,54	MIL SEISCIENTOS SETENTA EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
<b>2 CABINA</b>			
2.1	Ud Tubo cuadrado 120X4 de 6 metros	120,37	CIENTO VEINTE EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.2	Ud Tubo cuadrado 80X3 de 6 metros	58,23	CINCUENTA Y OCHO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
2.3	Ud Tubo rectangular 80X40X4 de 6 metros	60,91	SESENTA EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
2.4	Ud Tubo rectangular 60X40X4 de 6 metros	49,52	CUARENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
2.5	Ud Plancha perforada R8 T11 con	57,16	CINCUENTA Y SIETE EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS
2.6	Ud Barra antivuelco UPN200 de 6 metros	183,00	CIENTO OCHENTA Y TRES EUROS
2.7	Ud ASA.0895	112,65	CIENTO DOCE EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.8	Ud Anclaje cable	43,05	CUARENTA Y TRES EUROS CON CINCO CÉNTIMOS
2.9	Ud Coste fabricación pasamanos	500,38	QUINIENTOS EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS
2.10	Ud Coste fabricación plataforma	1.264,68	MIL DOSCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS
<b>3 ESTRUCTURA PORTANTE</b>			
3.1	m Viga HEB 140	39,35	TREINTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
		(Euros)	(Euros)
3.2	Ud Tubo cuadrado 80X3 de 6 metros	58,23	CINCUENTA Y OCHO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
3.3	Ud Guía T89/B	372,00	TRESCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS
3.4	Ud Coste de fabricación estructura portante	674,74	SEISCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
<b>4 SUSPENSIÓN</b>			
4.1	Ud Barra de suspensión	369,71	TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS
4.2	Ud T222-AF 300-3	91,63	NOVENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS
4.3	m Cable 6X7-FC 8 milímetros	1,90	UN EURO CON NOVENTA CÉNTIMOS
4.4	Ud Conjunto Deslizadera IGCUL16IG ASA.0159 AGA.0016PE	97,10	NOVENTA Y SIETE EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS
4.5	Ud Guardacabos para cable 8 milímetros	1,75	UN EURO CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
4.6	Ud Sujetacables 8 milímetros	1,89	UN EURO CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
4.7	Ud Pasador barra de suspensión con cilindro	32,33	TREINTA Y DOS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
4.8	Ud Costes instalación	230,84	DOSCIENTOS TREINTA EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
4.9	Ud Anclaje cable	43,05	CUARENTA Y TRES EUROS CON CINCO CÉNTIMOS
<b>5 ACCESOS</b>			
5.1	Ud Puerta multipanel - construcción en obra	1.897,85	MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
<b>6 CONTROL Y SEGURIDAD</b>			
6.1	Ud Selector de paradas para montacargas hidráulico industrial de 0,2 m/s de velocidad.. Instalado.	646,80	SEISCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
6.2	Ud Cuadro y cable de maniobra para montacargas hidráulico industrial de 2000 kg de carga nominal, 2 paradas (4 m) y 0,2 m/s de velocidad. Instalado	4.828,89	CUATRO MIL OCHOCIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
6.3	Ud Limitador de velocidad y paracaídas para montacoches hidráulico industrial de 1500 kg de carga nominal y 0,2 m/s de velocidad. Instalado.	2.488,40	DOS MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS

## 1.21 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

### V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>1 INSTALACIÓN HIDRÁULICA</b>				
1.1	CH01	Ud	Cilindro hidráulico CDM1MF2/100/56/2300A3X/B31CKUMW con 100 milímetros de pistón, 56 milímetros de vástago y 2,3 metros de recorrido Sin descomposición	2.820,000 €
<b>Precio total redondeado por Ud .</b>				<b>2.820,00 €</b>
1.2	CH02	Ud	Central hidráulica ABPAC-0160/1/0/VK3/032/005/0/0/0/0/00000, capacidad de 47 litros por minuto, una potencia de 5,5 KW, manómetro y tanque de 160 litros Sin descomposición	12.427,180 €
<b>Precio total redondeado por Ud .</b>				<b>12.427,18 €</b>
1.3	CH03	Ud	Reguladora de caudal ON.05/01/03/05/50/00 compensada por presión Sin descomposición	143,000 €
<b>Precio total redondeado por Ud .</b>				<b>143,00 €</b>
1.4	CH04	Ud	válvula direccional 4WE6E6X/E24VE1Z2 4/3 servopilotada con centros cerrados y estable en esta posición Sin descomposición	218,000 €
<b>Precio total redondeado por Ud .</b>				<b>218,00 €</b>
1.5	CH05	Ud	Válvula antirretorno S10A05-1X/450J3 Sin descomposición	42,000 €
<b>Precio total redondeado por Ud .</b>				<b>42,00 €</b>
1.6	FCH	Ud	Coste construcción circuito hidráulico	
	16,000 h		Oficial 1º instalador de aparatos elevadores	24,720 €
	16,000 h		Personal ayudante a preparación de las piezas para soldadura	20,980 €
	1,000		Líneas de conducción y codos	730,340 €
	2,000 día		Grúa pórtico	104,500 €
<b>Precio total redondeado por Ud .</b>				<b>1.670,54 €</b>
<b>2 CABINA</b>				
2.1	PC01	Ud	Tubo cuadrado 120X4 de 6 metros Sin descomposición	120,370 €
<b>Precio total redondeado por Ud .</b>				<b>120,37 €</b>
2.2	PC02	Ud	Tubo cuadrado 80X3 de 6 metros Sin descomposición	58,230 €
<b>Precio total redondeado por Ud .</b>				<b>58,23 €</b>

## V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2.3	PC03	Ud	Tubo rectangular 80X40X4 de 6 metros Sin descomposición	60,913 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>60,91 €</b>
2.4	PC05	Ud	Tubo rectangular 60X40X4 de 6 metros Sin descomposición	49,515 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>49,52 €</b>
2.5	PC06	Ud	Plancha perforada R8 T11 con Sin descomposición	57,160 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>57,16 €</b>
2.6	PC07	Ud	Barra antivuelco UPN200 de 6 metros Sin descomposición	183,000 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>183,00 €</b>
2.7	PC08	Ud	ASA.0895 Sin descomposición	112,650 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>112,65 €</b>
2.8	PC09	Ud	Anclaje cable Sin descomposición	43,050 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>43,05 €</b>
2.9	FPM	Ud	Coste fabricación pasamanos	
	6,000 h		Soldador cualificado para trabajos con acero estructural	45,000 €
	6,000 h		Personal ayudante a preparación de las piezas para soldadura	20,980 €
	1,000 día		Grua pórtico	104,500 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>500,38 €</b>
2.10	FP	Ud	Coste fabricación plataforma	
	16,000 h		Personal ayudante a preparación de las piezas para soldadura	20,980 €
	16,000 h		Soldador cualificado para trabajos con acero estructural	45,000 €
	2,000 día		Grúa pórtico	104,500 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>1.264,68 €</b>

## V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>3 ESTRUCTURA PORTANTE</b>				
3.1	EP01	m	Viga HEB 140	
			Sin descomposición	39,350 €
			<b>Precio total redondeado por m .</b>	<b>39,35 €</b>
3.2	PC02	Ud	Tubo cuadrado 80X3 de 6 metros	
			Sin descomposición	58,230 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>58,23 €</b>
3.3	EP03	Ud	Guía T89/B	
			Sin descomposición	372,000 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>372,00 €</b>
3.4	FEP	Ud	Coste de fabricación estructura portante	
	1,000 día		Grúa pórtico	104,500 €
	8,000 h		Personal ayudante a preparación de las piezas para soldadura	20,980 €
	8,000 h		Soldador cualificado para trabajos con acero estructural	45,000 €
	1,000 día		Andamio de dos niveles 5 metros.	42,400 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>674,74 €</b>
<b>4 SUSPENSIÓN</b>				
4.1	SC01	Ud	Barra de suspensión	
			Sin descomposición	369,710 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>369,71 €</b>
4.2	SC02	Ud	T222-AF 300-3	
			Sin descomposición	91,630 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>91,63 €</b>
4.3	SC03	m	Cable 6X7-FC 8 milímetros	
			Sin descomposición	1,900 €
			<b>Precio total redondeado por m .</b>	<b>1,90 €</b>
4.4	SC04	Ud	Conjunto Deslizadera IGCUL16IG ASA.0159 AGA.0016PE	
			Sin descomposición	97,100 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>97,10 €</b>
4.5	SC05	Ud	Guardacabos para cable 8 milímetros	
			Sin descomposición	1,748 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>1,75 €</b>

## V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

## Presupuesto

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
4.6	SC06	Ud	Sujetacables 8 milímetros	
			Sin descomposición	1,890 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>1,89 €</b>
4.7	SC07	Ud	Pasador barra de suspensión con cilindro	
			Sin descomposición	32,330 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>32,33 €</b>
4.8	FS	Ud	Costes instalación	
	4,000 h		Oficial 1º instalador de aparatos elevadores	24,720 €
	2,000 h		Soldador cualificado para trabajos con acero estructural	45,000 €
	2,000 h		Personal ayudante a preparación de las piezas para soldadura	20,980 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>230,84 €</b>
4.9	PC09	Ud	Anclaje cable	
			Sin descomposición	43,050 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>43,05 €</b>
<b>5 ACCESOS</b>				
5.1	AM	Ud	Puerta multipanel - construcción en obra	
			Sin descomposición	1.897,850 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>1.897,85 €</b>
<b>6 CONTROL Y SEGURIDAD</b>				
6.1	CS01	Ud	Selector de paradas para montacargas hidráulico industrial de 0,2 m/s de velocidad. Instalado.	
			Sin descomposición	646,800 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>646,80 €</b>
6.2	CS02	Ud	Cuadro y cable de maniobra para montacargas hidráulico industrial de 2000 kg de carga nominal, 2 paradas (4 m) y 0,2 m/s de velocidad. Instalado	
			Sin descomposición	4.828,890 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>4.828,89 €</b>
6.3	CS03	Ud	Limitador de velocidad y paracaídas para montacargas hidráulico industrial de 1500 kg de carga nominal y 0,2 m/s de velocidad. Instalado.	
			Sin descomposición	2.488,400 €
			<b>Precio total redondeado por Ud .</b>	<b>2.488,40 €</b>

## 1.22MEDICIONES Y PRESUPUESTO

### Mediciones y Presupuesto

#### Capítulo nº 1 INSTALACIÓN HIDRÁULICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	CH01	<b>Ud</b> Cilindro hidráulico CDM1MF2/100/56/2300A3X/B31CKUMW con 100 milímetros de pistón, 56 milímetros de vástago y 2,3 metros de recorrido			
		<b>Total Ud :</b>	<b>2,000</b>	<b>2.820,00 €</b>	<b>5.640,00 €</b>
1.2	CH02	<b>Ud</b> Central hidráulica ABPAC-0160/1/0/VK3/032/005/0/0/0/0/00000, capacidad de 47 litros por minuto, una potencia de 5,5 KW, manómetro y tanque de 160 litros			
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>12.427,18 €</b>	<b>12.427,18 €</b>
1.3	CH03	<b>Ud</b> Reguladora de caudal ON.05/01/03/05/50/00 compensada por presión			
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>143,00 €</b>	<b>143,00 €</b>
1.4	CH04	<b>Ud</b> válvula direccional 4WE6E6X/E24VE1Z2 4/3 servopilotada con centros cerrados y estable en esta posición			
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>218,00 €</b>	<b>218,00 €</b>
1.5	CH05	<b>Ud</b> Válvula antirretorno S10A05-1X/450J3			
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>42,00 €</b>	<b>42,00 €</b>
1.6	FCH	<b>Ud</b> Coste construcción circuito hidráulico			
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>1.670,54 €</b>	<b>1.670,54 €</b>
<b>Parcial nº 1 INSTALACIÓN HIDRÁULICA:</b>					<b>20.140,72 €</b>

## Capítulo nº 2 CABINA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1	PC01	<b>Ud</b> Tubo cuadrado 120X4 de 6 metros			
		<b>Total Ud :</b>	<b>7,000</b>	<b>120,37 €</b>	<b>842,59 €</b>
2.2	PC02	<b>Ud</b> Tubo cuadrado 80X3 de 6 metros			
		<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>	<b>58,23 €</b>	<b>232,92 €</b>
2.3	PC03	<b>Ud</b> Tubo rectangular 80X40X4 de 6 metros			
		<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>	<b>60,91 €</b>	<b>243,64 €</b>
2.4	PC05	<b>Ud</b> Tubo rectangular 60X40X4 de 6 metros			
		<b>Total Ud :</b>	<b>3,000</b>	<b>49,52 €</b>	<b>148,56 €</b>
2.5	PC06	<b>Ud</b> Plancha perforada R8 T11 con			
		<b>Total Ud :</b>	<b>10,000</b>	<b>57,16 €</b>	<b>571,60 €</b>
2.6	PC07	<b>Ud</b> Barra antivuelco UPN200 de 6 metros			
		<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>	<b>183,00 €</b>	<b>732,00 €</b>
2.7	PC08	<b>Ud</b> ASA.0895			
		<b>Total Ud :</b>	<b>8,000</b>	<b>112,65 €</b>	<b>901,20 €</b>
2.8	PC09	<b>Ud</b> Anclaje cable			
		<b>Total Ud :</b>	<b>8,000</b>	<b>43,05 €</b>	<b>344,40 €</b>
2.9	FPM	<b>Ud</b> Coste fabricación pasamanos			
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>500,38 €</b>	<b>500,38 €</b>
2.10	FP	<b>Ud</b> Coste fabricación plataforma			
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>1.264,68 €</b>	<b>1.264,68 €</b>
<b>Parcial nº 2 CABINA:</b>					<b>5.781,97 €</b>

## Capítulo nº 3 ESTRUCTURA PORTANTE

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1	EP01	<b>M</b> Viga HEB 140			
			<b>Total m :</b>	<b>32,000</b>	<b>39,35 €</b>
					<b>1.259,20 €</b>
3.2	PC02	<b>Ud</b> Tubo cuadrado 80X3 de 6 metros			
			<b>Total Ud :</b>	<b>2,000</b>	<b>58,23 €</b>
					<b>116,46 €</b>
3.3	EP03	<b>Ud</b> Guía T89/B			
			<b>Total Ud :</b>	<b>12,000</b>	<b>372,00 €</b>
					<b>4.464,00 €</b>
3.4	FEP	<b>Ud</b> Coste de fabricación estructura portante			
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>674,74 €</b>
					<b>674,74 €</b>
			<b>Parcial nº 3 ESTRUCTURA PORTANTE :</b>		<b>6.514,40 €</b>

## Capítulo nº 4 SUSPENSIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	SC01	<b>Ud</b> Barra de suspensión			
			<b>Total Ud :</b>	<b>2,000</b>	<b>369,71 €</b>
4.2	SC02	<b>Ud</b> T222-AF 300-3			
			<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>	<b>91,63 €</b>
4.3	SC03	<b>M</b> Cable 6X7-FC 8 milímetros			
			<b>Total m :</b>	<b>156,000</b>	<b>1,90 €</b>
4.4	SC04	<b>Ud</b> Conjunto Deslizadera IGCUL16IG ASA.0159 AGA.0016PE			
			<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>	<b>97,10 €</b>
4.5	SC05	<b>Ud</b> Guardacabos para cable 8 milímetros			
			<b>Total Ud :</b>	<b>24,000</b>	<b>1,75 €</b>
4.6	SC06	<b>Ud</b> Sujetacables 8 milímetros			
			<b>Total Ud :</b>	<b>96,000</b>	<b>1,89 €</b>
4.7	SC07	<b>Ud</b> Pasador barra de suspensión con cilindro			
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>32,33 €</b>
4.8	FS	<b>Ud</b> Costes instalación			
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>230,84 €</b>
4.9	PC09	<b>Ud</b> Anclaje cable			
			<b>Total Ud :</b>	<b>8,000</b>	<b>43,05 €</b>
<b>Parcial nº 4 SUSPENSIÓN :</b>					<b>2.621,75 €</b>

Capítulo nº 5 ACCESOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1	AM	<b>Ud</b> Puerta multipanel - contrucción en obra			
			<b>Total Ud :</b>	<b>3,000</b>	<b>1.897,85 €</b>
					<b>5.693,55 €</b>
				<b>Parcial nº 5 ACCESOS :</b>	<b>5.693,55 €</b>

## Capítulo nº 6 CONTROL Y SEGURIDAD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
6.1	CS01	<b>Ud</b> Selector de paradas para montacoches hidráulico industrial de 0,2 m/s de velocidad. Instalado.				
			<b>Total Ud :</b>	<b>2,000</b>	<b>646,80 €</b>	<b>1.293,60 €</b>
6.2	CS02	<b>Ud</b> Cuadro y cable de maniobra para montacoches hidráulico industrial de 2000 kg de carga nominal, 2 paradas (4 m) y 0,2 m/s de velocidad. Instalado				
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>4.828,89 €</b>	<b>4.828,89 €</b>
6.3	CS03	<b>Ud</b> Limitador de velocidad y paracaídas para montacoches hidráulico industrial de 1500 kg de carga nominal y 0,2 m/s de velocidad. Instalado.				
			<b>Total Ud :</b>	<b>2,000</b>	<b>2.488,40 €</b>	<b>4.976,80 €</b>
Parcial nº 6 CONTROL Y SEGURIDAD :					<b>11.099,29 €</b>	

		<b>Mediciones y Presupuesto</b>
<b>Capítulo</b>		<b>Importe (€)</b>
CAP1	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	20.140,72
CAP02	CABINA	5.781,97
CAP03	ESTRUCUTRA PORTANTE	6.514,40
CAP04	SUSPENSIÓN	2.621,75
CAP05	ACCESOS	5.693,55
CAP06	CONTROL Y SEGURIDAD	11.099,29
	<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>51.851,68</b>
	3% de gastos generales	1.555,55
	6% de beneficio industrial	3.111,10
	<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>56.518,33</b>

**Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CINCUENTA Y SEIS MIL QUINIENTOS DIECIOCHO EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS.**



## 6. LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Montacargas original.....	16
Figura 2. Esquema hueco del montacargas. ....	19
Figura 3. Tracción hidráulica directa [1].....	19
Figura 4. Tracción hidráulica indirecta [1] .....	20
Figura 5. Acción eléctrica por adherencia. [1] .....	21
Figura 6. Máquina y espacio general.....	22
Figura 7. Conjunto plataforma .....	23
Figura 8. Conjunto suspensión.....	23
Figura 9. Conjunto estructura portante y guías.....	24
Figura 10. Diagrama circuito Rexroth.....	30
Figura 11. Circuito hidráulico. Modificar dibujo, alivio y compensada. ....	31
Figura 12. Sistema de montaje del paracaídas.....	39
Figura 13. Tabla índice de carga de neumáticos de Michelin [3]. ....	46
Figura 14. Medidas predimensionamiento.....	47
Figura 15. Diagrama de cortantes [N] .....	48
Figura 16. Diagrama de momentos [N · m].....	49
Figura 17. Método de carga uniforme sobre toda la plancha con apoyo simple .....	51
Figura 18. Método de carga uniforme sobre un área central rectangular con apoyo simple.....	51
Figura 19. Numeración de nudos y barras. ....	53
Figura 20. Configuración de nudos y barras (2).....	54
Figura 21. Configuración de nudos y barras (3).....	54
Figura 22. Introducción de cargas .....	55
Figura 23. Primera configuración de apoyos.....	56
Figura 24. Reacciones verticales .....	56
Figura 25. Reacciones rodaderas .....	57
Figura 26. Desplazamientos en el eje z .....	60
Figura 27. Tensiones en las barras.....	61
Figura 28. Suposición carga guía.....	62
Figura 29. Numeración de barras .....	64

Figura 30. Disposición de cargas, activación del paracaídas.....	65
Figura 31. Disposición de cargas, uso normal.....	66
Figura 32. Disposición de cargas. ....	70
Figura 33. Tabla de tensión permisible en las guías según su resistencia última. ....	71
Figura 34. Base de diseño según el CTE.....	73
Figura 35. Barra de suspensión, simplificación.....	76
Figura 36. Ecuación de la elástica y condiciones de contorno.....	76
Figura 37. Ecuación de carga .....	76
Figura 38. Valores particulares.....	77
Figura 39. Gráficas de momento flector y cortante.....	77
Figura 40. Longitudes de pandeo [6].....	79
Figura 41. Tabla 4.1 Correspondencia entre espesores de chapa y diámetros de electrodos .....	82
Figura 42. Disposición de soldadura .....	83

## 7. LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Posición y magnitud fuerzas en hipótesis de la plataforma.....	47
Tabla 2. Resultado de las reacciones mediante SOLVER.....	48
Tabla 3. Configuración con carga uniformemente repartida.....	50
Tabla 4. Configuraciones con chapa de 6 milímetros.....	51
Tabla 5. Comparación de soluciones. ....	52
Tabla 6. Configuración de cargas debido al pasamanos.....	54
Tabla 7. Configuración de cargas debido a las cargas externas.....	55
Tabla 8. Cargas debido a la guía en cada caso de carga.....	63
Tabla 9. Resultados de los esfuerzos en las guías debido al uso normal. ....	72
Tabla 10. Peso de los elementos.....	78
Tabla 11. Velocidades y tiempos durante el ascenso.....	80
Tabla 12. Rango de diámetros en milímetros.....	81
Tabla 13. Disposición de cargas.....	83
Tabla 14. Momentos generados.....	84
Tabla 15. Área e inercias de los cordones de soldadura.....	84



## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Miravete , Aparatos de elevación y transporte, Zaragoza: EDITORIAL REVERTÉ,S.A., 1993.
- [2] J. Calavera Ruiz, Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón: ca, vol. I, Madrid: INTEMAC, 2008.
- [3] Michelin, «michelin,» 27 04 2024. [En línea]. Available: <https://www.michelin.es/auto/consejos/aspectos-basicos-de-los-neumaticos/indice-de-carga-y-velocidad-de-los-neumaticos>. [Último acceso: 27 04 2024].
- [4] R. Argüelles Bustillo, R. Argüelles Álvarez, F. Arriaga Martitegui, J. M. Argüelles Bustillo y J. R. Atienza Reales, Estructuras de acero.Fundamento y cálculo segun CTE,EAE,EC3, vol. 1, MADRID: BELLISCO, 2013.
- [5] W. C. Young y R. G. Budynas, Roark´s formulas for stress and strain, 2005 ed, Boston: MCGRAW-HILL, 2005.
- [6] K. Gieck, Manual de fórmulas técnicas, 19ª ed., Mexico: Alfaomega, 1993.
- [7] VV.AA, «ITEA: Estructuras metálicas. TOMO13,» [En línea]. Available: [https://www.webaero.net/ingenieria/estructuras/metlica/bibliografia\\_documento/itea/TOMO13.pdf](https://www.webaero.net/ingenieria/estructuras/metlica/bibliografia_documento/itea/TOMO13.pdf). [Último acceso: 2 2 2024].
- [8] A. Miravete y E. Larrodé, El libro del transporte vertical, Zarahpza: EDITORIAL REVERTÉ,S.A., 2005.

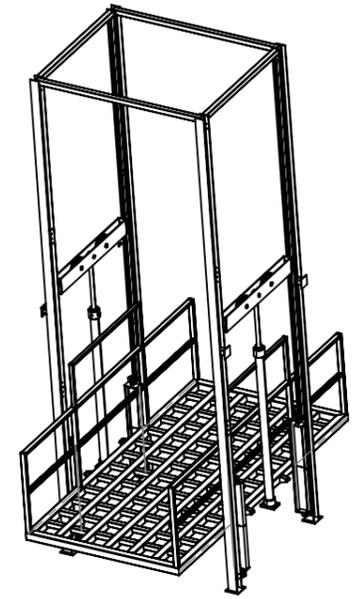
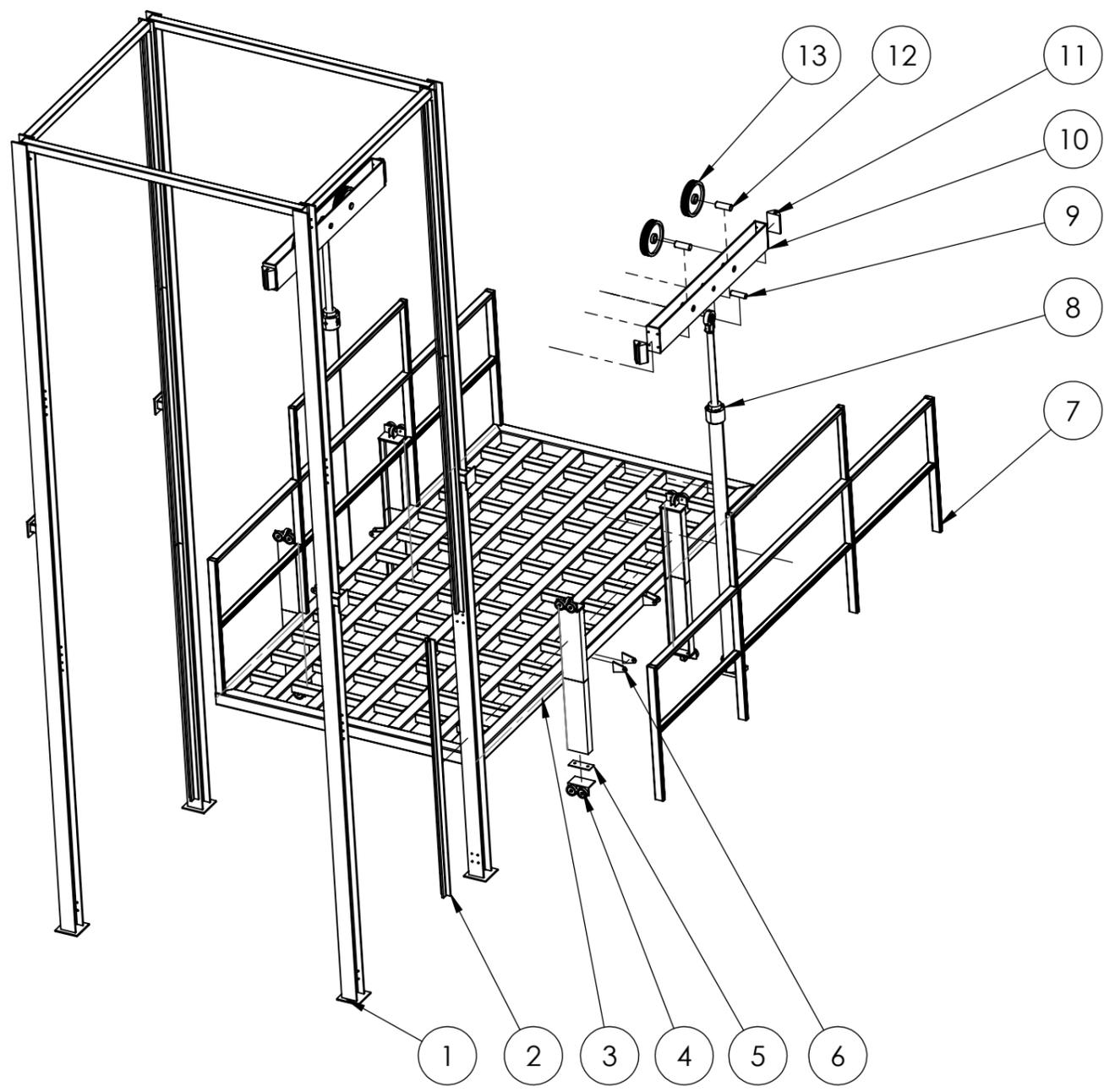


## 9. PLANOS



8 7 6 5 4 3 2 1

F  
E  
D  
C  
B  
A



NºPIEZA	Nº PLANO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	10010	Estructura portante	1
2	-	Guías T89/B	12
3	10022	Plataforma	1
4	-	Rodadera ASA.0895	8
5	10024	Pletina rodadera	8
6	10023	Anclaje cable	8
7	10021	Pasamanos	2
8	-	Cilindro Rexroth	2
9	10031	Pasador	2
10	10030	Barra de suspensión	2
11	-	Deslizadera TPU-PE180	4
12	-	Pasador polea T222 AF	4
13	-	Polea T222 AF	4

ESCALA 1:50

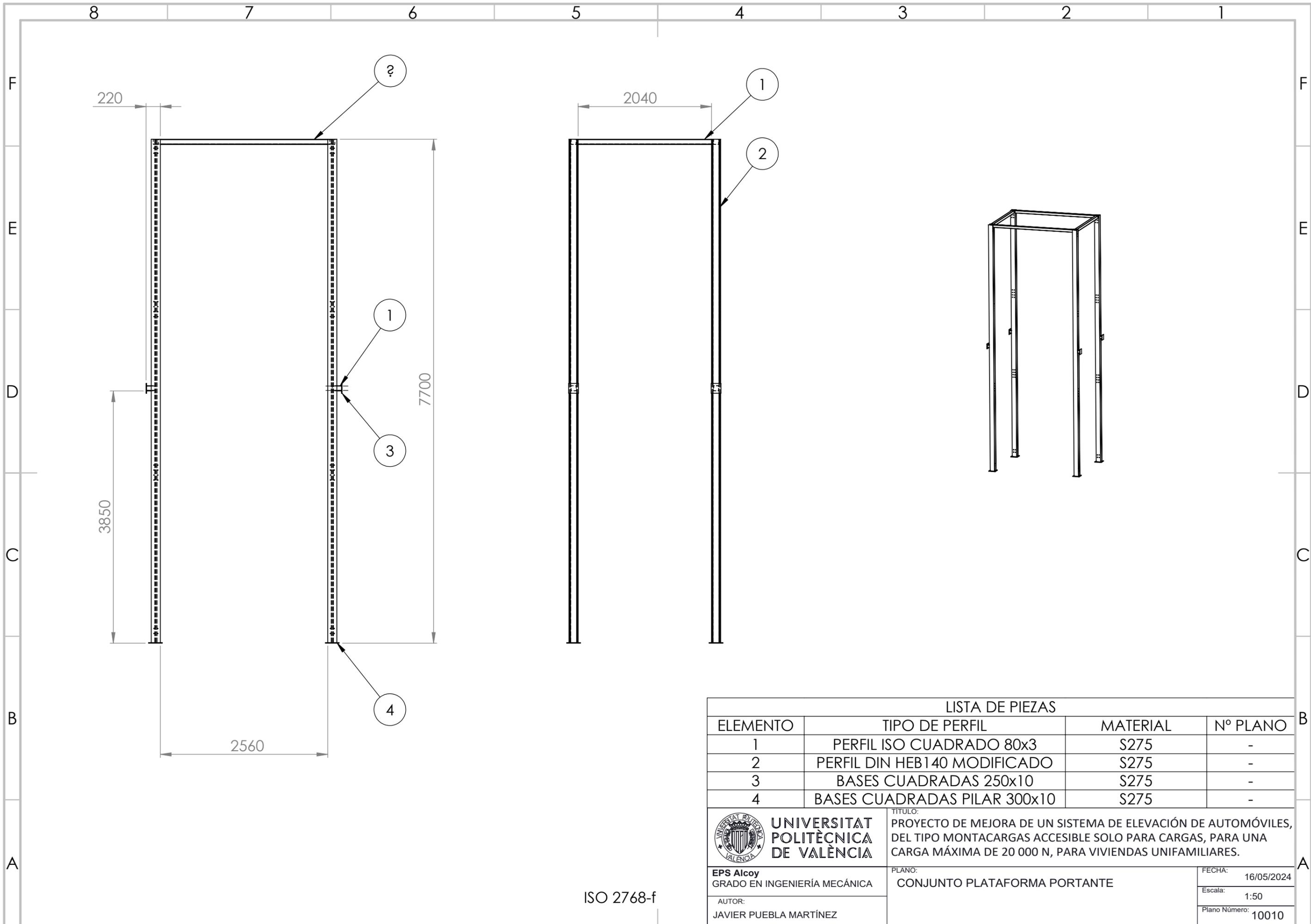


**EPS Alcoy**  
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA  
AUTOR:  
JAVIER PUEBLA MARTÍNEZ

TÍTULO:  
PROYECTO DE MEJORA DE UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AUTOMÓVILES,  
DEL TIPO MONTACARGAS ACCESIBLE SOLO PARA CARGAS, PARA UNA  
CARGA MÁXIMA DE 20 000 N, PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES.

PLANO:  
Plano conjunto estructura, cabina y suspensión  
FECHA: 25/05/2024  
Escala: 1:100  
Plano Número: 10001

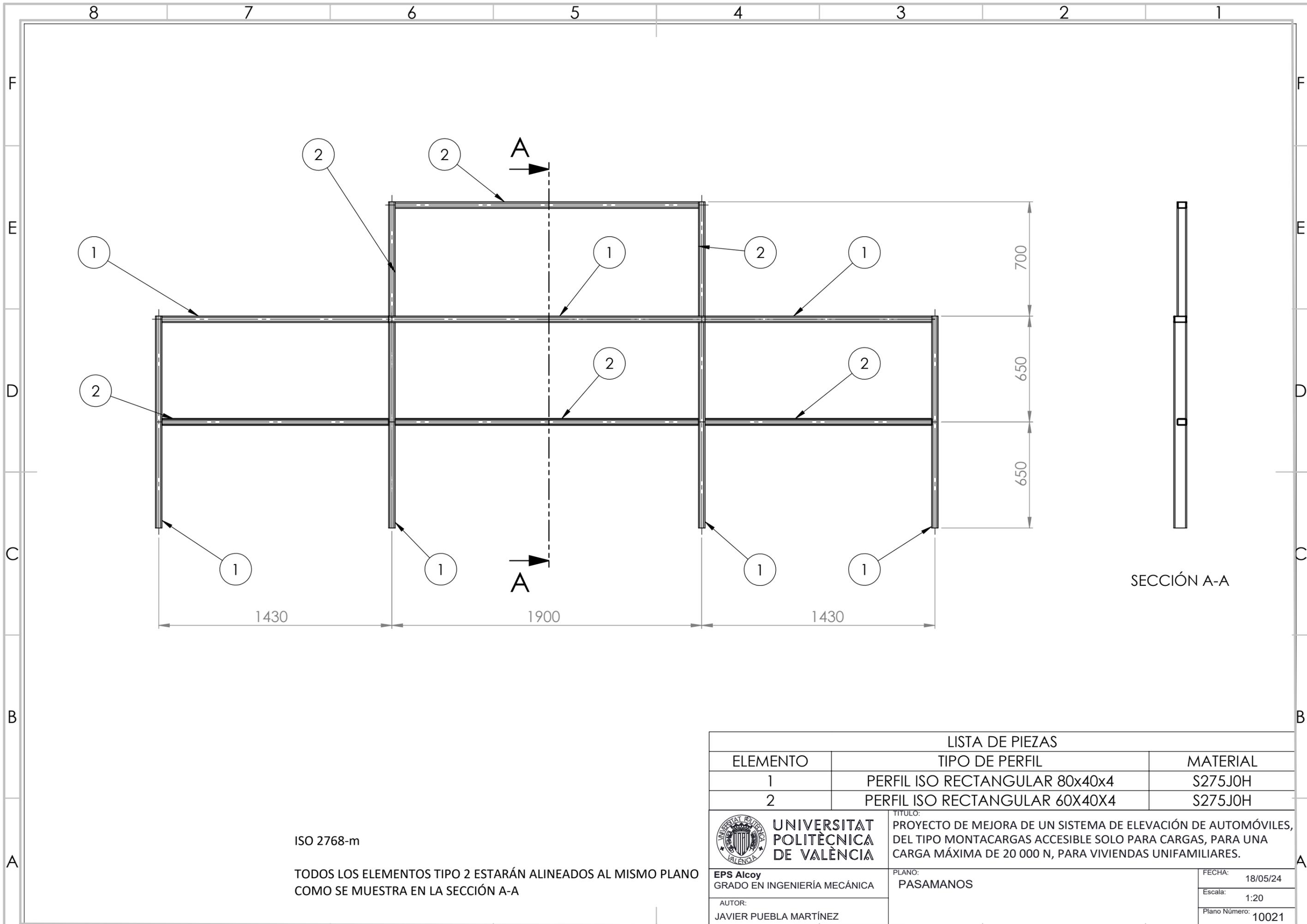
8 7 6 5 4 3 2 1



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	TIPO DE PERFIL	MATERIAL	Nº PLANO
1	PERFIL ISO CUADRADO 80x3	S275	-
2	PERFIL DIN HEB140 MODIFICADO	S275	-
3	BASES CUADRADAS 250x10	S275	-
4	BASES CUADRADAS PILAR 300x10	S275	-

 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	<b>TÍTULO:</b> PROYECTO DE MEJORA DE UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AUTOMÓVILES, DEL TIPO MONTACARGAS ACCESIBLE SOLO PARA CARGAS, PARA UNA CARGA MÁXIMA DE 20 000 N, PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES.	
	<b>EPS Alcoy</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	<b>PLANO:</b> CONJUNTO PLATAFORMA PORTANTE
<b>AUTOR:</b> JAVIER PUEBLA MARTÍNEZ		

ISO 2768-f

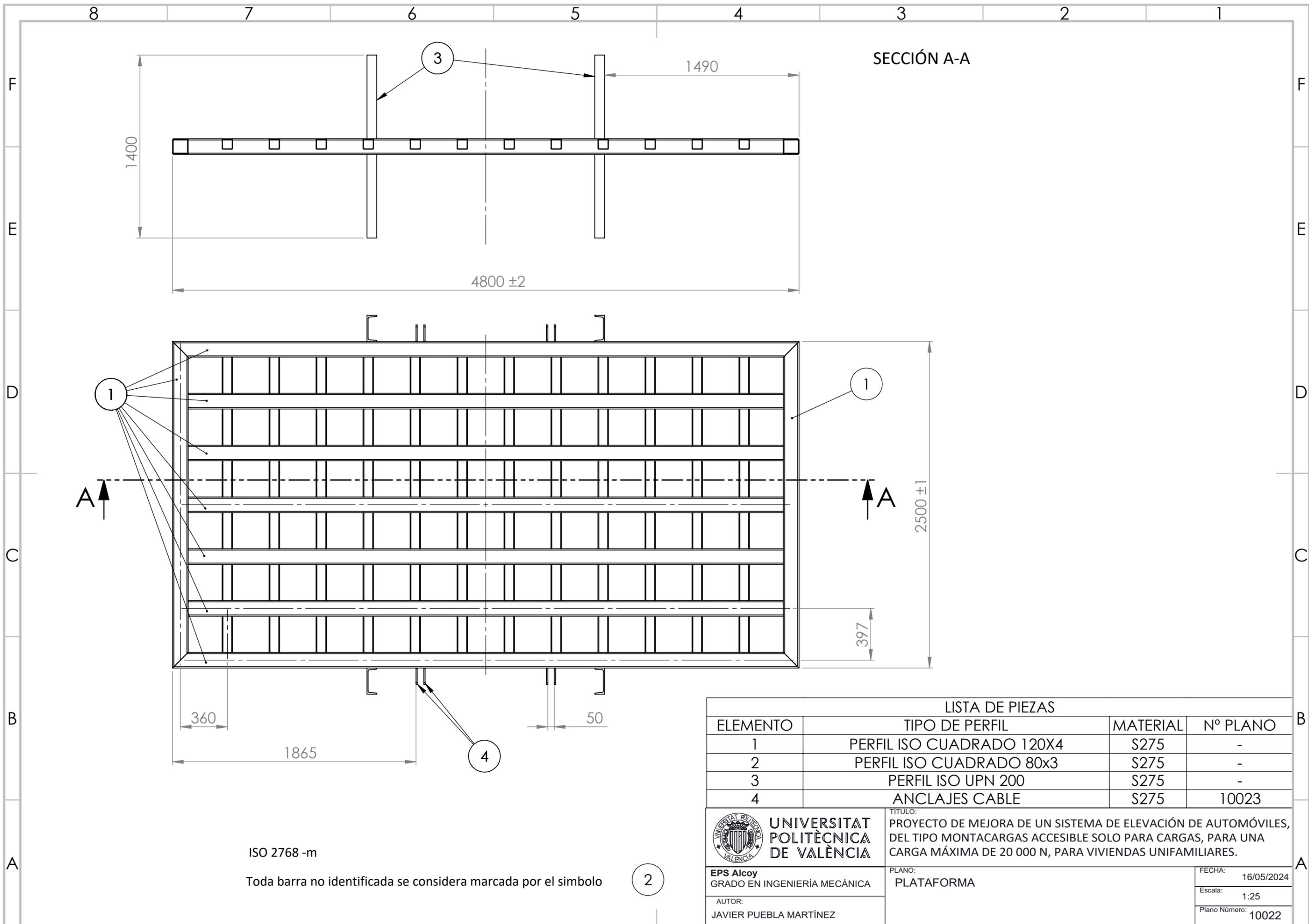


ISO 2768-m  
 TODOS LOS ELEMENTOS TIPO 2 ESTARÁN ALINEADOS AL MISMO PLANO  
 COMO SE MUESTRA EN LA SECCIÓN A-A

LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	TIPO DE PERFIL	MATERIAL
1	PERFIL ISO RECTANGULAR 80x40x4	S275JOH
2	PERFIL ISO RECTANGULAR 60X40X4	S275JOH

 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b> EPS Alcoy GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA AUTOR: JAVIER PUEBLA MARTÍNEZ	TÍTULO: PROYECTO DE MEJORA DE UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AUTOMÓVILES, DEL TIPO MONTACARGAS ACCESIBLE SOLO PARA CARGAS, PARA UNA CARGA MÁXIMA DE 20 000 N, PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES.	FECHA: 18/05/24
	PLANO: PASAMANOS	Escala: 1:20
	Plano Número: 10021	



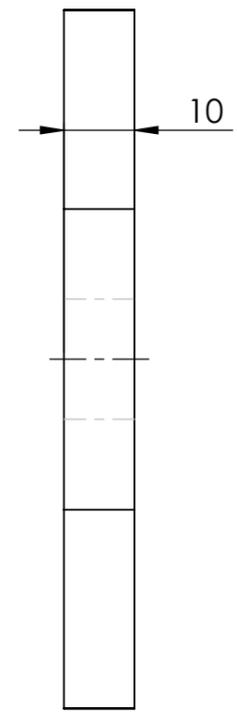
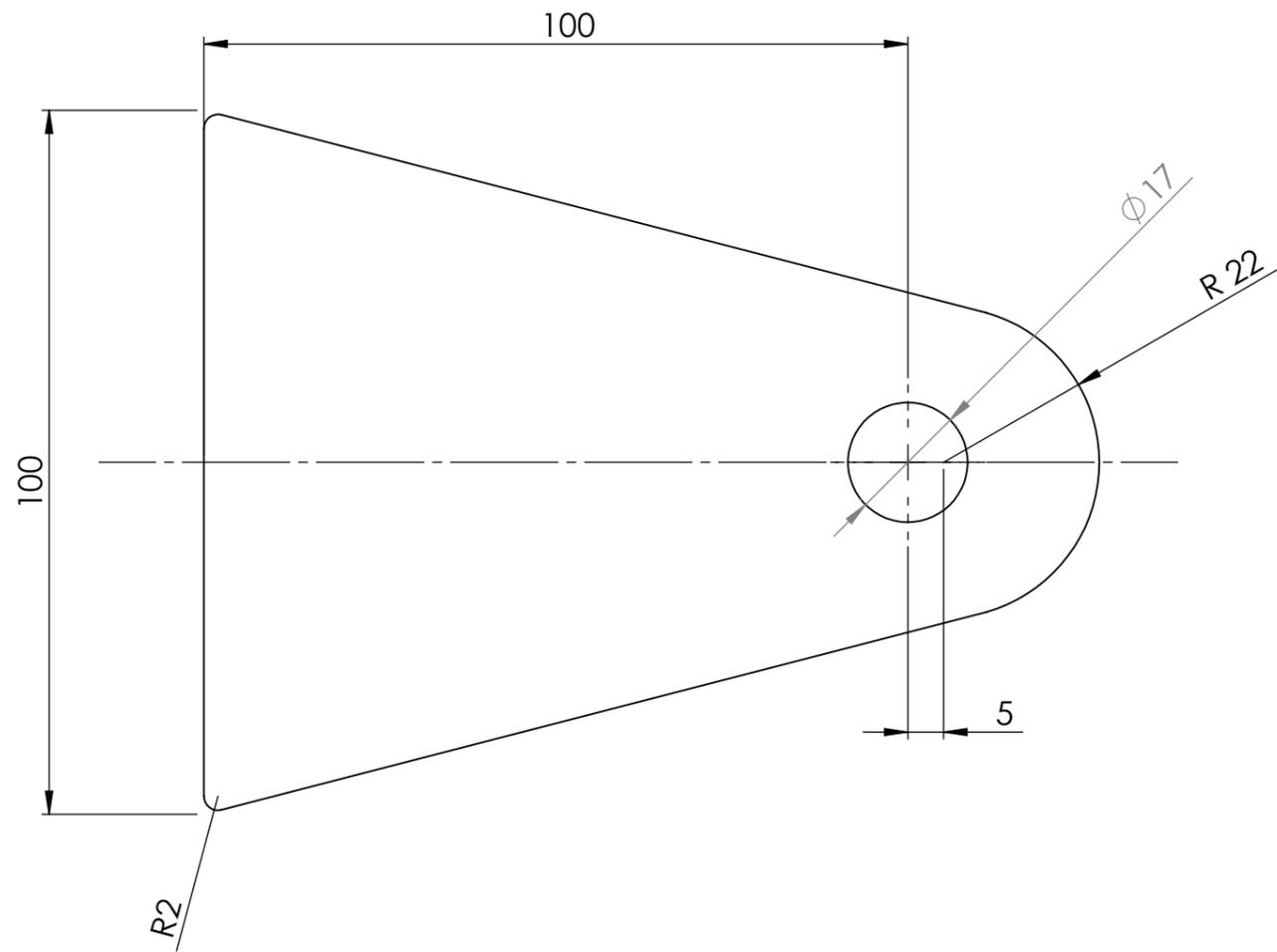
SECCIÓN A-A

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	TIPO DE PERFIL	MATERIAL	Nº PLANO
1	PERFIL ISO CUADRADO 120X4	S275	-
2	PERFIL ISO CUADRADO 80X3	S275	-
3	PERFIL ISO UPN 200	S275	-
4	ANCLAJES CABLE	S275	10023

 <p><b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b></p> <p>EPS Alcoy GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p>AUTOR: JAVIER PUEBLA MARTÍNEZ</p>	<p>TÍTULO: PROYECTO DE MEJORA DE UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AUTOMÓVILES, DEL TIPO MONTACARGAS ACCESIBLE SOLO PARA CARGAS, PARA UNA CARGA MÁXIMA DE 20 000 N, PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES.</p>	
	<p>PLANO: PLATAFORMA</p>	<p>FECHA: 16/05/2024</p>
	<p>Plano Número: 10022</p>	<p>Escala: 1:25</p>

ISO 2768 -m

Toda barra no identificada se considera marcada por el simbolo



ISO 2768-c

Acero S275

 <p><b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b></p> <p>EPS Alcoy GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p>AUTOR: JAVIER PUEBLA MARTÍNEZ</p>	<p>TÍTULO: PROYECTO DE MEJORA DE UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AUTOMÓVILES, DEL TIPO MONTACARGAS ACCESIBLE SOLO PARA CARGAS, PARA UNA CARGA MÁXIMA DE 20 000 N, PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES.</p>	
	<p>PLANO: Anclaje cables</p>	<p>FECHA: 01/06/2024</p>
		<p>Escala: 1:1</p>

<p>PLANO: Anclaje cables</p>	<p>FECHA: 01/06/2024</p>
	<p>Escala: 1:1</p>
	<p>Plano Número: 10023</p>

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

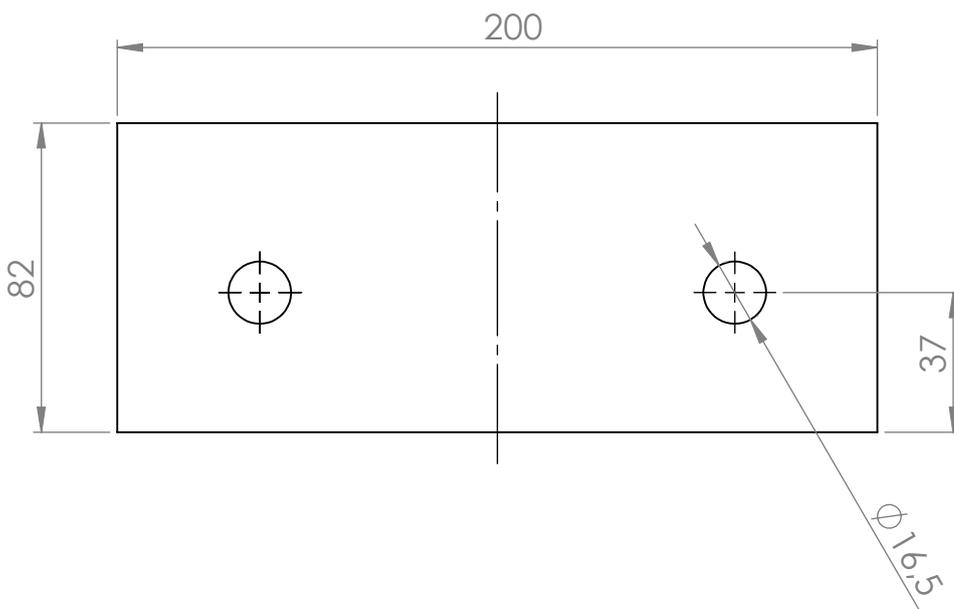
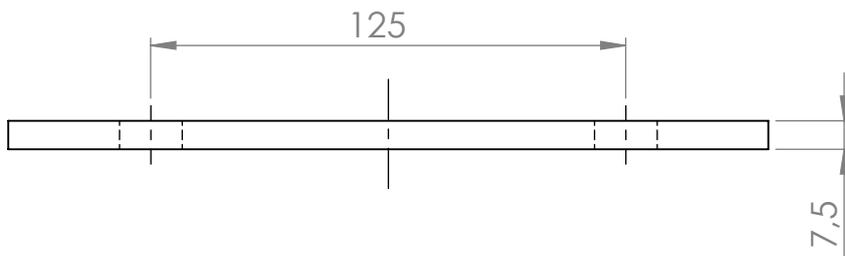
C

B

B

A

A



ISO 2768-c  
Acero S275



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

TÍTULO:

PROYECTO DE MEJORA DE UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AUTOMÓVILES,  
DEL TIPO MONTACARGAS ACCESIBLE SOLO PARA CARGAS, PARA UNA  
CARGA MÁXIMA DE 20 000 N, PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES.

EPS Alcoy  
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

PLANO:

PLETINA RODADERA

FECHA: 25/05/2024

Escala: 1:2

Plano Número: 10024

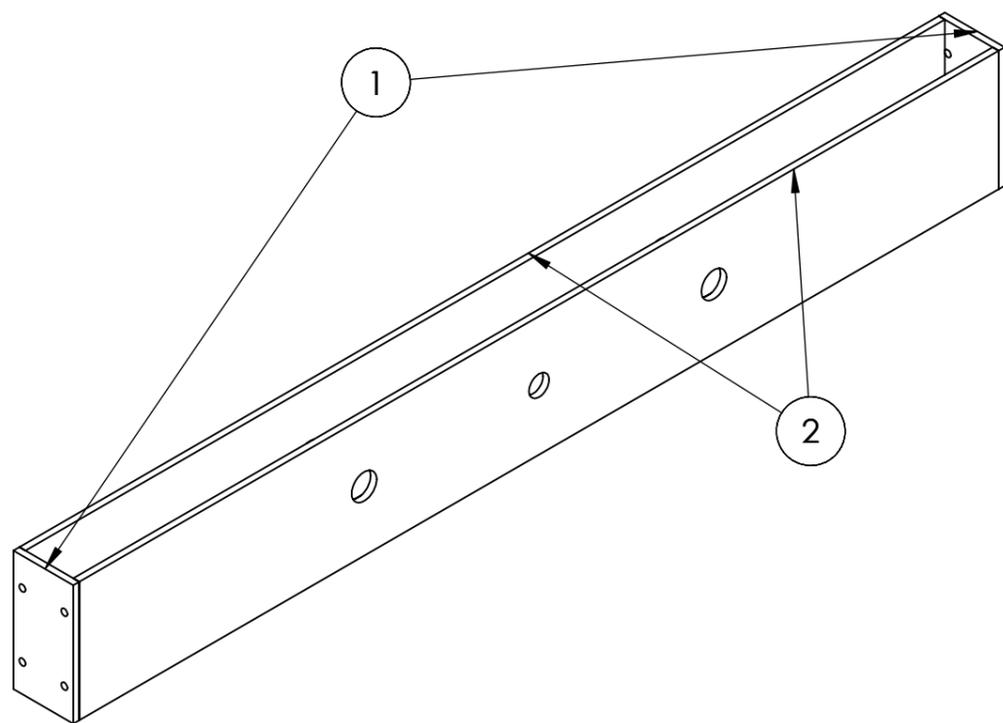
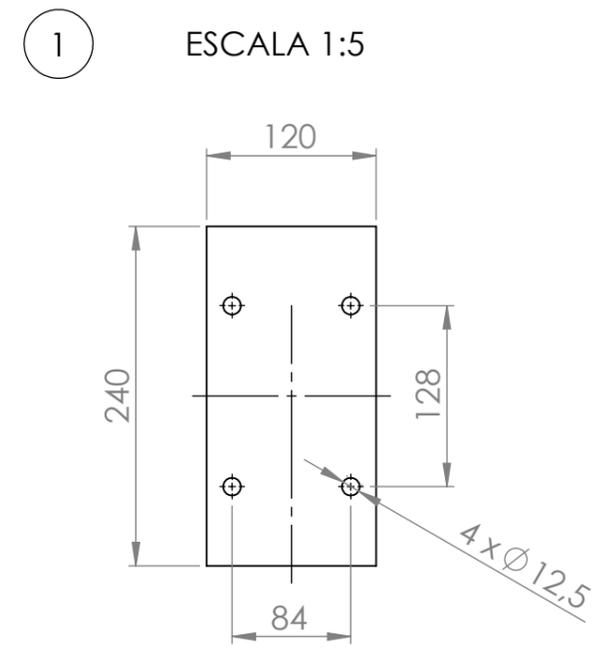
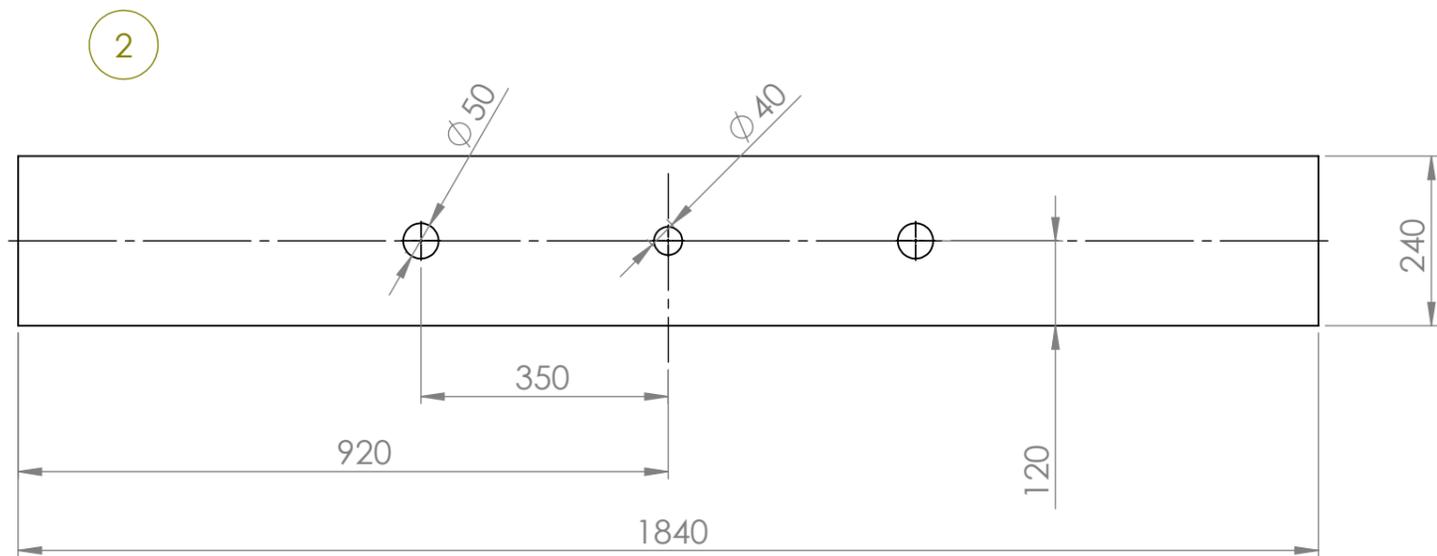
AUTOR:  
JAVIER PUEBLA MARTÍNEZ

4

3

2

1



LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	TIPO DE PERFIL	MATERIAL
1	CHAPA DE 12 MM	S235
2	CHAPA DE 12 MM	S235

 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	<b>TÍTULO:</b> PROYECTO DE MEJORA DE UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AUTOMÓVILES, DEL TIPO MONTACARGAS ACCESIBLE SOLO PARA CARGAS, PARA UNA CARGA MÁXIMA DE 20 000 N, PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES.	
	<b>EPS Alcoy</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	<b>PLANO:</b> BARRA DE SUSPENSIÓN
<b>AUTOR:</b> JAVIER PUEBLA MARTÍNEZ		<b>Escala:</b> 1:10
		<b>Plano Número:</b> 10030

ISO 2768-m

4

3

2

1

F

F

E

E

D

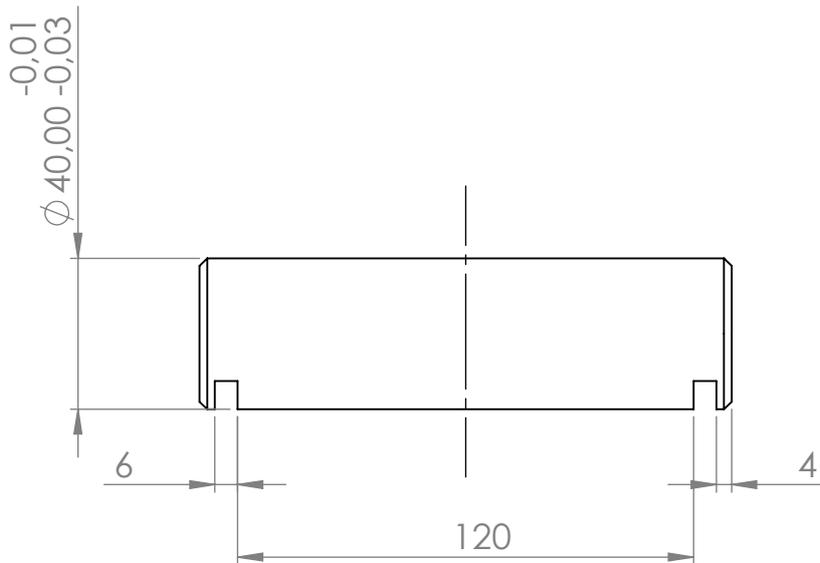
D

C

C

B

B



ISO 2768-f



**UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA**

TÍTULO:

PROYECTO DE MEJORA DE UN SISTEMA DE ELEVACIÓN DE AUTOMÓVILES,  
DEL TIPO MONTACARGAS ACCESIBLE SOLO PARA CARGAS, PARA UNA  
CARGA MÁXIMA DE 20 000 N, PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES.

**EPS Alcoy**  
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

PLANO:

PASADOR BARRA-CILÍNDRICO

FECHA: 25/05/2024

Escala: 1:2

AUTOR:  
JAVIER PUEBLA MARTÍNEZ

Plano Número: 10031

4

3

2

1

A