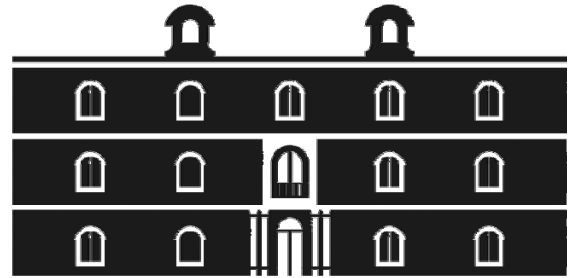




Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

MONTACARGAS ELÉCTRICO DE 3000 KG. DE CARGA MÁXIMA

DOCUMENTO N°1 – MEMORIA

Titulación: Ingeniería Técnica Industrial
Intensificación: Mecánica
Alumno/a: Andrés Linares Sánchez
Director/a/s: Miguel Lucas Rodríguez

Cartagena, 12 de Febrero de 2014



ÍNDICE

<u>1. ANTECEDENTES</u>	3
<u>2. OBJETIVOS DEL PROYECTO</u>	3
2.1.- CONTEXTO DE LA INSTALACIÓN	3
2.2. ALCANCE DEL PROYECTO	4
<u>3. GLOSARIO</u>	4
<u>4.- BIBLIOGRAFÍA</u>	5
<u>5. SITUACIÓN</u>	7
<u>6. PROPUESTA CONCRETA DE SOLUCIONES/ DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN</u>	7
<u>6.1. TIPOS DE ELEVADORES. CLASIFICACIÓN GENERAL</u>	8
<u>6.1.1. ELEVADORES ELÉCTRICOS</u>	8
<u>6.1.2. ELEVADORES HIDRÁULICOS</u>	9
<u>6.2. SELECCIÓN DEL TIPO DE ELEVADOR</u>	10
<u>6.3. COMPONENTES DEL MODELO DE DISEÑO ESCOGIDO</u>	11
<u>6.3.1. AMORTIGUADORES</u>	12
<u>6.3.2. CIRCUITO LIMITADOR DE VELOCIDAD</u>	12
<u>6.3.3. PARACAÍDAS</u>	15
<u>6.3.4. GUÍAS</u>	20
<u>6.3.5. APOYOS SOBRE LAS GUÍAS</u>	21
<u>6.3.6. CABINA</u>	22
<u>6.3.6.1. Suelo de cabina</u>	25
<u>6.3.7. PARTES ELÉCTRICAS</u>	25
<u>6.3.7.1. Circuito de tracción</u>	26
<u>6.3.7.2. Cuadro de maniobra</u>	27
<u>6.3.8. GRUPO TRACTOR</u>	30
<u>6.3.8.1.- Motor de tracción</u>	31
<u>6.3.8.2.- Reductor</u>	31
<u>6.3.8.3.- Grupo tractor seleccionado</u>	32
<u>6.3.9. SISTEMA DE ELEVACIÓN</u>	34
<u>6.3.9.1. Suspensión / tracción / acción positiva</u>	34
<u>6.3.9.2. Tipos de cables empleados en elevación</u>	34
<u>6.3.9.3. Cableado empleado</u>	40
<u>6.3.10. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN</u>	40
<u>7.- SEGURIDAD DE OPERACIÓN EN LA MÁQUINA</u>	40
7.1. NORMAS BÁSICAS PARA LOS USUARIOS	40
7.2. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	43
7.3. ERGONOMÍA	44
<u>8. MONTAJE Y PRUEBAS A REALIZAR</u>	44
8.1. INSTALACIÓN DE COMPONENTES	44
8.2. PUESTA EN SERVICIO	46
<u>9. MANTENIMIENTO</u>	48
9.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	48
9.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO	49
<u>10. NORMATIVA</u>	49
<u>11. PRESUPUESTO</u>	50
11.1. FORMA DE PAGO	50
11.2. PRESUPUESTO	50



**PROYECTO FINAL DE CARRERA:
MONTACARGAS ELÉCTRICO DE 3000 KG. DE CARGA MÁXIMA**

Realizado por: A.L.S.

Fecha : 12/01/2014

Rev. (0)

Página 2 de 52

12.- DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO

50

13.- AGRADECIMIENTOS

51

14.- CONCLUSIONES

52



1. ANTECEDENTES

A petición del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica de Cartagena con domicilio social en Calle Fleming S/N, CP.30202, se propone la realización del diseño de un montacargas accesible sólo para carga, y capacidad máxima de 3000 (tres mil) kilos como Proyecto Fin de Carrera a los alumnos de último curso de Ingeniería Industrial especialidad en Mecánica.

Antes de realizar un estudio del modelo de diseño escogido como solución ante el enunciado del proyecto, es preciso clasificar los diferentes tipos de plataformas elevadoras en sus tipologías básicas.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de las instalaciones necesarias para la puesta en funcionamiento de un montacargas accesible sólo para carga con una capacidad máxima de 3000 (tres mil) kilogramos, a situar en la localidad de Lorca provincia de Murcia así como la de solicitar de los organismos competentes la autorización y legalización de la instalación proyectada, tal y como se describe en el siguiente apartado.

El modelo de diseño de montacargas planteado en este proyecto es una de las posibles soluciones propuestas para su instalación en almacenes de dos plantas con el fin de facilitar el tránsito vertical de mercancía salvando la diferencia de alturas entre las diferentes estancias.

Este montacargas así estudiado, destaca por tener mayor durabilidad y una configuración que permite la propia sustentación del grupo tractor evitando la transmisión de cargas a las paredes o al forjado entre plantas.

2.1.- CONTEXTO DE LA INSTALACIÓN

El diseño se ha realizado en base a una serie de condiciones iniciales específicas listadas a continuación:

- El tamaño del hueco es de: 1,80 x 2,5 m
- Zona de carga: sótano; Lineales de venta: primera planta
- Posicionamiento del hueco en el almacén: Está situado en la parte central del habitáculo y en contacto contra una sola pared.
- Máxima carga a transportar estipulada: 3000 Kg (pallet + transpaleta + mercancía).
- Carga y descarga realizadas por la misma puerta de cabina
- Distancia entre suelos: 4m
- Altura desde el suelo de la primera planta hasta su techo: 3,8 metros.
- La cubierta y las paredes del edificio no admiten transmisión de cargas por resistencia insuficiente
- El dimensionado del foso es libre
- Operación: 2 elevaciones por hora



2.2. ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance de este proyecto se basa en las partes relacionadas con la Ingeniería Mecánica, como son el cálculo, el diseño de máquinas, la evaluación de tensiones y el empleo de catálogos y normativas vigentes que contribuyen al correcto desarrollo del proyecto, así como el empleo de herramientas CAD y simulación de cálculo para la realización de los planos.

3. GLOSARIO

A continuación se muestran una serie de definiciones sobre conceptos fundamentales que van apareciendo a lo largo de la memoria a fin de facilitar la comprensión de todas las explicaciones, figuras, etc.

Amortiguador.- Órgano destinado a servir de tope deformable de final de recorrido y constituido por un sistema de frenado por fluido o muelle (u otro dispositivo equivalente).

Bastidor.- Estructura metálica que soporta a la cabina o al contrapeso y a la que se fijan los elementos de suspensión. Esta estructura puede constituir parte integrante de la misma cabina.

Cabina.- Elemento del ascensor o del montacargas destinado a recibir las personas y/o la carga a transportar.

Carga nominal.- Carga para la que ha sido construido el aparato y para la cual el suministrador garantiza un funcionamiento normal.

Cuarto de máquinas.- Local donde se hallan los elementos motrices y/o su aparellaje.

Fabricante.- Persona física o legal especializada en la fabricación, importación o comercialización, instalación, puesta en operación y/o servicio postventa de ascensores.

Factor de Seguridad.- Es la relación entre la carga de ruptura de los cables o elementos de suspensión obtenida multiplicando el número total de cables o elementos, (considerando todos los ramales en el caso de suspensión múltiple) por la carga de ruptura mínima de un cable o un elemento de suspensión y la carga estática suspendida.

Foso.- Parte del hueco situado por debajo del nivel de parada más bajo servido por la cabina.

Guías.- Elementos destinados a guiar la cabina o contrapeso, si existe.

Hueco.- Recinto por el cual se desplaza la cabina y el contrapeso, si existe. Este espacio queda materialmente delimitado por el fondo del foso, las paredes y el techo.

Limitador de velocidad.- Órgano que, por encima de una velocidad ajustada previamente, ordena la parada de la máquina y si es necesario provoca la actuación del paracaídas.

Montacargas.- Aparato elevador instalado de forma permanente que sirve a niveles definidos, consta de una cabina inaccesible a las personas por sus dimensiones y su constitución, que se desplaza a lo largo de guías verticales.

Nivelación.- Operación que permite mejorar la precisión de parada de la cabina a nivel de los pisos.

Paracaídas.- Dispositivo mecánico que se destina a parar e inmovilizar la cabina o el contrapeso sobre sus guías en caso de exceso de velocidad en el descenso o rotura de los órganos de suspensión.

Paracaídas de acción instantánea.- Paracaídas cuya detención sobre las guías se logra por bloqueo casi inmediato.



Paracaídas de acción instantánea y efecto amortiguado. - Paracaídas cuya detención sobre las guías se logra por bloqueo casi inmediato, pero de forma que la reacción sobre el órgano suspendido sea limitada por la intervención de un sistema elástico.

Paracaídas progresivo. - Paracaídas cuya detención sobre las guías se efectúa por frenado y en el que se toman disposiciones para limitar la reacción sobre el órgano suspendido, a un valor admisible.

Pasajero. - Persona transportada por una plataforma elevadora accesible para carga y personas.

Recorrido. - Es la distancia vertical medida entre los niveles de piso terminado de las paradas superior e inferior de un ascensor.

Recorrido libre de seguridad. - Distancia disponible, en los finales de recorrido de la cabina o del contrapeso que permite el desplazamiento de éstos, más allá de sus niveles extremos.

Superficie útil. - Es la superficie de la cabina que pueden ocupar los pasajeros y la carga durante el funcionamiento del ascensor, medida a un metro por encima del pavimento y sin tener en cuenta los pasamanos si existen.

Suspensión. - Conjunto de los elementos (cables, cadenas y accesorios) que sostienen y mueven la cabina y el contrapeso cuando existe, accionados por el grupo tractor.

Usuario. - Persona que utiliza los servicios del montacargas.

Velocidad nominal. - Velocidad de la cabina para la que ha sido construido el aparato y para la cual el suministrador garantiza su funcionamiento normal.

4.- BIBLIOGRAFÍA

Referencias bibliográficas

COMESAÑA COSTAS, P. e Ideaspropias Editorial. *Montaje e instalación de ascensores y montacargas. Guía Práctica para el instalador de Máquinas y Equipos Industriales.* IdeasPropias, Editorial. Vigo, 2004

JANOVSKY, L. *Elevator Mechanical Design.* Second Edition, 1993. Ellis Horwood Series in Mechanical Engineering

LARRODÉ, E; MIRAVETE, A. *Transporte Vertical.* Servicio de publicaciones, Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza. 1ª Edición, 1996

TIMOSHENKO, *Resistencia de Materiales.* Ediciones paraninfo, S.A., 2004.

BERNARD J. HAMROCK, BO O. JACOBSON, STEVEN R. SCHMID. *Elementos de Máquinas,* McGraw-Hill, 2000.

JULIÁN F. CONESA PASTOR, *Dibujos e Ingeniería.* Universidad Politécnica de Cartagena.

JORGE RIPOLL. *Apuntes de la asignatura Diseño de Máquinas.* Universidad Politécnica de Cartagena

FRANCISCO MELGAREJO. *Apuntes de la asignatura Oficina Técnica.* Universidad Politécnica de Cartagena.



Webs consultadas

- [<http://www.saveragroup.com/caste/home.htm>]
- [<http://www.skf.es/>]
- [http://www.bircher.com/en/jupiter_zusatzblatt.pdf]
- [http://www.bircher.com/en/jupiter_familie_d.pdf]
- [<http://www.cojali.com/es/cofan/catalogo1.htm>]
- [<http://www.dynatechelevation.com/>]
- [<http://www.ziehl.de/ziehl/englisch/indexe.htm>]
- [<http://www.infomecanica.com>]
- [<http://www.opac.net/pdf/din1a1b.pdf>]
- [<http://www.amazon.com/s/ref>]
- [<http://www.directindustry.es>]
- [<http://www.construmatica.com/bedec/1319/15>]
- [http://www.opac.net/data/index8_2.html]
- [<http://www.amidata.es>]
- [<http://www.rosmil.com>]
- [<http://www.aulasa.com/perfiles.html>]
- [<http://www.customindprod.com/vertical-material-lifts/s-series-lift>]
- [<http://es.scribd.com/doc/73878382/28/Fuerzas-durante-la-carga-y-descarga>]
- [<http://www.inverterdrive.com/group/Motors-AC/default.aspx>]
- [<http://www.tceconveyors.com/lifting-VRCs/vrc-carriages.php>]
- [<http://www.feinmu.com/>]
- [<http://www.perfilacero.es/>]
- [http://www.steelofab.net/brake_motors.html]
- [<http://www.amacoil.com/applications-rg-winding.html>]
- [<http://www.slideshare.net/pfregalado/115840320-disenodemaquinasteoriay320problemasresueltosashall>]
- [<http://spanish.alibaba.com/product-gs/elevator-roller-guide-shoe-yj-gj-03-218775950.html>]
- [<http://spanish.alibaba.com/product-free/roller-guide-shoes-800027140.html>]
- [<http://www.schaeffler-group.com/content.schaefflergroup.de/de/home/home.jsp>]
- [<http://www.opac.net/data/index3.html>]
- [<http://www.sumindu.com/jsp/productos.jsp>]
- [<http://www.fonher.com/cas/catalogo/puertas-montacargas/puerta-3.html>]
- [<http://www.gervall.com/productos/esp/productos.htm>]
- [http://www.cymisa.com.mx/her15_2.htm]
- [http://www.hilti.es/holes/page/module/product/prca_catnavigation.jsf?nodeId=-229553]
- [<http://www.metalicaslendinez.com/entramados%20metalicos/Grapas%20de%20union%20y%20fijacion%20entramados.html>]
- [<http://www.doco-international.com/es/products/1/tambores.html>]
- [<http://www.fundicionescarg.com/sectores.htm>]

[<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn103.html#seccion5>]

[<http://blog.gmveurolift.es/2010/09/amortiguadores-i/>]

5. SITUACIÓN

El punto geográfico donde se situará la instalación corresponde a la siguiente dirección postal:

Carretera Nacional 340. Polígono Industrial SapreLorca – Parcela N-16

La Torrecilla – Lorca (Murcia); CP.- 30817

Dirección ilustrada en la siguiente figura que muestra la posición exacta en un mapa donde se posiciona el inmueble.

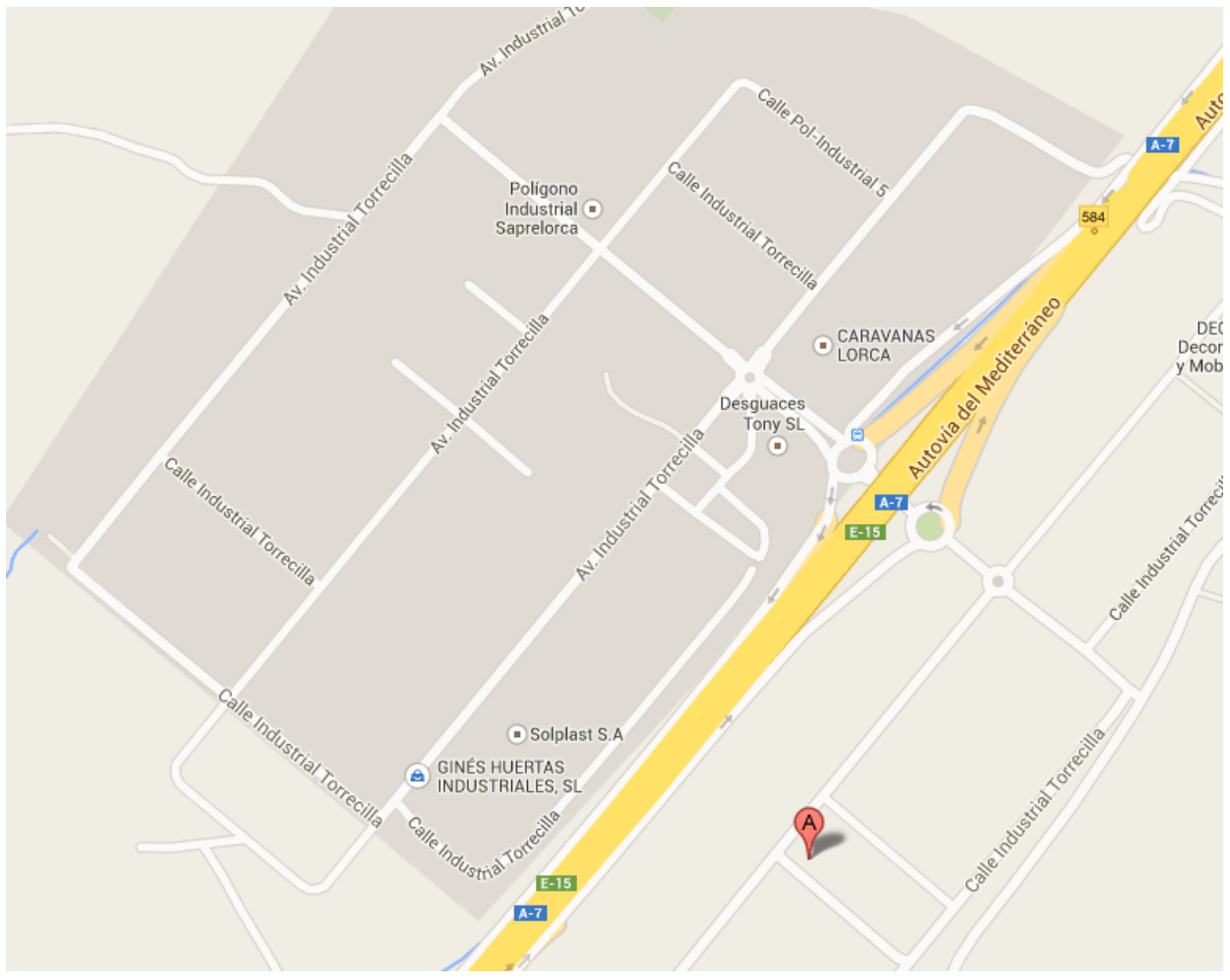


Figura 5.1.- Emplazamiento del inmueble donde se realiza la instalación

Se trata de una nave situada en una parcela dentro del polígono industrial de Lorca, conectada mediante un acceso en cada sentido con la autovía del mediterráneo (A7) en el kilómetro 584.

6. PROPUESTA CONCRETA DE SOLUCIONES/ DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

En el presente apartado se exponen las diversas decisiones tomadas de cara al diseño y cálculo de los elementos principales que constituyen el montacargas. Se trata de un apartado descriptivo, por lo que los cálculos

detallados sobre dichos componentes, así como los planos de los mismos e información detallada figuran en los anejos.

6.1. TIPOS DE ELEVADORES. CLASIFICACIÓN GENERAL

A nivel general, las plataformas elevadoras destinadas o no al transporte de personas se diferencian en eléctricos e hidráulicos. A pesar de tener ambos la misma finalidad, las diferencias entre ellos son significativas puesto que sus sistemas de tracción son diferentes.

6.1.1. ELEVADORES ELÉCTRICOS

Este tipo de elevadores (Fig. 1.1.1.1) se caracteriza principalmente por la constitución de su sistema de tracción: un grupo motor, freno, reductor y polea de adherencia o tambor de arrollamiento, aunque éste último está en desuso.

Este elevador incorpora el cuarto de máquinas en la parte superior del hueco, donde van ubicados los componentes principales del sistema de tracción ya denominados y un contrapeso que equilibra el peso de la cabina y una parte de la carga útil, que suele ser la mitad en la mayoría de los casos.

A continuación se muestra un dibujo de un ascensor eléctrico donde se pueden observar claramente los componentes que lo caracterizan (Fig. 1.1.1.1), y una tabla (Tabla 1.1.1.1) donde se recogen sus ventajas e inconvenientes:

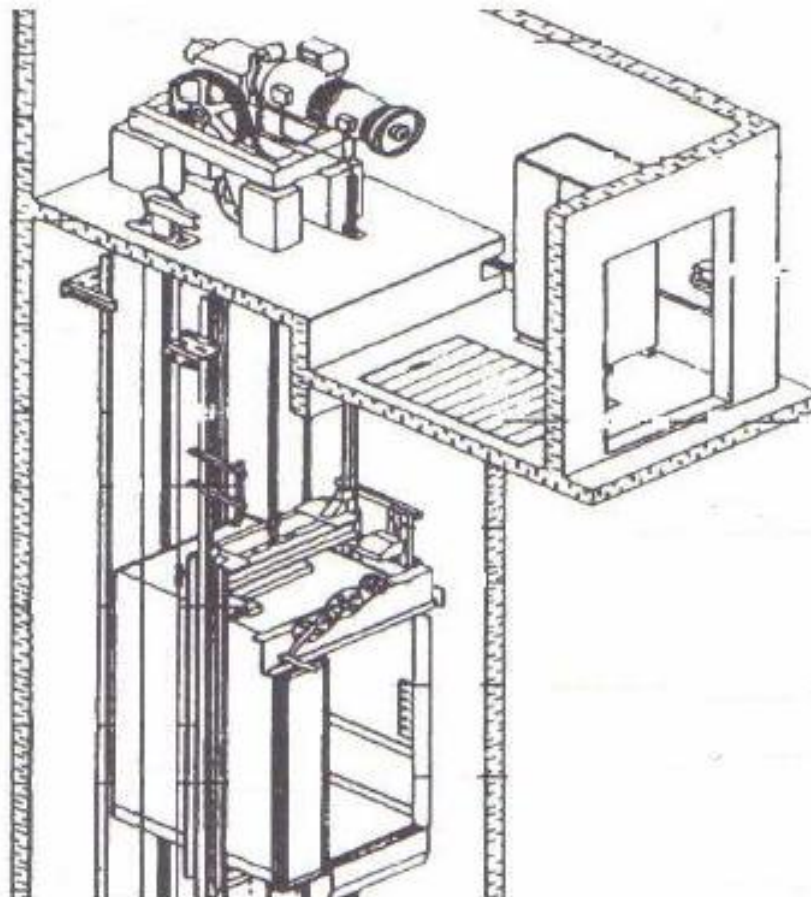


Fig. 6.1.1.1. Elevador eléctrico



Ventajas e Inconvenientes

Ventajas	Inconvenientes
Sin limitación de recorrido	Mayor desgaste en cables de tracción
Mantenimiento más barato	Poca flexibilidad en su instalación y montaje
Potencia instalada pequeña y rendimiento mayor ($\eta \approx 45 - 60\%$)	Estructura del edificio sobrecargada por la carga
Uso más extendido	

Tabla 6.1.1.1. Ventajas e inconvenientes de los elevadores eléctricos

6.1.2. ELEVADORES HIDRÁULICOS

El sistema de tracción de esta clase de elevadores (Fig. 6.1.2.1) se compone de: central hidráulica, cilindro, pistón, bloque de válvulas de control del sistema hidráulico y un sistema de tuberías por donde circula el fluido impulsor, que hoy en día es aceite. Este elevador, a diferencia del eléctrico no incorpora contrapeso, disponiendo también de una serie de ventajas e inconvenientes (Tabla 6.1.2.1):

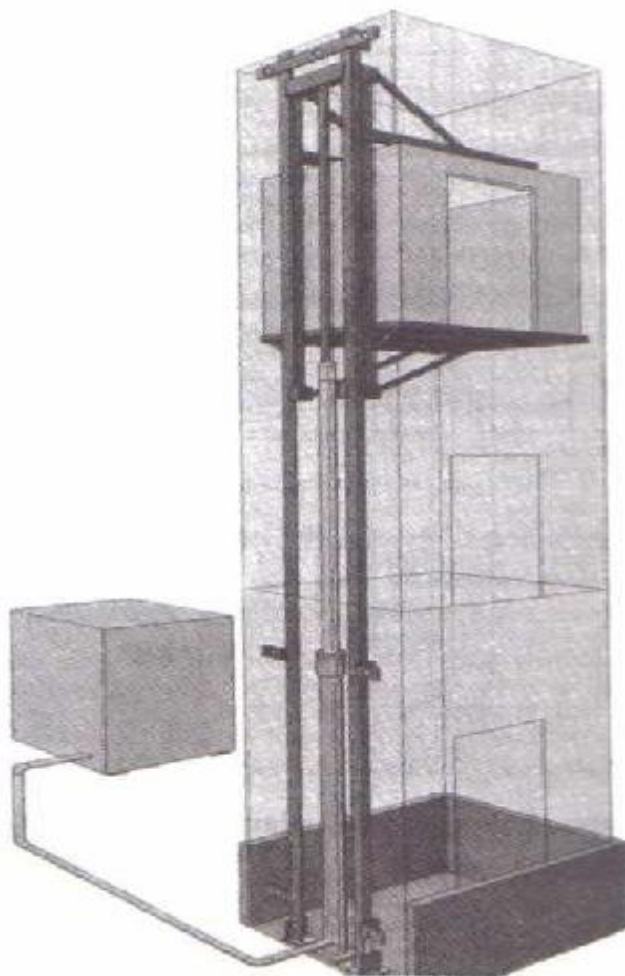


Fig. 6.1.2.1. Elevador hidráulico



Ventajas e Inconvenientes

Ventajas	Inconvenientes
Ahorro del cuarto de máquinas en la parte superior del hueco	Potencia instalada mayor a igualdad de prestaciones con un elevador eléctrico
Desgaste menor debido a la presencia del baño de aceite	Coste de mantenimiento elevado
Arranque y paradas suaves	Recorrido limitado hasta 27 m
La carga de elevación no sobrecarga la estructura	Dependencia a la temperatura del aceite
No precisan de paracaídas en el chasis	Velocidades nominales más bajas (0.63 m/s)

Tabla 6.1.2.1. Ventajas e inconvenientes de los elevadores hidráulicos

6.2. SELECCIÓN DEL TIPO DE ELEVADOR

Una vez establecidas las ventajas e inconvenientes entre ambos tipos de montacargas, con el objetivo de justificar la selección realizada, es necesario establecer una comparativa entre ellos:

ELEVADORES ELÉCTRICOS	ELEVADORES HIDRÁULICOS
Empleo de motores de inducción trifásicos	Elevada cantidad de lubricantes empleada
Empleo del sistema de cableado tradicional de cables de acero enrollados	Sistema de tuberías y válvulas complejo
Empleo de poleas de tracción acanaladas	Empleo de bombas y pistones
Empleo de transmisión por reductor de engranajes de tornillo sinfín	
Presencia de cuarto de máquinas en la parte superior del hueco	

Tabla 6.3.1 – Características comparativas entre elevadores eléctricos e hidráulicos

Como punto más óptimo para la toma de decisiones, se plantea el objetivo de diseñar una máquina que cuide los siguientes aspectos: el respeto hacia el medio ambiente, la larga duración y la rentabilidad en costes del cliente.

Observando las ventajas e inconvenientes de los elevadores hidráulicos (tabla 6.1.2.1) y comparándolos con las correspondientes a la de los elevadores eléctricos (tabla 6.1.1.1), se aprecia claramente una mayor rentabilidad el empleo de elevadores eléctricos para edificios no industriales.

Por un lado, el empleo de lubricantes conlleva a un mantenimiento más elevado, ya que es necesario lubricar los elementos de los elevadores hidráulicos permanentemente, y además dichos lubricantes pueden suponer un impacto ambiental elevado y provocar riesgos de incendios, por lo que, no es planteable diseñar un montacargas hidráulico frente al consumo que hacen los de tipo eléctrico.

Por otra parte, el uso de componentes tales como los reductores de engranajes y el sistema tradicional de cables de acero garantiza una mayor sostenibilidad ambiental y económica frente al sistema de lubricación de una instalación hidráulica.

Por estas razones, se opta por un elevador de tipo eléctrico, adaptando la instalación a una forma más compacta que permite a su vez prescindir del tradicional cuarto de máquinas ubicado en la parte superior del hueco y por tanto flexibilizar así el montaje de la instalación.

6.3. COMPONENTES DEL MODELO DE DISEÑO ESCOGIDO

A continuación se muestra una figura (Fig. 6.3.1) donde se mencionan los componentes principales de una instalación de transporte vertical a modo ilustrativo.

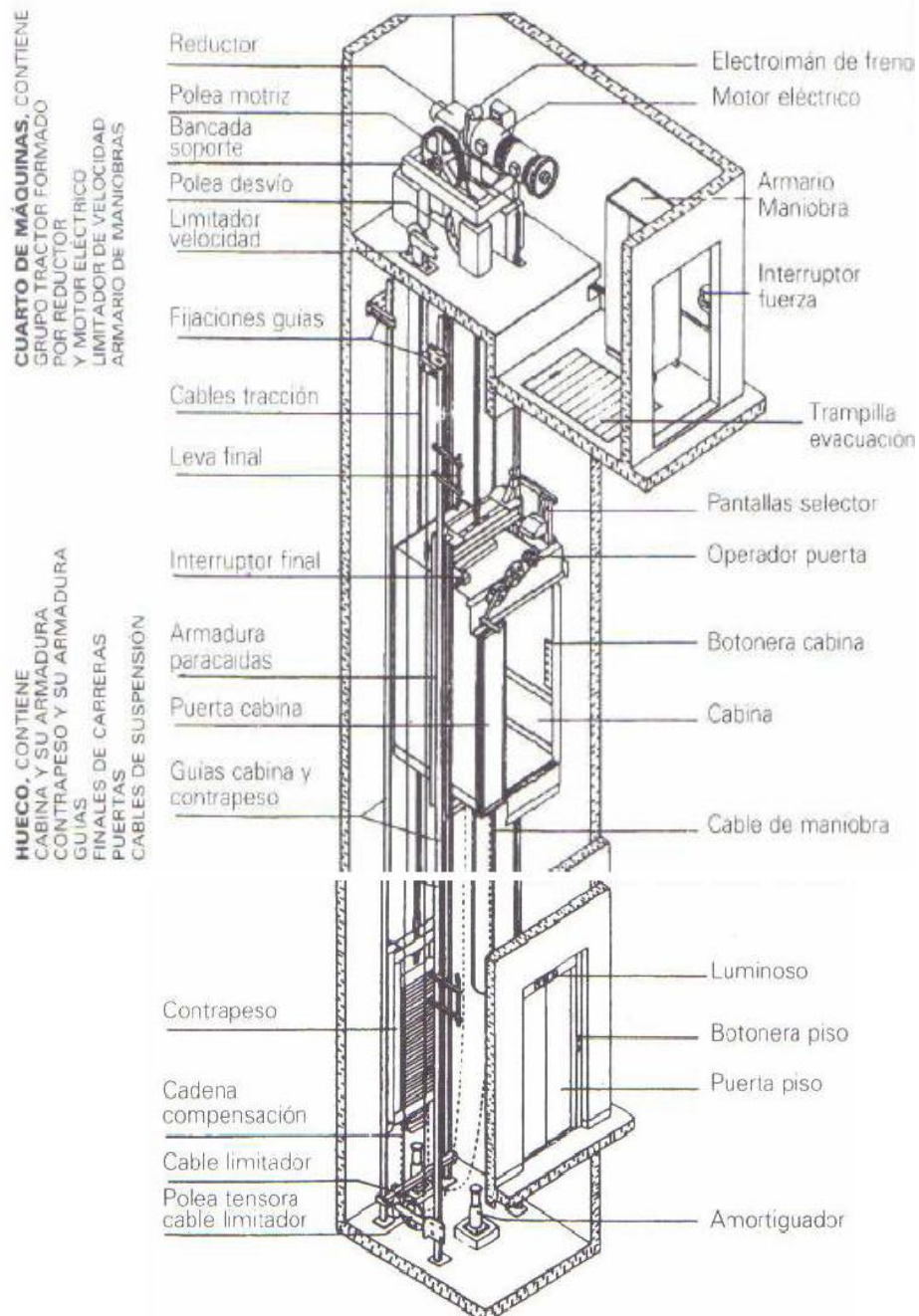


Fig. 6.3.1. Partes del montacargas

6.3.1. AMORTIGUADORES

Los montacargas deben estar provistos de amortiguadores para reducir el impacto de la cabina en caso de caída y no actuación de los paracaídas. Estos amortiguadores deben estar colocados en el foso. Según la norma EN 81-31, se distinguen tres clases de amortiguadores:

- a) Amortiguadores de acumulación de energía

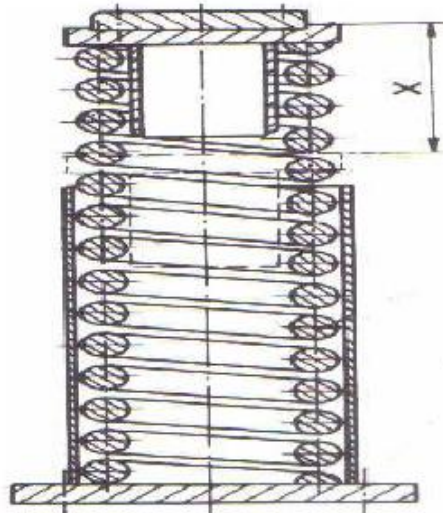


Fig. 6.3.1. Amortiguador de acumulación de energía

- b) Amortiguadores de acumulación de energía con amortiguación del movimiento de retorno.
c) Amortiguadores a disipación de energía.

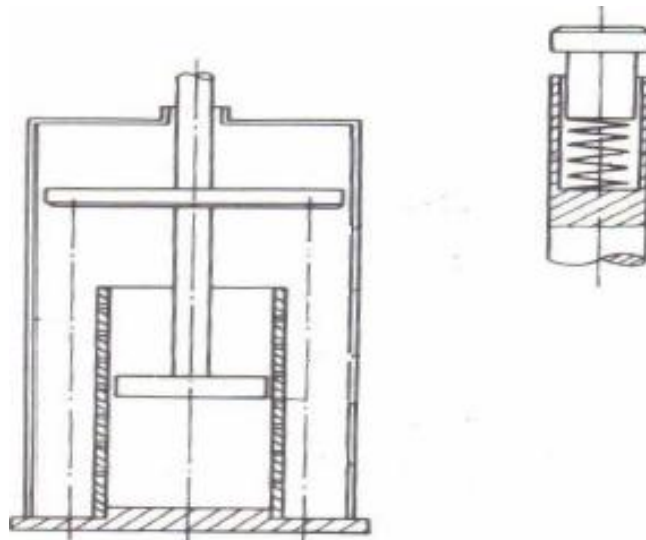


Fig. 6.3.1. Amortiguador de disipación de energía

En base a las diferencias constructivas y de funcionamiento de los tipos de amortiguadores existentes, se procede a la selección del tipo de amortiguador.



Por un lado, respecto al confort ofrecido por la amortiguación, se tiene que la velocidad nominal de la cabina es de 0.3 m/s, por lo que en principio es aconsejable escoger un amortiguador de acumulación o de disipación de energía. Sin embargo, el transporte vertical de personas no está contemplado, por lo que el confort ante una parada de emergencia no es exigible a la instalación.

Por otra parte, el amortiguador por disipación de energía, al requerir el uso de aceite, hace que su coste de mantenimiento sea superior al de un amortiguador de acumulación, con el añadido del daño al medio ambiente por su uso.

Por estos motivos se opta por un tipo de amortiguador elástico formado por un cilindro de caucho y una parte metálica roscada al que se une permitiendo el ensamblaje con la estructura. Se colocan 2 unidades en la parte superior del hueco y 4 unidades en el foso con las siguientes características:

- Dureza: 65 Shore
- Carga máx. soportada: 3000 Kg
- Diámetro: 120 mm
- Rosca: M-16x45
- Altura de la parte de caucho (H): 75 mm

6.3.2. CIRCUITO LIMITADOR DE VELOCIDAD

Este circuito (Fig. 6.3.2.1) tiene como objetivo detener la cabina cuando ésta adquiere una velocidad superior a la prefijada, ya sea por rotura de los cables de suspensión o por otra causa.

Tal circuito se compone de un cable limitador de velocidad que recorre un circuito cerrado compuesto por dos poleas: la polea superior o de tensado, y la polea inferior o limitador de velocidad propiamente dicho.

Este cable va anclado a la cabina por medio del paracaídas y unos amarra-cables, de manera que, cuando el montacargas circula con una velocidad dentro de los márgenes admisibles, el cable circula a través de las poleas a la misma velocidad que la cabina.

La polea inferior, instalada en el foso del recinto del hueco, está diseñada para que cuando el cable que circula a través de ella supera una cierta velocidad, éste quede frenado originando así un tiro del cable sobre su amarre con la cabina. Este tiro acciona la timonería del paracaídas al que va fijado, accionando así el mecanismo que presionará las zapatas o rodillos sobre las guías y detendrá la cabina.

La polea superior actúa de tensora y está ubicada en la parte superior del hueco. Tanto esta polea como la inferior están acanaladas y por ellas se mueve el cable de acero unido por uno de sus ramales al paracaídas de la cabina.

El limitador de velocidad dispone de un contacto de sobre-velocidad que actúa cuando el limitador alcanza una velocidad superior a la nominal pero inferior a la de actuación del limitador, antes de llegar al 115% de la velocidad nominal. Cuando este contacto dispara, corta la alimentación del motor de tracción y, para rearmarlo se realiza de forma manual o automática.

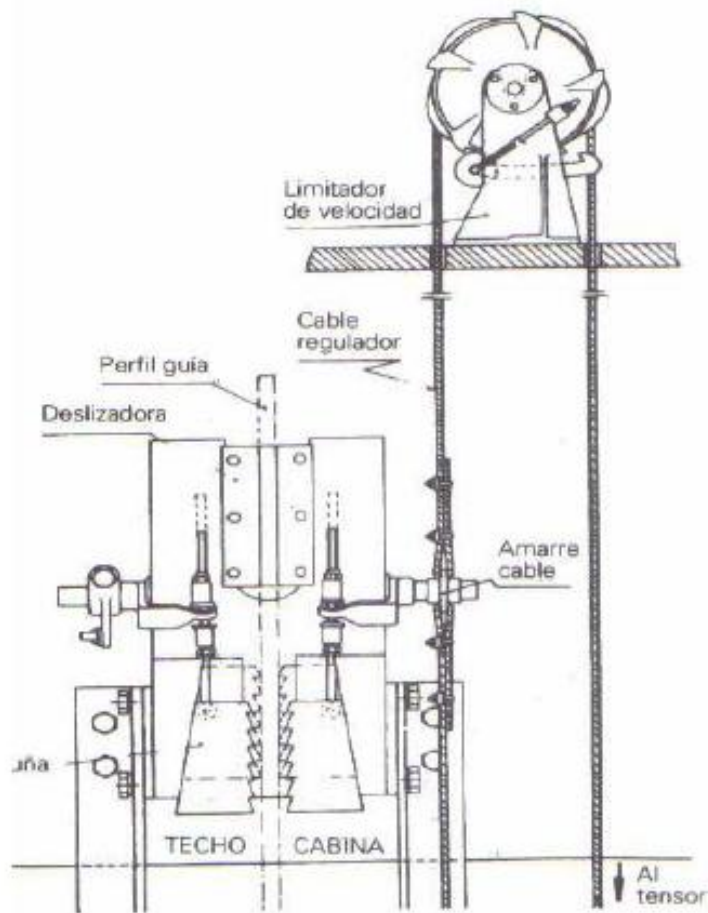


Fig. 6.3.2.1. Circuito limitador de velocidad

Visto el funcionamiento del circuito limitador de velocidad, existen dos tipos diferentes de limitadores de velocidad que se emplean en los elevadores actuales:

- Limitador de velocidad oscilante.

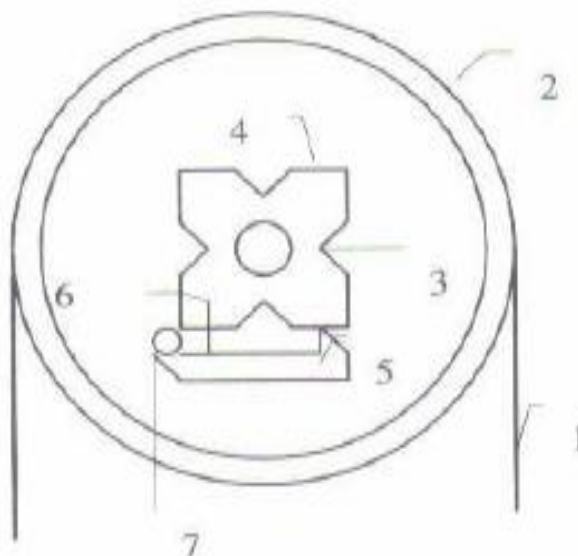


Fig. 6.3.2.2. Limitador de velocidad oscilante



- Limitador de velocidad centrífugo.

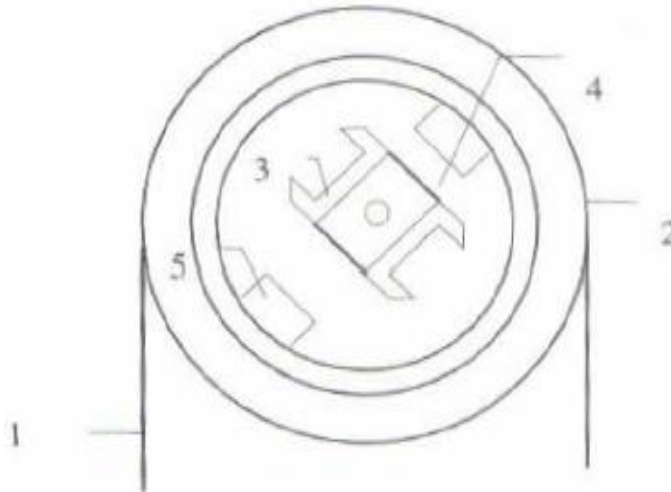


Fig. 6.3.2.1. Limitador de velocidad centrífugo

Para llevar a cabo la selección del tipo de limitador de velocidad que va a emplear el montacargas, se ha optado por un limitador de velocidad bajo el criterio del ruido que provocan durante su funcionamiento.

El limitador de velocidad oscilante genera un cierto nivel de ruido a partir de una determinada velocidad, mientras que el limitador de velocidad centrífugo aún a velocidades elevadas sigue siendo más silencioso que el oscilante.

De este modo, se decide instalar un limitador de velocidad centrífugo bidireccional con las siguientes características:

- Diámetro de cable: $d = 6 \text{ mm}$
- Diámetro de limitador de velocidad y de polea tensora: $D = 200 \text{ mm}$
- Configuración del cable: Seale 6x19+1 con alma textil
- Alma del cable: fibra natural Sisal
- Perfil de garganta de poleas: semicircular sin entalla
- Velocidad mínima de actuación: 0.8 m/s
- Velocidad máxima de actuación: 1.30 m/s
- Rearmado automático

6.3.3. PARACAÍDAS

Los paracaídas actúan cuando la cabina adquiere una velocidad superior a la nominal, a partir de un porcentaje prefijado según el Reglamento de Aparatos Elevadores que va en función de la velocidad nominal del montacargas.

El mecanismo del paracaídas se acciona mediante el cable del limitador de velocidad. Cuando la cabina rebasa la velocidad especificada en el mecanismo, se pone en marcha la timonería del

paracaídas por medio del limitador de velocidad (ver Fig. 6.3.3.1) que, una vez se bloquea la polea del limitador de velocidad, el cable se detiene y tira de la timonería del paracaídas.

Cuando el cable del limitador de velocidad (1) se detiene como consecuencia del propio funcionamiento de dicho limitador, tira accionando una timonería (2) que hace desplazar en dirección vertical a las dos varillas de actuación (3), y en consecuencia provoca el enclavamiento de las zapatas o rodillos de los paracaídas contra las guías de la cabina.

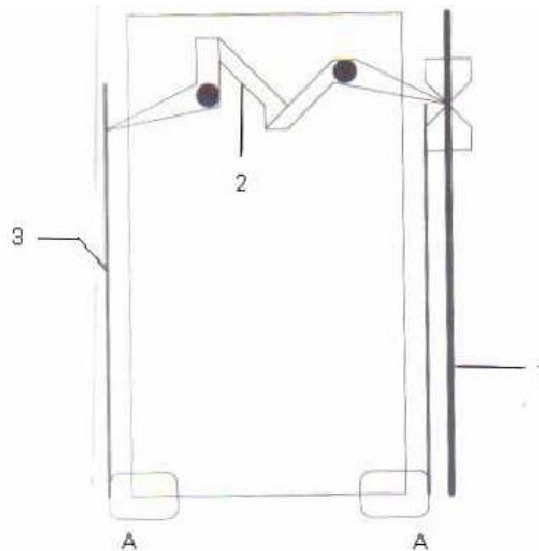


Fig. 6.3.3.1. Esquema de timonería del paracaídas

Existen dos tipos de paracaídas muy empleados en la actualidad:

- Paracaídas instantáneos con zapatas de cuña (Fig. 6.3.3.2) o de rodillos (Fig. 6.3.3.3)

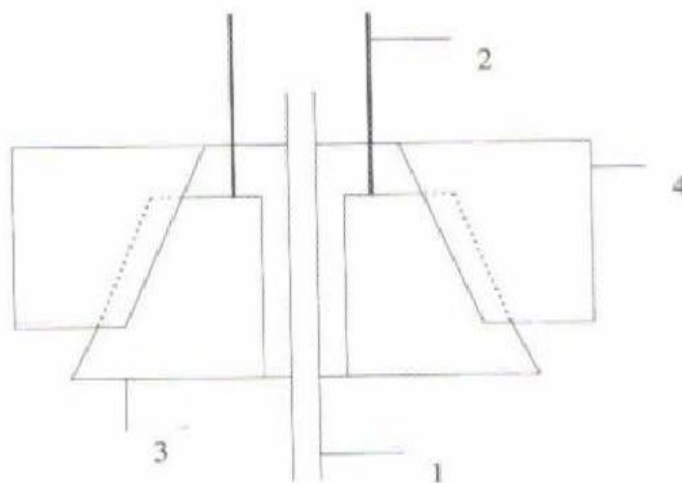


Fig. 6.3.3.2. Paracaídas de acción instantánea con zapatas de cuña

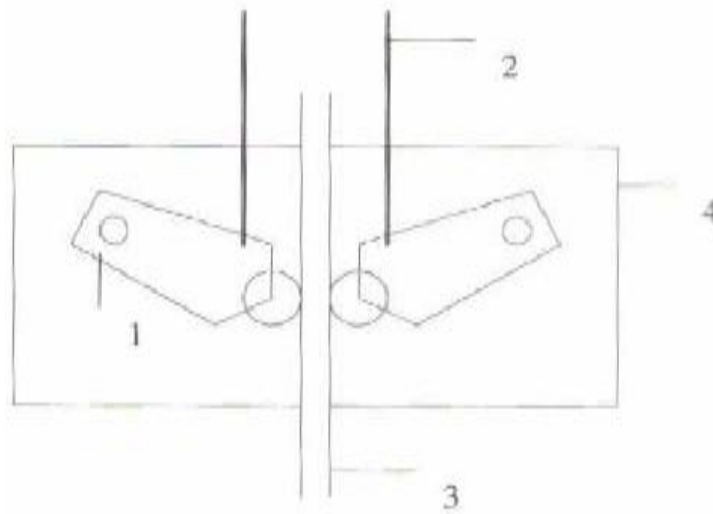


Fig. 6.3.3.3. Paracaídas de acción instantánea con zapatas de rodillos

- Paracaídas progresivos.

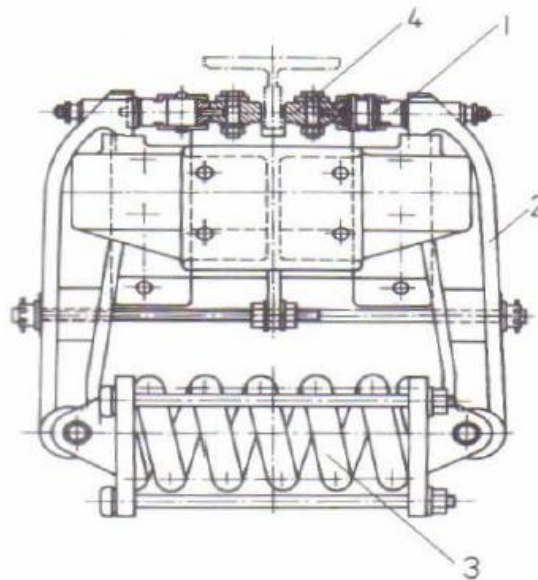


Fig. 6.3.3.4. Paracaídas progresivo

En cuanto a la selección del tipo de paracaídas con el que va a equiparse al montacargas, se tendrá en cuenta el tipo de esfuerzos que transmite cada uno (según las figuras 6.3.3.4 y 6.3.3.5) así como las anotaciones realizadas al respecto provenientes de la norma EN81-31.

Para los paracaídas instantáneos la fuerza de frenado en función de la distancia de frenada (Fig. 6.3.3.4) crece rápidamente de forma ilimitada por lo que el esfuerzo que han de realizar los paracaídas para absorber la energía cinética de las masas en movimiento en tan corto espacio es muy grande. Debido a este aspecto, este tipo de paracaídas se emplea para elevadores de bajas velocidades, tanto los de cuñas como los de rodillos.

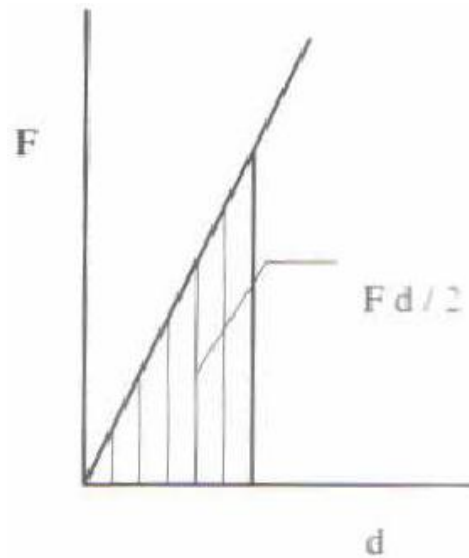


Fig. 6.3.3.5. Fuerza de frenada respecto la distancia de frenada en un paracaídas instantáneo

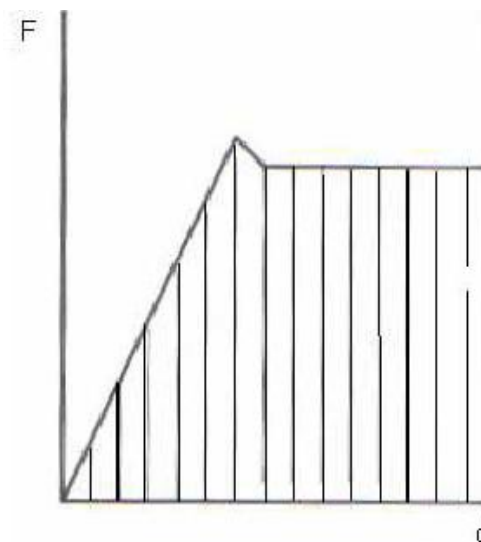


Fig. 6.3.3.6. Fuerza de frenada respecto la distancia de frenada en un paracaídas progresivo

En cuanto a los paracaídas progresivos, la fuerza de frenado en función de la distancia de frenado (Fig. 6.3.3.5) se mantiene constante cuando la fuerza de rozamiento de las cuñas sobre las guías de la cabina supera la fuerza de adherencia del cable del limitador de velocidad sobre su polea. El resorte se encarga de producir este aumento de la fuerza de frenado hasta el límite y mantenerlo desde ese punto constante.

En cuanto a costes se refiere, los paracaídas instantáneos son más baratos, ya que la construcción y el montaje de los mismos es sencillo; mientras que los paracaídas progresivos son más complejos de montar, por lo que su precio será considerablemente mayor.

Por los motivos citados anteriormente, en un principio se escogería desde el punto de vista del confort los paracaídas progresivos. En cuanto a presupuesto y facilidad de montaje los paracaídas instantáneos son también recomendables. Sin embargo, según la norma EN 81-31 se especifica lo siguiente en cuanto a la velocidad de cabina y la selección del paracaídas correspondiente:



- Los paracaídas serán de tipo progresivo si la velocidad de la cabina rebasa 1m/s.
- Tipo instantáneo si la velocidad no supera 0.63 m/s.
- Tipo instantáneo de efecto amortiguado si la velocidad nominal de la cabina no rebasa 1 m/s.

Por este motivo, y sabiendo que la velocidad nominal del montacargas es de 0.3 m/s se escoge un paracaídas instantáneo.

Respecto a la tipología de entre los paracaídas instantáneos, se decide que sea de rodillos, ya que éstos producen un efecto de frenado más suave que los de cuña.

Para concluir este apartado se muestra seguidamente una imagen del paracaídas escogido, de la timonería que lo acciona, así como de un esquema de su funcionamiento que facilita la comprensión del funcionamiento del sistema según el modelo escogido (ref. M220L).

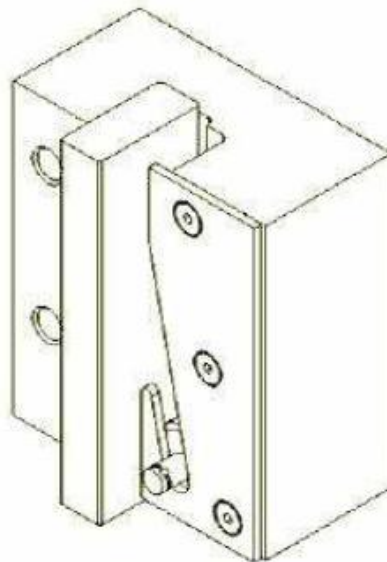


Fig. 6.3.3.7. Paracaídas y trozo de guía

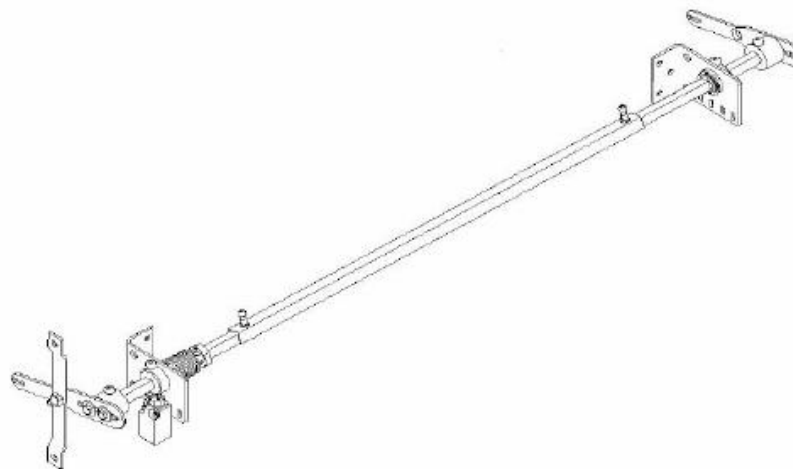


Fig. 6.3.3.8. Timonería que acciona el paracaídas

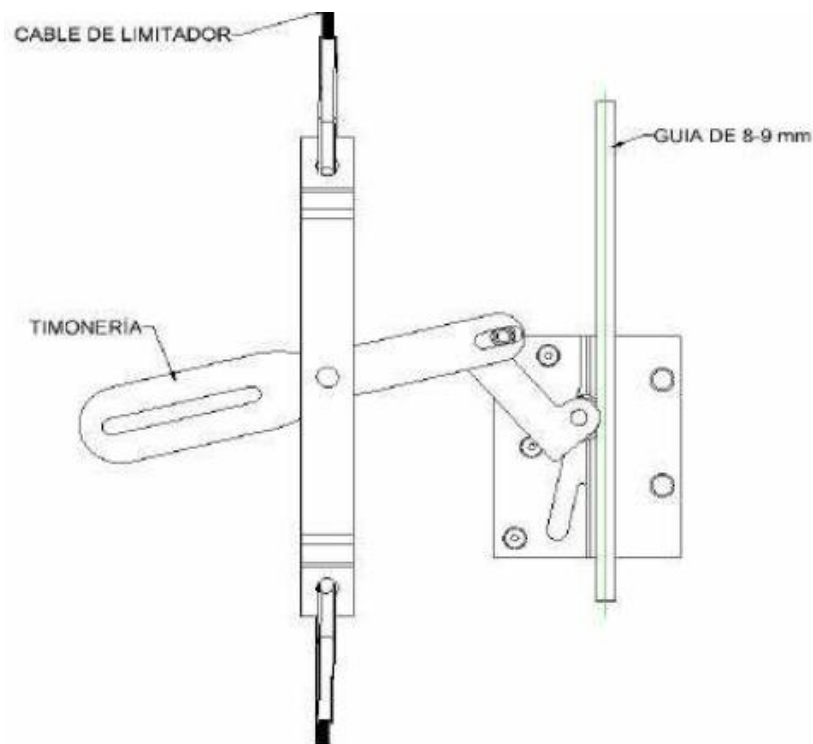


Fig. 6.3.3.9. Ejemplo de actuación del paracaídas

NOTA.- Para la referencia escogida, el proveedor asegura la posibilidad de accionamiento opcional de un sistema de enclavamiento cuando la velocidad de la cabina del montacargas sea igual a cero. De esta forma, se garantiza el uso exclusivo de los cables de suspensión en el sistema de tracción para las operaciones de subida y bajada de la cabina.

6.3.4. GUÍAS

Las guías conducen la cabina en su trayectoria exacta y le sirven de apoyo en caso de rotura de las cintas, por lo que deben tener una resistencia de acuerdo con el peso total de la cabina más carga y estar perfectamente alineadas.

Tipos de perfiles de las guías

El desplazamiento de la cabina se asegura por medio de guías rígidas, de modo que estas guías pueden ser de varios tipos (Fig. 6.3.4.1) como se puede observar a continuación: los hay de perfiles T, perfiles V y guías de sección circular.

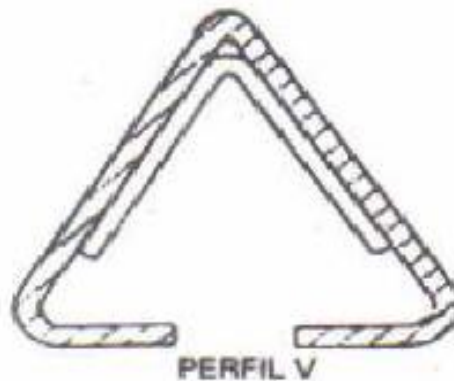
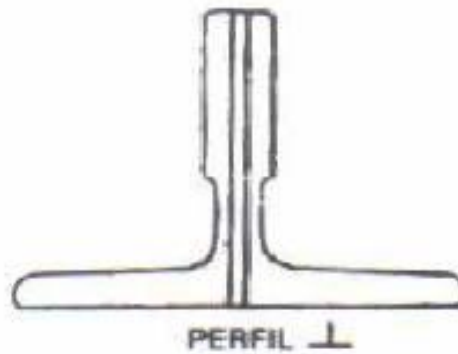


Fig. 6.3.4.1. Perfiles T y perfiles V

Debido a la tipología de las guías se decide a priori emplear perfiles T puesto que estos perfiles disponen de una buena resistencia a la flexión, aparte de mayor superficie de contacto (las dos caras de cada guía) para el agarre de las zapatas del paracaídas. Su inconveniente es el precio, ya que al estar perfectamente calibradas y enderezadas, los costes de fabricación son un tanto más altos.

Los perfiles seleccionados se diseñan en base a los cálculos que figuran en el Anejo 1.- *Cálculos* obteniendo:

- Guías de cabina: perfiles T-70-70-9/A calibrados

6.3.5. APOYOS SOBRE LAS GUÍAS

La cabina debe ir equipada en su parte superior e inferior de unos apoyos que tienen como misión servir de enlace entre el elemento móvil y la guía. Se distinguen dos tipos de apoyos:



a) Apoyos deslizantes

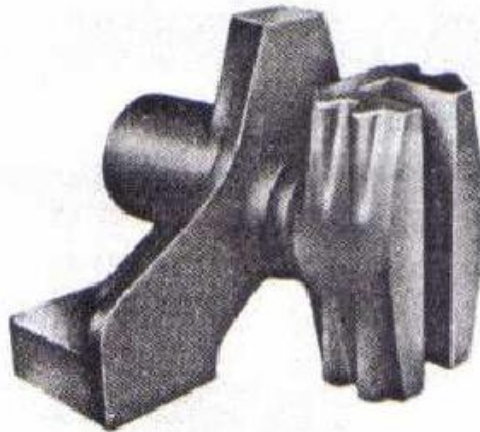


Fig. 6.3.5.1. Apoyos de guías deslizantes

b) Apoyos mediante rodillos

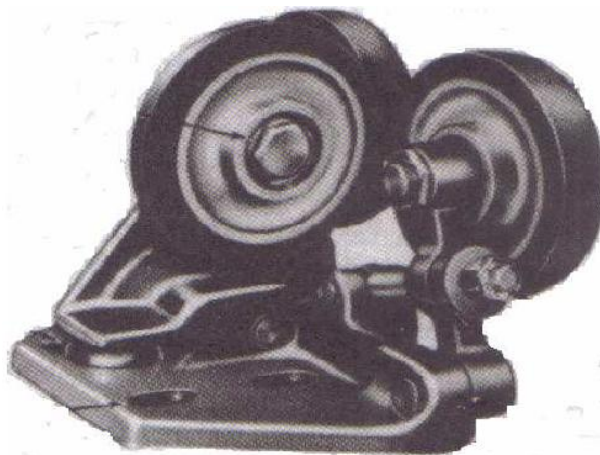


Fig. 6.3.5.2. Apoyos sobre rodillos

Se decide instalar a la cabina y al contrapeso apoyos de rodillos, dos en la parte superior de la cabina y otros dos en su parte inferior.

La decisión se debe especialmente a la reducción del empleo de lubricantes para este proyecto, ya que a nivel medioambiental es preferible reducir el uso de los mismos y hacer, por tanto, que el modelo de diseño escogido sea el más respetuoso posible con el medio ambiente.

Por otro lado, el nivel de vibraciones y de ruido también se ve reducido, ya que de este modo se potencia un mejor confort para los operarios del almacén.

6.3.6. CABINA

Se entiende por cabina el conjunto del bastidor más el habitáculo completamente cerrado que son puestos en movimiento vertical en el sistema.



Fig. 6.3.6.1. Conjunto cabina más bastidor

Para un montacargas accesible sólo para carga, el habitáculo o cabina propiamente dicha es prescindible o puede verse reducida. Esto se debe a que no es exigible por normativa el cerramiento de la plataforma al no ser permitido el transporte de personas.

Para el modelo de diseño planteado, el bastidor o cabina (Fig. 6.3.5.1) es el elemento estructural y resistente, y al que se fija el mecanismo del paracaídas, el sistema de guiado y el sistema de suspensión.

Según se puede contemplar en el Anejo 1.- *Cálculos*, el bastidor está justificadamente constituido por los siguientes elementos:

ELEMENTO		Unidades
1	Larguero_IPE80	5
2	Plancha_plataforma_S235JR	1
3	Barandilla corta / Tubo D40x2mm	4
4	Perfil rectangular corto/ 50x30x2.5 mm	4
5	Barandilla larga / Tubo D40x2mm	1
6	Perfil rectangular corto/ 50x30x2.5 mm	1
7	Cerramiento_largo	1
8	Cerramiento_corto	4
9	Riostra_HEB160	2
10	Correa_C100x50x2	4
11	Columna_UPN220	2
12	Vano_UPN80	1
13	Placa ensamblaje cáncamo y guidores	2

Tabla 6.3.6.1. Conjunto cabina más bastidor



Para los perfiles de acero estructurales escogidos que componen el bastidor se calculan con coeficiente de seguridad 2.5 según EN81-31 con el fin de garantizar la resistencia de los esfuerzos a los que están o pueden estar sometidos para la situación de carga más desfavorable (carga de capacidad máxima aplicada sobre el 75% de la superficie de la plataforma).

En el caso de los elementos del cerramiento, el criterio de diseño se basa en los enunciados de la misma norma, siendo aptos los elementos resistentes a una fuerza horizontal de 300 N aplicada sobre 5cm² de superficie (paralelepípedo o circular) deformándose elásticamente hasta un máximo de 15mm.

Todos los elementos se componen de acero estructural S235JR S235 según UNE 10025-94 de grado de soldabilidad JR a 20°C de 360 ~ 510 MPa de resistencia a tracción. Esta selección se realiza debido a su bajo coste y buena resistencia frente a los esfuerzos que actúan sobre el bastidor sin exceder las dimensiones del hueco impuesto por condición de diseño.

Las dimensiones de la cabina vendrán dadas en función de la carga útil a transportar y la superficie útil máxima del suelo de la cabina, según EN 81-31. De este modo pues, las dimensiones de la cabina son las siguientes:

- Anchura: 1800 mm
- Profundidad: 1620 mm
- Altura: 1963 mm
- Superficie útil máxima: 2.916 m²

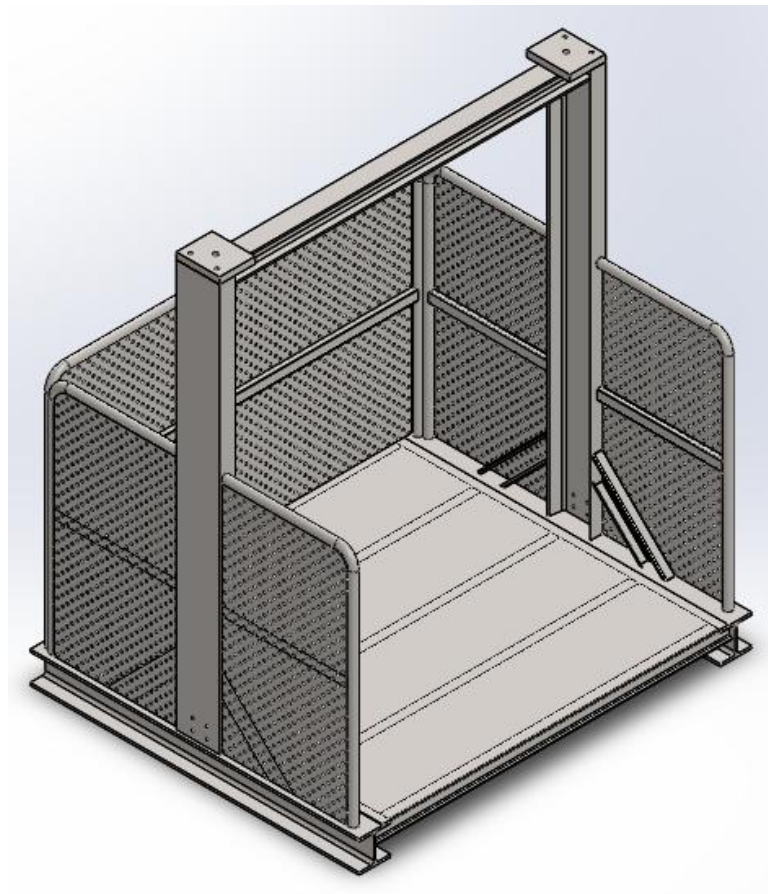


Fig. 6.3.6.2. Conjunto cabina

6.3.6.1. Suelo de cabina

El suelo de cabina puede estar disponible en varios acabados, como son diferentes tipos de metal, en goma de alta duración y antideslizante.

Para el modelo de diseño escogido, se ha optado por colocar suelo de acero S235 JR, que es el mismo material del que se constituye el bastidor de la cabina. Sin embargo pieza de chapa que constituye la superficie se provee con un dibujo estriado en su parte superior para evitar resbalones de la maquinaria de carga de mercancía en el montacargas, y facilitar el tránsito de la carga en las entradas y salidas del habitáculo del montacargas.

6.3.7. PARTES ELÉCTRICAS

El circuito eléctrico de un montacargas viene representado en el siguiente esquema (Fig. 4.7.1 / ver plano SMCP220V50H) donde se diferencian dos grandes partes que son las siguientes: circuito de tracción y cuadro de maniobra.

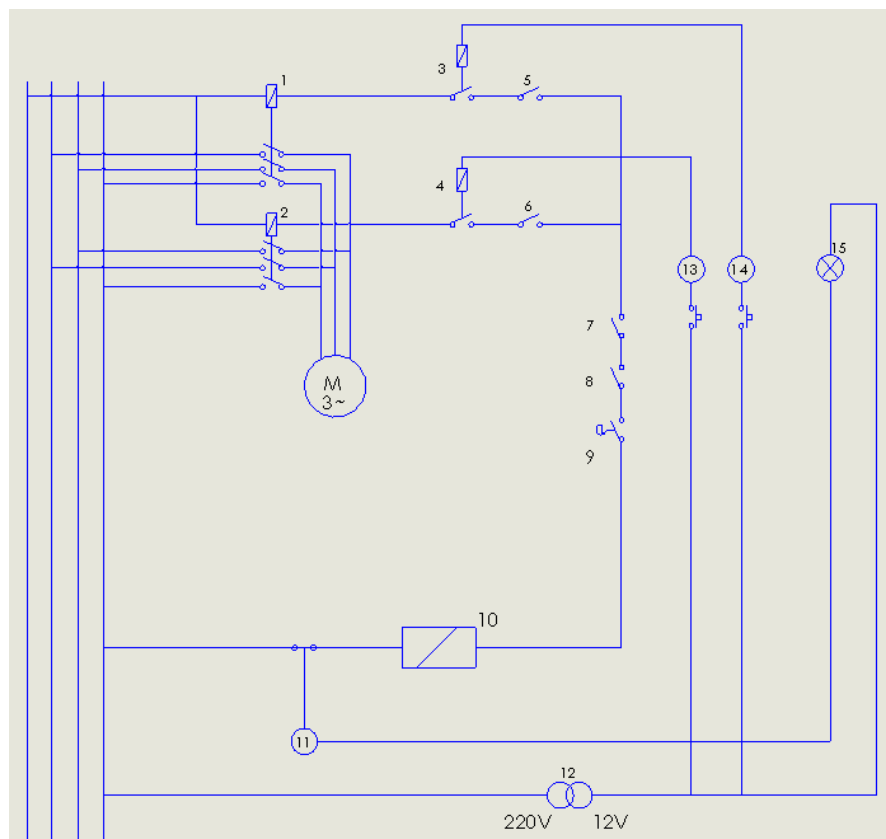


Fig. 6.3.7.1. Esquema eléctrico



ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	G000008	CONTACTOR BAJADA
2	G000008	CONTACTOR SUBIDA
3	G000003	CONTACTO BAJADA
4	G000003	CONTACTO SUBIDA
5	G000001	FINAL DE CARRERA INFERIOR
6	G000001	FINAL DE CARRERA SUPERIOR
7	G000009	DETECTOR DE PUERTA SUPERIOR
8	G000009	DETECTOR DE PUERTA INFERIOR
9	G000007	PARO DE EMERGENCIA
10	G000005	FRENO ELÉCTRICO/ENCLAVADOR
11	G000002	DETECTOR DE CARGA MÁXIMA
12	G000010	TRAFO (220/12v)
13	G000004	PULSADOR DE SUBIDA
14	G000004	PULSADOR DE BAJADA
15	G000006	LUZ DE AVISO DE SOBRECARGA

Fig. 6.3.7.2. Lista de componentes que aparecen en el esquema eléctrico

6.3.7.1. Circuito de tracción

Como su nombre indica, este circuito se encarga de gestionar las maniobras del montacargas por medio de una serie de componentes eléctricos presentes en el cuadro de maniobra. Dichos componentes son:

i) Contactores: interruptores que se maniobran a distancia poniendo en tensión su bobina de mando. Se emplean en la maniobra del montacargas para cerrar el circuito del motor del grupo tractor y sirven para invertir el sentido de giro del motor.

Siendo el motor trifásico, basta con alternar dos fases para variar su sentido de giro. Además de los contactos principales que alimentan al motor, dispone también de otros auxiliares como los que cierran el circuito que desbloquea el freno.



Fig. 6.3.7.3. Contactor

ii) Contactos: Sirven para maniobrar el motor a distancia (gracias a un relé) mediante el accionamiento manual de los pulsadores a los que van conectados para la manipulación del sistema de tracción (subida/bajada).



Fig. 6.3.7.4. Contacto

6.3.7.2. Cuadro de maniobra

El cuadro de maniobra está formado por un armario metálico (Fig. 4.7.2.1), que está apoyado sobre el suelo y está ubicado a la altura del último piso, en un espacio habilitado para ello, pese a poder estar en cualquier posición.



Fig. 6.3.7.2.1. Lista de componentes que aparecen en el esquema eléctrico

i) Transformador: por medio de éste se reducen las tensiones de alimentación del montacargas, de entre 220~12 V, para no someter con tensión directa de la red a los circuitos de maniobra y hacer que el aislamiento de los cables sea menor para ser más manejables.



Fig. 6.3.7.2.2. Transformador 220~12V

ii) Interruptores y conmutadores: van intercalados en el circuito de alimentación de la maniobra y su misión es cortar el circuito cuando se produce un fallo en el funcionamiento del montacargas. Éstos interruptores pueden ser mecánicos, magnéticos de pantalla y magnéticos de imán.

a) Dispositivos de final de recorrido

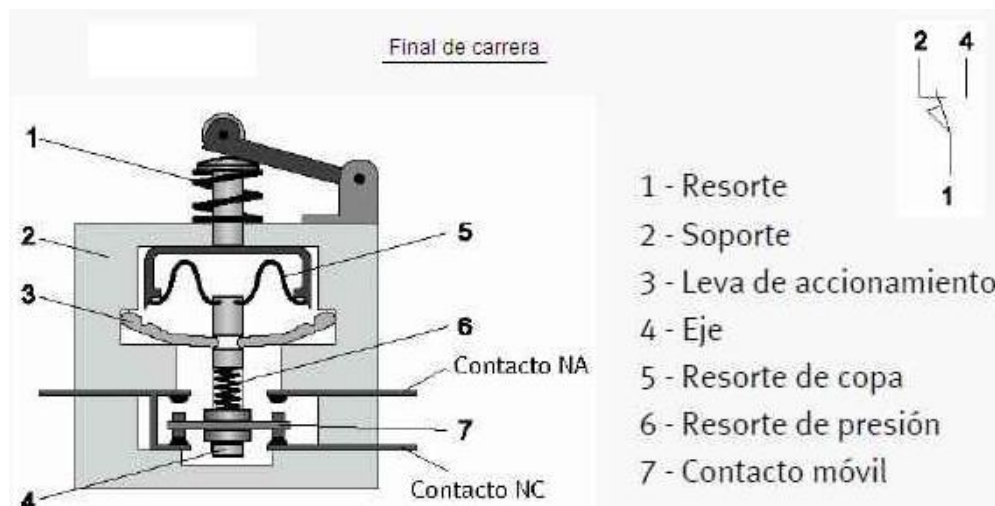


Fig. 6.3.7.2.3. Dispositivo sensor de final de carrera

b) Paro de emergencia:

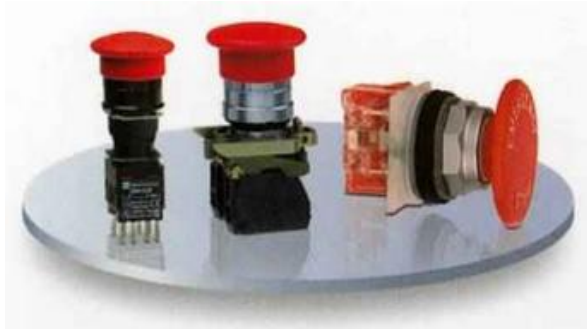


Fig. 6.3.7.2.4. Pulsador de paro de emergencia

c) Detectores de puerta abierta/cerrada (ver apartado 5.2.4)

d) Enclavador (ver apartado 5.2.2)

e) Detector de carga máxima (ver apartado 5.2.6).

iii) Relés: se utilizan para abrir o cerrar circuitos a distancia. Están fabricados de cobre sinterizado con una aleación de plata para evitar su oxidación tras el paso de la corriente continua.



Fig. 6.3.7.2.5. Lista de componentes que aparecen en el esquema eléctrico

iv) Pulsadores: tiene como misión transmitir órdenes con eficacia para que pulsación tras pulsación se siga transmitiendo al sistema operativo las indicaciones del usuario. Se escoge una botonera sencilla de dos botones para cada planta, que irá conectada a los contactos de subida y bajada.



Fig. 6.3.7.2.6. Pulsadores

v) **Luz de aviso:** dispositivo encargado de alertar al usuario ante la detección de fallo en el funcionamiento.



Fig. 6.3.7.2.7. LED 1 Watt

6.3.8. GRUPO TRACTOR

El grupo tractor es el encargado del desplazamiento vertical de la plataforma elevadora en el montacargas.

Como ya se determinó justificadamente en el apartado 1.3, se opta como modelo de diseño por tipo de tracción eléctrica frente a la posibilidad de implantación de una instalación hidráulica.

A continuación se exponen las características propias de los elementos constituyentes de los grupos tractores de tipo eléctrico para los diferentes tipos dentro de esta categoría:



6.3.8.1.- Motor de tracción

Para grupos de tracción eléctricos, el motor de tracción es el componente que suministra la potencia necesaria para llevar a cabo los movimientos de subida y bajada, con o sin la carga nominal de diseño, y además ayuda a vencer la fuerza de rozamiento que hay entre las guías y la cabina. En el mercado se encuentran los siguientes tipos de motor más utilizados:

- a) De corriente alterna
 - i. De una velocidad:
 - Con el eje de la polea de adherencia en voladizo.
 - Con el rotor de motor montado en el mismo eje del sinfín y el motor acoplado al cárter del reductor por medio de bridas
 - Con motor de eje vertical
 - Con un motor especial, montado en posición horizontal o vertical, y cuyo estator está en el centro del motor y el rotor lo rodea exteriormente.
 - ii. De dos velocidades
 - iii. Con convertidor de frecuencia
- b) De corriente continua con convertidor de alterna-continua
- c) Sistemas de doble motor
- d) Sistemas de tipo Ward Leonard
- e) Grupos tractores con motores de corriente continua y tracción directa

6.3.8.2.- Reductor

En primer lugar hay que indicar que existen elevadores eléctricos, aunque en muy baja proporción, que no introducen ningún tipo de reductor sobre el grupo tractor, son los denominados “gearless”. La mayoría sí que implementan en la cadena cinemática un reductor entre el freno y la polea tractora. En la actualidad, prácticamente todos los reductores son del tipo sinfín-corona.

El reductor está formado por un sinfín de acero engranado con una corona de bronce, montados en una carcasa o cárter de fundición que muchas veces forma un conjunto con las guías sobre las que se asienta el motor.

La norma EN81-1 recomienda proteger las poleas y piñones (si se utilizan cadenas) de tracción para prevenir la caída de cuerpos extraños entre los cables y las gargantas de las poleas o entre cadenas y los dientes de los piñones cuando la máquina está en la parte inferior del recinto.

En la actualidad, la gran mayoría de elevadores incorpora el tipo de transmisión de corona y tornillo sinfín.



Fig. 6.8.3.2.1.- Transmisión sinfín corona

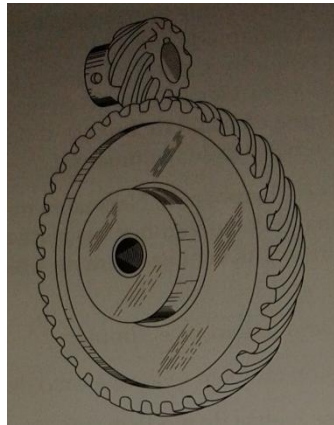


Fig. 6.8.3.2.2.- Mecanismo de tornillo sinfín

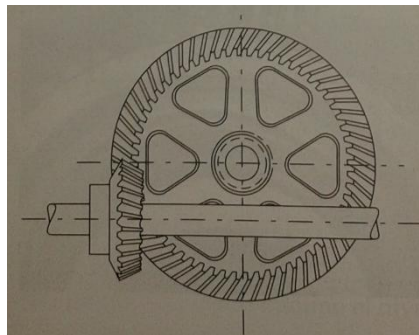


Fig. 6.8.3.2.3.- Piñón y corona en un engranaje helicoidal

6.3.8.3.- Grupo tractor seleccionado

Una vez presentada la relación de los elementos que forman la maquinaria del grupo tractor dentro de las posibilidades más comúnmente encontradas en el mercado, se procede a realizar la exposición de la selección realizada para el modelo de diseño planteado en este proyecto.

Por una parte, se sabe que a pesar de que los motores de corriente continua disponen de una gran flexibilidad en cuanto a la amplia variación de velocidades, existen ciertos inconvenientes tales como:



- Para una misma potencia los motores de corriente continua son mayores y más caros que los de inducción.

- Se debe vigilar el arranque de los motores de corriente continua, ya que la intensidad de arranque sólo viene limitada por la resistencia de los devanados, y hay riesgo de sobrecalentamiento por efecto Joule.

- Debido a la presencia del colector existe una mayor necesidad de mantenimiento que los motores de inducción, que son más robustos y con mayor simplicidad en sus elementos.

Por otro lado, los motores de inducción a pesar de ser más simples, más baratos y de mantenimiento más simple, y ser por tanto el preferido por la mayoría de los fabricantes, presenta una serie de inconvenientes como la complejidad para regular la velocidad y presentar un consumo eléctrico mayor que los motores síncronos.

Además hay que destacar, dentro del grupo de los motores trifásico, que el hecho de emplear un motor síncrono de imanes permanentes implica aparte de una disminución de la intensidad de arranque, no necesita ningún mecanismo de reductor de engranajes como el caso de los motores asíncronos y el ahorro de energía eléctrica es mayor puesto que es capaz de trabajar con factores de potencia unitarios o prácticamente unitarios.

Si además se añade que, por el rango de velocidades y capacidad carga en los que va a funcionar el montacargas; 0,3 m/s y 3000 Kg. máximos para 4 m de recorrido y, tratándose de una maquinaria diseñada para el transporte exclusivo de carga, la regulación de la velocidad es un factor que no va a primar en la decisión.

Es por consecuencia de la relación de ventajas, inconvenientes y contexto de la instalación (ver apartado 2.1), se opta por un motor de corriente alterna trifásica conectado a un reductor de ejes paralelos, cuyas propiedades requeridas para el correcto funcionamiento del conjunto son calculadas en apartado 5 dentro del Anejo 1.- *Cálculos* y posteriormente seleccionado en base al catálogo comercial expuesto en el apartado A.10 del documento Anexos.

Las características de este conjunto son expuestas a continuación:

1.- REDUCTOR

Tamaño de reductor	Cód. de reduc. Referencia	Índ. de reduc.	Velocidad de salida		Par nom.	Par de entrada admisible T_1 [Nm]													
						Brevemente se admite este valor x 2,5 (p. ej., par de arranque del motor)													
Par máximo del reductor	15. ^a y 16. ^a posición	i_{tot}	n_2 (50 Hz)	n_2 (60 Hz)	$T_{2N}(f_S=1)$	Tamaño para motor													
Nm			min^{-1}	min^{-1}	Nm	3	3	5	10	20	26	61	98	198	198	291	356	580	1290
M1		234,93	6,2	7,4	20 000														

F.5.2.4.- Datos extraídos de catálogo sobre moto-reductor escogido

Especificaciones	Descripción
Carcasa	Con patas
Eje	Hueco (chavetero)
Medida	H120x500
Rodamientos	11898kNmm
F_{Radm}	102690 N



2.- MOTOR

Símbolo	Descripción	Valor	Unidad
n	Velocidad diseño	1500	rpm
p	Número de polos	4	polos
n _N	Velocidad nominal	1460	rpm
T _N	Par nominal	98.10	Nm
J _m	Momento de inercia	0.055	Kgm ²
m _{mot}	Masa	98	Kg
I _N	Intensidad nominal	28.50	A
Fdp	Factor de potencia	0.84	
Rend(4/4)	Rendimiento plena carga	90.0	%
Rend (3/4)	Rendimiento 75% carga	90.2	%
Eficiencia	CEMEP	2	
I _A /I _N	Intensidad de arranque	6.5	
T _A /T _N	Par de arranque	2.6	
T _K /T _N	Par máximo	3.0	
	Presión acústica:	66	dB(A)
	Pot sonora	78	dB(A)

6.3.9. SISTEMA DE ELEVACIÓN

El sistema de elevación es el sistema que compone todo lo referente al cableado que por la fricción de dichos cables con las poleas de tracción y el resto de poleas, si las hay, genera la fuerza necesaria de tracción para llevarse a cabo las maniobras de subida y bajada.

6.3.9.1. Suspensión / tracción / acción positiva

La suspensión es la disposición del conjunto comprendido por los cables de tracción y las poleas tanto de tracción como de reenvío. Por esto, existen diferentes tipos de suspensión, en el que la disposición de los cuales depende de las condiciones locales, particularmente de la localización de la máquina, la carga nominal y la velocidad nominal.

La descripción del habitáculo en el apartado 2.1 de este documento, limita espacial y estructuralmente la configuración de la instalación, de modo que resulta ventajoso realizar un diseño compacto. Por esta razón, se opta por un modelo de montacargas carente de sala de máquinas así como de contrapeso, consiguiendo una mayor compacidad, lo que se traduce en una mayor flexibilidad en las obras de instalación y montaje del montacargas. Por el contrario, como inconveniente a esta decisión, se destaca el precio superior del conjunto moto-reductor frente a la presencia de un contrapeso que reduzca el consumo de potencia requerida por el motor para el accionamiento de la máquina.



En el presente caso, el grupo tractor se sitúa en la parte superior del hueco debido a que de esta manera se facilitan los esquemas de suspensión y el coste de instalación es más barato a diferencia de situar la máquina en la parte inferior del hueco.

Para conectar el grupo tractor con el resto de la instalación, se utilizarán dos ejes, uno de tracción y otro de desvío, tal y como se expone en el apartado 4 en el Anejo 1.- *Cálculos* y en los planos de la instalación. Estos ejes contienen tambores y poleas respectivamente, por los que se fijan y guían los cables conectados a la cabina.

Al conectar el moto-reductor con el eje de tracción, el movimiento imprimido por el motor se transfiere radialmente al eje de tracción, provocando el accionamiento del sistema mediante el arrollamiento de cable de forma organizada en el tambor alojado en este eje. La inversión de giro en el motor provocará un desplazamiento de la cabina en ambos sentidos (subida y bajada) bajo instrucciones del usuario.

6.3.9.2. Tipos de cables empleados en elevación

En elevación existen diversos tipos de cables de diversa estructura, configuración y tipo.

Un cable metálico es un elemento constituido por alambres agrupados formando cordones, que a su vez se enrollan sobre un alma formando un conjunto apto para resistir esfuerzos de extensión.

Los elementos que constituyen un cable son (Fig. 4.9.2.1):

- Alambres: generalmente de acero trefilado al horno, con carga de rotura a tracción entre 1200 y 2000 MPa.
- Almas: son los núcleos en torno a los cuales se enrollan los alambres y los cordones. Suelen ser metálicas, textiles (cáñamo, algodón, etc...) o incluso amianto.
- Cordones: son las estructuras más simples que se pueden constituir con alambres y almas. Se forman trenzando los alambres, bien sobre un alma o incluso sin alma.
- Cabos: son agrupaciones de varios cordones en torno a un alma secundaria utilizados para formar otras estructuras.

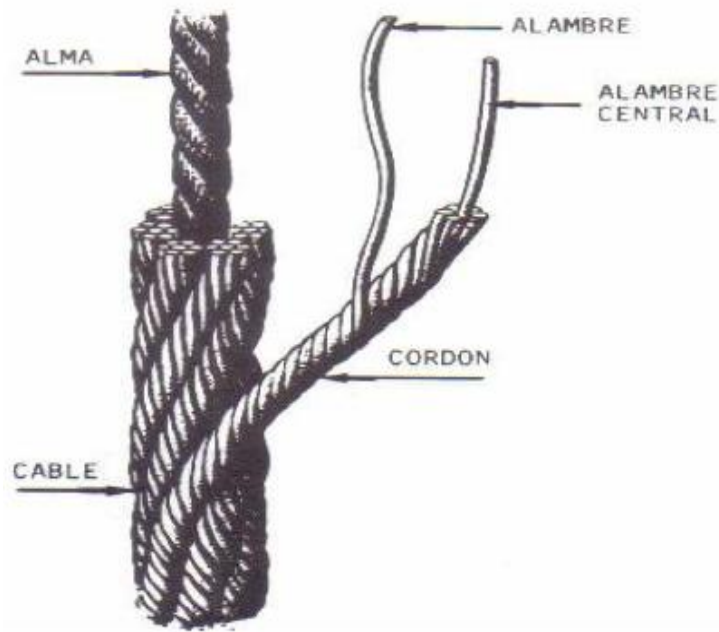


Fig. 6.3.9.2.1. Elementos constituyentes de un cable

Puesto que existen diversas configuraciones de cables a continuación se presentan las diferentes posibilidades en cuanto a la estructura transversal de los cordones, la estructura transversal de los cables y los sistemas de trenzado de los mismos.

Estructura transversal de los cordones

El torcido de los cordones sobre el alma se puede realizar a derecha o a izquierdas. De este modo, los cordones se pueden clasificar en los siguientes tipos, de modo que donde se entrará con mayor detalle, como se verá, es en el segundo tipo:

- de alambres de igual diámetro
- de alambres de diferente diámetro
- de alambres de forma especial
- de forma no circular

Cordones de alambres de igual diámetro

Los alambres son de forma circular, y cada capa por regla general tiene 6 alambres más que la precedente. En la Fig. D.7.2.1 se ven ejemplos de este tipo de cordones:

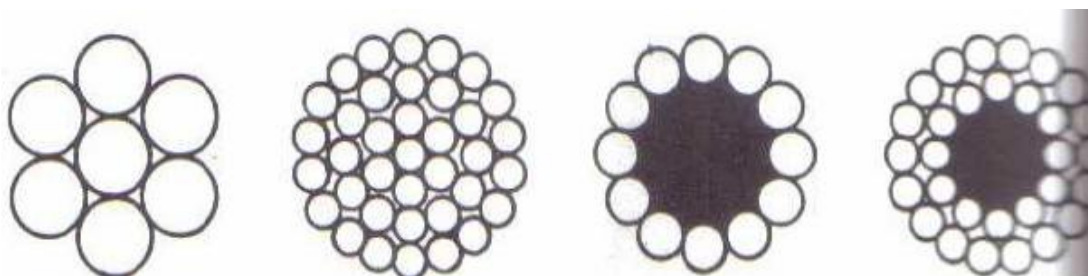


Fig. 6.3.9.2.2. Diferentes tipos de cables de igual diámetro



Cordones de alambres de diferente diámetro

Existen tres tipos bien definidos, y de hecho son los que se suelen emplear más para la configuración de los cordones de los cables de los elevadores eléctricos:

· Seale:

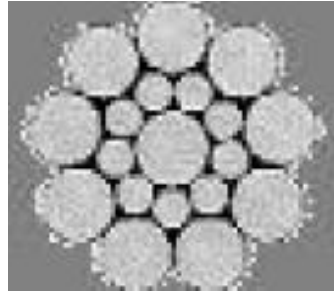


Fig. 6.3.9.2.3. Cable tipo Seale

· Warrington

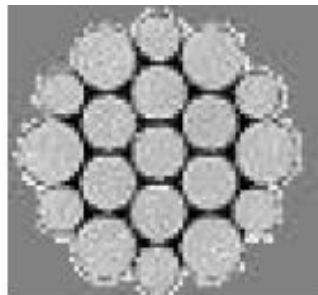


Fig. 6.3.9.2.4. Cable tipo Warrington

· Filler -wire

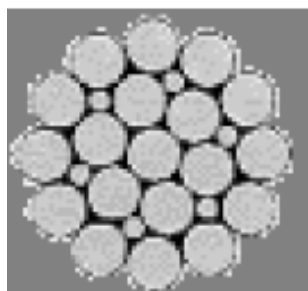


Fig. 6.3.9.2.5. Cable tipo Filler-wire

Estructura transversal de los cables

Debido a su complejidad se pueden dividir en los formados por un solo cordón (monocordes), varios cordones (cables de cordones) y varios cables (cables de cabos).

Cables monocordes

Cables de cordones



Sistemas de trenzado de cables y cordones

En función del sentido de torsión de los alambres en los cordones y el de los cordones en los cables se tiene:

- Torsión cruzada o normal



Fig. 6.3.2.9.6. Trenzado con torsión cruzada

- Torsión Lang o de sentido único



Fig. 6.3.2.9.7. Trenzado con torsión Lang



Respecto a las diferencias entre ambos sistemas de trenzado, se tienen las siguientes (Tabla 6.3.2.9.1):

Torcido cruzado	Torcido Lang
Menor tendencia a desenrollarse	Mayor flexibilidad y superficie de apoyo
Mayor resistencia estructural	Menor desgaste

Tabla 6.3.2.9.1. Diferencias entre torcido cruzado y torcido Lang

Existen también los cables llamados cables preformados que reciben, antes de cablearlos, la forma helicoidal que adoptarán más tarde, de forma que con ello se evitan las tensiones internas obteniendo así una mayor vida del cable.

Secciones más comunes

a) Seale de 8 cordones y alma textil

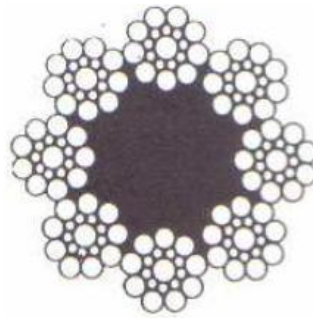


Fig. 6.3.9.2.9. Esquema cable tipo Seale 8 x 19 (9+9+1) +1

b) Seale de 6 cordones y alma textil

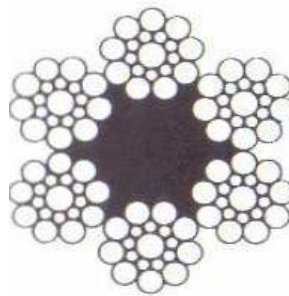


Fig. 6.3.2.9.10. Esquema de cable tipo Seale 6 x 19 (9+9+1) +1

c) Seale de 8 cordones y alma mixta (metal+fibra)

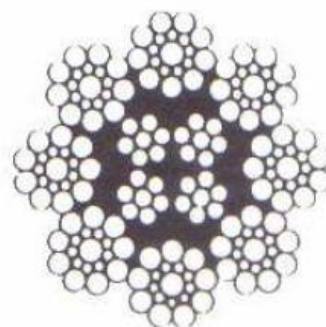


Fig. 6.3.2.9.11. Esquema de cable tipo Seale 8 x 19 (9+9+1) +1 mixta



Materiales del alma

En cuanto al material del alma, la mayoría de los cables presentan un alma textil. Sólo en ascensores de elevadas prestaciones, elevadas alturas e hidráulicos se dispone de alma mixta. Los materiales textiles más típicos son:

- Fibra natural Sisal
- Fibra natural Hemp
- Fibra natural Yute
- Fibra sintética de polipropileno
- Fibra sintética de poliamida
- Fibra sintética de aramida

6.3.9.3. Cableado empleado

Tal y como se justifica en el apartado 4.2 del Anejo 1.- *Cálculos*, el cable elegido para el circuito de tracción será Seale 8x19(9+9+1)+1 textil.

El sistema tradicional de emplear cables de acero trefilados y enrollados hace que el desgaste sea mayor y de esa manera el ciclo de vida es menor, por lo que se requerirá de un mantenimiento preventivo con el fin de controlar el engrase constante y sustituir este elemento periódicamente.

6.3.10. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

El montacargas diseñado reúne las siguientes características, en lo que respecta a sus prestaciones principales y en cuanto a sus dimensiones. De esta manera, en la siguiente tabla (Tabla 4.11.1) figura tal información:

Propiedad	Magnitud
Carga nominal	3000 Kg
Recorrido	4 m
Velocidad	0.3 m/s
Número máximo de paradas	1
Número de accesos	1
Tracción	Eléctrica (moto-reductor)
Dimensiones de la cabina	1802 mm x 1724 mm (ancho x profundo)
Altura de la cabina	1963 mm
Máximo número de arranques por hora	2
Vida útil	20 años

Tabla.6.3.10.1.- Prestaciones y dimensiones principales del montacargas

7.- SEGURIDAD DE OPERACIÓN EN LA MÁQUINA

La seguridad es sin duda el aspecto más crítico en el diseño y concepto de un montacargas, por lo que en el presente apartado se hará especial hincapié en las medidas de seguridad a tomar para el uso correcto de la



máquina para todos los usuarios, así como una breve descripción de los elementos de seguridad y aspectos ergonómicos que tienen como finalidad buscar la mejor interacción entre usuario y máquina en las mejores condiciones posibles.

7.1. NORMAS BÁSICAS PARA LOS USUARIOS

Los usuarios del montacargas deben cumplir una serie de normas básicas para mantener así su integridad física y hacer un uso correcto de éste. Se destacan los siguientes puntos, que hacen referencia a los usuarios a los controles de mando, puesto que se trata de una maquinaria accesible exclusivamente para carga:

- No utilizar el montacargas en caso de incendio, terremoto o desborde de agua que invada el hueco de la instalación.
- No sobrepasar la capacidad máxima de carga estipulada.
- Posicionar correctamente la carga dentro de la cabina (estiba/ pallets) de modo que no pueda provocarse un movimiento brusco dentro de la cabina durante la operación.
- No accionar el botón o llave de parada, salvo en casos de emergencia.
- No registrar llamadas innecesarias en la botonera del cuadro de mando, ahorrará energía eléctrica y evitará desgastes prematuros.
- No abrir las puertas hasta que esté totalmente detenido el montacargas.
- No detenerse jamás en el umbral de la cabina, aunque estén abiertas ambas puertas de piso.
- No arrojar residuos ni colillas de cigarrillos al hueco de la cabina.
- No forzar la detención de la cabina tratando de abrir las puertas de piso.
- No oprimir reiteradamente el botón de piso cuando la llamada ha sido registrada (luz encendida en botonera). En caso de doble botón (subir-bajar), oprimir solamente el que corresponde.

Respecto a los usuarios instaladores del montacargas no se ha insistido en ningún detalle en cuanto a las medidas de seguridad a tomar, puesto que dichos usuarios no son usuarios habituales del mismo y su intervención queda sujeta a normativa específica para instalaciones y mantenimiento de maquinaria tal y como se recoge a continuación:



**PROYECTO FINAL DE CARRERA:
MONTACARGAS ELÉCTRICO DE 3000 KG. DE CARGA MÁXIMA**

Realizado por: A.L.S.

Fecha : 12/01/2014

Rev. (0)

Página 42 de
52

RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caídas de personas al mismo nivel	Acceder a la obra por los lugares establecidos por la Empresa Principal y respetar la señalización de seguridad.
	Mantener limpias las zonas de acceso, circulación y de trabajo y libre de humedad el pavimento del foso de la cabina del montacargas.
	Utilizar calzado de seguridad antideslizante y mantener iluminadas las zonas de trabajo.
Caídas de objetos por desplome	Comprobar el anclaje de los equipos y el estado de los accesorios de elevación antes de su utilización.
	Utilizar los medios y accesorios normalizados para el transporte e izado de guías, materiales y equipos de acuerdo a sus características técnicas.
Atrapamientos por o entre objetos	Utilizar guantes de protección en la manipulación, elevación, y tendido de guías y fijaciones así como en la elevación de materiales en el hueco del montacargas y colocación de puertas del hueco.
	Respetar la mínima distancia de seguridad del espacio comprendido entre la base del foso y de la parte inferior de la cabina, así como el del techo del hueco y la parte superior del montacargas, para evitar posibles atrapamientos.
Golpes y cortes con objetos o herramientas	Utilizar la herramienta adecuada a la naturaleza del trabajo a realizar.
	Utilizar guantes de protección en los trabajos de armado y colocación de empalmes y guías de cabina y bastidor de contrapeso, piso de cabina y, en general, en toda manipulación de materiales.
Choques, cortes y golpes contra objetos móviles	Permanecer alejado de la zona del recorrido de la plataforma del montacargas y evitar la permanencia en la vertical de su recorrido en todos los niveles de plantas.
	Utilizar guantes de protección en las operaciones con riesgo mecánico.
Choques, cortes y golpes contra objetos inmóviles	Retirar del área de trabajo todos aquellos materiales y herramientas que, por su naturaleza punzante y cortante, puedan ocasionarte lesiones.
	Respetar la mínima distancia de seguridad a los límites o gálibo del montacargas, cuando éste sea accionado por medio de la botonera.
Caídas de objetos en manipulación	Utilizar guantes de protección mecánica y botas de seguridad con puntera y suela reforzada en la manipulación y colocación de los diferentes elementos que componen el montacargas.
	No manipular piezas que sobrepasen la capacidad física y utilizar medios mecánicos
Otros aspectos a considerar	El personal encargado de realizar el montaje y desmontaje será especialista en la instalación de ascensores y montacargas y deberá disponer de Procedimiento de Montaje y Evaluación de Riesgos.
	Es obligatoria la presencia de Recurso Preventivo durante el montaje e instalación de estos aparatos elevadores.
Proyección de fragmentos o partículas	Utilizar gafas de protección ocular contra impactos mecánicos o pantalla facial en el manejo del martillo, taladro y soldadura.
Sobreesfuerzos	Situar la plataforma de trabajo del montacargas a la altura adecuada para el ensamblaje del sistema de suspensión.
	Utilizar medios mecánicos en el transporte de puertas a la cota 0 y distribuirlas en las distintas plantas con la ayuda de otra persona.

Tabla 5.1.1. Riesgos y medidas preventivas para los usuarios instaladores

7.2. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Con tal de garantizar la seguridad de los usuarios del control de mando del montacargas y la propia carga y conociendo ya las medidas de seguridad adoptadas, se enumeran a continuación los dispositivos de Seguridad del montacargas, cuya descripción detallada se ha realizado en el apartado 6:

Circuito limitador de velocidad

Paracaídas

Amortiguadores

Además de los enumerados anteriormente, el montacargas también está dotado de los siguientes dispositivos:

Dispositivo de enclavamiento de puertas: Este dispositivo de seguridad consiste en una cerradura semiautomática (Fig. 5.2.4.1) que tiene como finalidad evitar la apertura de las puertas de piso cuando el montacargas está en funcionamiento a menos que la cabina esté detenida en la posición exacta determinada por los detectores de posición.

De este modo, se asegura el control y la seguridad del personal que circula por el inmueble así como la carga.

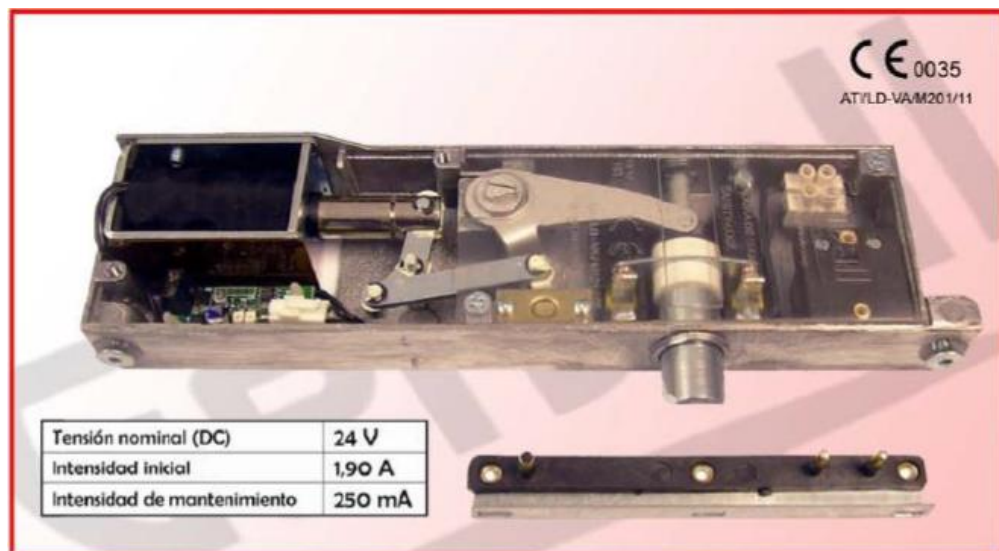


Fig. 5.2.4.1. Cerradura semi-automática

Dispositivos de final de recorrido: Los dispositivos finales de carrera son interruptores determinan la posición de un elemento determinado. Su funcionamiento consiste en que cuando la pieza a controlar, en este caso la cabina del montacargas, llega hasta el lugar donde se ubica el final de carrera, el dispositivo se acciona enviando una orden al sistema de mando para desencadenar las acciones precisas.

Los finales de carrera se sitúan sobre las guías del montacargas, y se colocan dos, uno en la parte superior del recorrido y otro en la parte inferior. Este interruptor suele instalarse por medio de un enlace mecánico o indirecto en las guías y/o en la cabina del montacargas, y hay de varios tipos:

- Interruptores magnéticos de pantalla.
- Interruptores magnéticos de imán.

c) Interruptores mecánicos.

Pesacargas: (Fig. 5.2.6.1) Es un dispositivo electrónico (galga extensiométrica) que tiene como misión impedir el ascenso de la cabina cuando se sobrepasa el nivel de carga nominal establecido.

Gracias a este dispositivo se puede incrementar la capacidad de tráfico vertical evitando paradas innecesarias cuando se encuentra a plena ocupación.

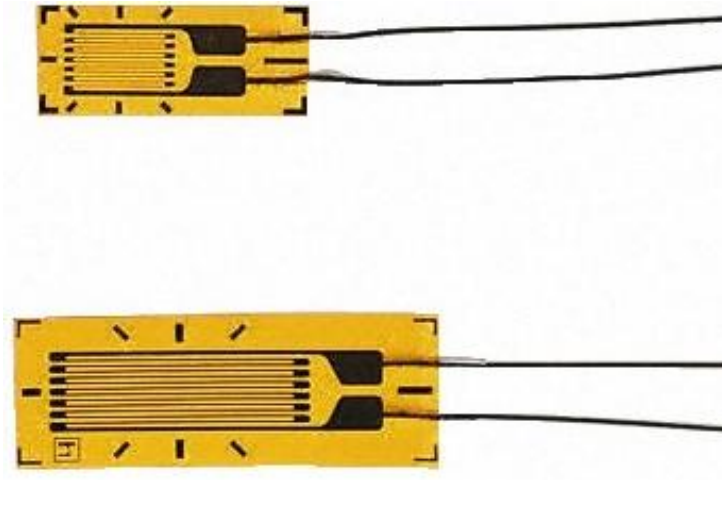


Fig. 5.2.6.1. Pesacargas

7.3. ERGONOMÍA

La ergonomía es una disciplina de la actualidad que tiene como finalidad mejorar la interacción entre el hombre y la máquina, buscando el mejor confort y la adaptación de la máquina al hombre en las mejores condiciones posibles.

En este caso, la máquina se trata de un montacargas accesible sólo para carga, por lo que la ergonomía perseguirá como objetivo prioritario asegurar la carga de mercancía intacta una vez haya ocupado la cabina, así como acoger la suficiente amplitud de espacio para disminuir costes derivados de la operación de logística o transporte.

Durante el desarrollo de este documento, este objetivo queda cubierto desde la perspectiva de diseño tal y como se refleja en los apartados anteriores.

8. MONTAJE Y PRUEBAS A REALIZAR

En el siguiente apartado se explica de modo genérico el proceso de montaje e instalación del montacargas con el fin de seleccionar la información estrictamente necesaria para la comprensión de este documento.

8.1. INSTALACIÓN DE COMPONENTES

A continuación queda expuesto el proceso de montaje de los componentes del montacargas, basándose en la información que proporciona la guía de “Montaje e instalación de ascensores y montacargas”, de la



**PROYECTO FINAL DE CARRERA:
MONTACARGAS ELÉCTRICO DE 3000 KG. DE CARGA MÁXIMA**

Realizado por: A.L.S.

Fecha : 12/01/2014

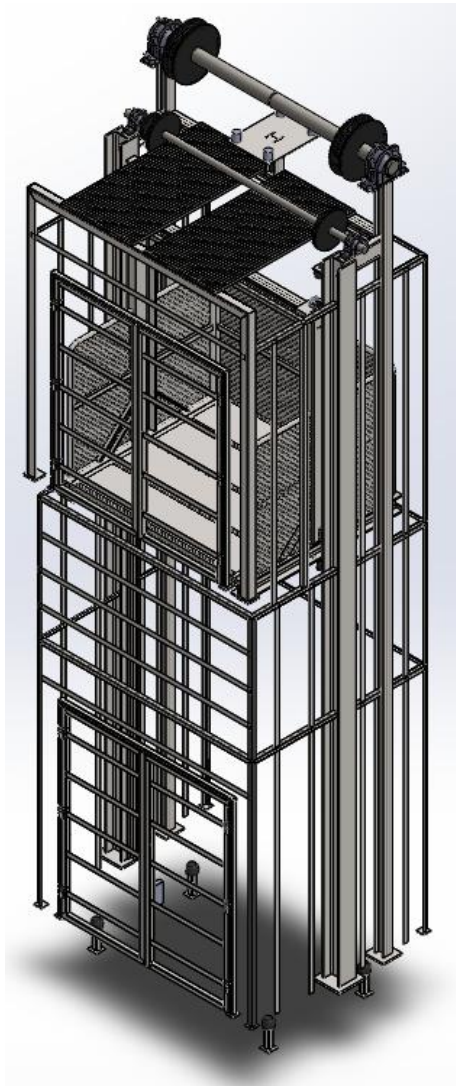
Rev. (0)

Página 45 de
52

Dirección General de Tecnología y Seguridad Industrial, por la que se autoriza la Instalación de Montacargas sin cuarto de Máquinas:

- Instalación de la estructura que contiene el moto-reductor
- Instalación del cuarto de control con equipamientos de seguridad
- Instalación de la cabina
- Colocación de los paracaídas y apoyos de las guías
- Trazado y alineación de guías
- Montaje de los amortiguadores
- Montaje de las poleas del limitador de velocidad, las poleas de desvío, los tambores helicoidales y sus cables de suspensión
- Montaje de las entradas para cada piso
- Montaje del cerramiento
- Instalación de botoneras y accesorios de memoria eléctrica y electrónica
- Sincronización de los movimientos de las máquinas de elevación
- Montaje de puertas y ajuste de sus sistemas de seguridad

Según se puede observar en la Fig. 8.1.1, este montacargas se puede montar en poco tiempo junto con sus componentes (unos doce días), lo que significa que el montaje de esta instalación es rápido y no requiere andamios para ello. Esto se debe a la no presencia de cuarto de máquinas y a la supresión del elemento de contrapeso.



Día1: Instalación de la estructura portante, bancada y superficie de mantenimiento.
Instalación del cuadro de control con equipamiento de seguridad

Día2-3: Instalación del sistema de tracción (cables, ejes y moto-reductor).
Instalación del bastidor de la cabina.
Montaje de paracaídas y apoyos sobre las guías

Día 4-6: Trazado, montaje y alineado de las guías
Montaje de los accesos para cada piso.
Instalación de las poleas y cables de suspensión del limitador de velocidad

Día 7-12: Montaje de la cabina.
Instalación de botoneras y accesorios de memoria eléctrica y electrónica

Fig. 8.1.1. Montaje del montacargas y sus componentes

8.2. PUESTA EN SERVICIO

Los montacargas deben ser objeto, antes de su puesta en servicio de una inspección y ensayos para comprobar su conformidad con la correspondiente ITC. De este modo, a continuación se exponen los ensayos a realizar antes de poner en servicio el montacargas una vez montados e instalados todos sus componentes:

- Comprobación de la adherencia

Se verificará la adherencia efectuando varias paradas con frenado más fuerte compatible con la instalación. Deberá obtenerse en cada ensayo la parada completa de la cabina.

La prueba se hará:

a) En subida, con cabina vacía en la parte superior del recorrido.

b) En bajada, con cabina cargada con el 125 por 100 de la carga nominal, en la parte inferior del recorrido.

· Se comprobará que la cabina vacía no puede desplazarse hacia arriba, cuando el contrapeso descansa sobre sus amortiguadores comprimidos.



**PROYECTO FINAL DE CARRERA:
MONTACARGAS ELÉCTRICO DE 3000 KG. DE CARGA MÁXIMA**

Realizado por: A.L.S.

Fecha : 12/01/2014

Rev. (0)

Página 47 de
52

- Limitador de velocidad

La velocidad de disparo del limitador de velocidad se verificará en el sentido de descenso de la cabina (Apartados 9.9.1, 9.9.2 y 9.9.3 del ITC).

- Paracaídas

La energía que el paracaídas es capaz de absorber en el momento de su actuación se comprueba en los ensayos del tipo. El objetivo de la prueba, antes de la puesta en servicio, es verificar que se ha montado y ajustado correctamente y la solidez del conjunto cabina-paracaídas-guías y la fijación de éstas al edificio.

· La prueba se realiza en bajada, con el freno abierto: la máquina continuará girando hasta que los cables deslicen o se aflojen.

· Paracaídas instantáneo o instantáneo con efecto amortiguado: la cabina se cargará con la carga uniformemente repartida y la actuación se efectuará a la velocidad nominal.

- Amortiguadores

Se lleva la cabina con su carga nominal a contacto con los amortiguadores, se provoca el aflojamiento de las cintas.

- Puertas de piso

La muestra a ensayar tendrá su cara de piso expuesta a las condiciones de calentamiento especificadas en el apartado 4.1 de la norma UNE 23-093-81.

· La muestra a ensayar debe acondicionarse según se especifica en el apartado 4.3 de la norma UNE 23-802.79.

· Ensayo con tampón de algodón: debe cumplirse con lo especificado en el apartado 6.4 de la norma UNE 23-802-79.

· El enclavamiento mecánico de la puerta deberá resistir la aplicación de una fuerza de 300 N, en no importa el lugar de las superficies metálicas, siendo aplicada esta fuerza sensiblemente perpendicular a la cara expuesta al fuego y repartidas sobre una superficie de 5 centímetros cuadrados redonda o cuadrada.

- Otras verificaciones

· Dispositivos de enclavamiento (ver en Normativa empleada)

· Dispositivos eléctricos de seguridad.

· Elementos de suspensión y sus amarres. Se verificará que sus características son las indicadas en el registro o expediente (véase “Normativas empleadas”).



- | |
|--|
| · Sistema de frenado (véase Normativas empleadas). La prueba se hará en bajada a velocidad nominal, con el 125 por 100 de la carga nominal y cortando la alimentación del motor y del freno. |
| · Medidas de intensidad o de potencia y medidas de velocidad. |
| · Medida de la resistencia de aislamiento de los diferentes circuitos (para esta medida serán desconectados los elementos electrónicos). |
| · Dispositivos de seguridad de final de recorrido (véase Normativas empleadas). |

9. MANTENIMIENTO

Las labores de mantenimiento se llevan a cabo una vez al mes como mínimo para permitir que el montacargas funcione con la mayor eficiencia y seguridad posibles. Además, si se da el caso se efectúan reparaciones de los componentes necesarios. De este modo se tienen dos tipos de mantenimiento: el preventivo y el correctivo.

9.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Como su nombre indica, esta clase de mantenimiento tiene como finalidad la revisión periódica de diversos elementos del montacargas con el consiguiente de facilitar el confort en el movimiento del montacargas y mejorar así la seguridad de la carga. La periodicidad inicial se establece en un mes. La revisión comprende lo siguiente:

- | |
|---|
| - Limpieza de: cabina y motor. |
| - Lubricación de: rieles, cabina, selectores, poleas del limitador de velocidad, poleas de desvío y tambores helicoidales de arrollamiento y cables. |
| - Ajustes de rieles así como la distancia entre cada uno de ellos, ajustes del control y potencia del montacargas. También revisar los ajustes de los niveles del montacargas con respecto a los pisos. |
| - Reparaciones menores: revisión de luces, botones y flechas marcadoras en cada piso. |
| - Revisión general: comprende todo el funcionamiento del montacargas, incluyendo los métodos de seguridad como frenos, dispositivos para que las puertas funcionen correctamente, así como verificar la velocidad de la cabina. |
| - Se observarán los arranques y paradas y la presencia de ruidos anormales. |
| - Se verificarán los contactos de relés que tienen más desgaste en los controles. |
| - Se hará limpieza del foso. |
| - Se comprobará la efectividad de los sistemas de seguridad mencionados en el apartado 5.2. |

Una vez efectuado el mantenimiento preventivo, se debe elaborar un informe que contenga lo que viene a continuación:



**PROYECTO FINAL DE CARRERA:
MONTACARGAS ELÉCTRICO DE 3000 KG. DE CARGA MÁXIMA**

Realizado por: A.L.S.

Fecha : 12/01/2014

Rev. (0)

Página 49 de
52

- | |
|---|
| - Fecha, hora de inicio y final de cada servicio, nombre del cliente y del técnico y datos del equipo. |
| - Confirmación de la realización de cada una de las actividades solicitadas en la descripción del servicio. |
| - Características generales de los materiales y repuestos empleados. |
| - Observaciones que el técnico sugiera y tiempo total empleado. |

En base a los resultados del informe de mantenimiento, y siempre que no se observe deterioro significativo entre intervenciones, podrá estimarse aumentar la periodicidad de las revisiones a trimestral, semestral o, como máximo, anual.

9.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este servicio consiste en reparaciones mayores y/o menores con base a las llamadas de emergencia por daños o paralización que hayan sufrido. Tales averías se repararán en cualquier día y hora, por lo que se ha de tener disponibilidad las 24 horas del día y los 365 días del año.

Dicho servicio se contratara a empresa externa especializada.

10. NORMATIVA

NORMAS UNE:

EN81:31: Reglas de seguridad para la instalación y fabricación de montacargas: Parte 31: montacargas sólo para cargas.

EN81-1:1998: Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Parte 1: Montacargas eléctricos.

EN 349: Seguridad de las máquinas. Distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano.

EN 1005-3: Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 3: Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas.

EN 12385-4: Cables de acero. Seguridad. Parte 5: Cables de cordones para ascensores.

EN 13015 Mantenimiento de ascensores y escaleras metálicas. Reglas para instrucciones de mantenimiento.

EN 60305-1:2006: Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.

EN60204-32:2006: Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 32: Requisitos para aparatos de elevación.

Normas DIN:

DIN- 6885: Normativa para chavetas



DIN-931 Normativa para tornillos

DIN-558 Normativa para tuercas

DIN-125 Normativa para arandelas

DIN-281: Rolling bearings

Normativa AISI:

AISI/SAE Clasificación de aceros y aleaciones

11. PRESUPUESTO

En este apartado se exponen de manera resumida los costes que han tenido lugar para elaborar el proyecto. En el Documento 4 Presupuesto se detallan todos los costes.

11.1. FORMA DE PAGO

La forma de pago de la obra se realizará como llave en mano

11.2. PRESUPUESTO

De acuerdo a los datos obtenidos en el documento nº4: Presupuesto, el presupuesto que se ha obtenido arroja los siguientes datos:

1.- Perfilería	2462.19
2.- Chapa	222.76
3.- Elementos de catálogo	5147.53
4.- Tornillería	95.6
5.- Parte eléctrica	205.7
TOTAL	813.78

Asciende el presupuesto de ejecución material del presente proyecto a la cantidad de ocho mil ciento treinta y tres Euros y setenta y ocho céntimos (8133,78 €)

Presupuesto de ejecución material	8133.78
6% de beneficio industrial	488.03
TOTAL	8621.81

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata del presente proyecto, a la cantidad de ocho mil seiscientos veintiún Euros y ochenta y un céntimos (8621,81 €).

12.- DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO

El proyecto tendrá el siguiente formato:

- Documento N°1: Memoria



- Memoria descriptiva
- Anejo N°1 – Cálculos
- Anexos de los cálculos
- Documento N°2: Planos
 - Relación de los planos del proyecto
- Documento N°3: Pliego de condiciones
- Documento N°4: Presupuesto

13.- AGRADECIMIENTOS

Quizás éste apartado es para mí una de las tareas más difíciles desarrollar dentro de este proyecto ya que resulta compleja la determinación racional y enumeración “quasi-infinita” de todas las personas a las que me gustaría dedicar este trabajo.

En primer lugar querría dar las gracias a toda mi familia quien siempre ha estado presente en todos mis logros así como también en los malos momentos. Principalmente quiero dedicar especial atención a mis padres: Angel y Reme; quienes han expresado siempre su apoyo incondicional en todas mis decisiones y me han enseñado a simplificar y reducir en la esencia cualquier problema que pueda surgirme de cualquier índole. Como principales inversores en mi desarrollo personal y profesional, responsables de mi existencia y además de ser una referencia y un ejemplo a seguir en la vida querría dedicarles especialmente a ellos el logro alcanzado tras años de esfuerzo.

En segundo lugar, querría agradecer también este documento a todas las personas que han compartido estos años geniales que han configurado mi personalidad durante mis años escolares y universitarios. Si citase a todos y todas, este apartado se haría interminable y terminaría olvidándome de alguien quien podría sentirse ofendido. A todos ellos, guarde o no contacto después de tanto tiempo juntos, muchas gracias por la experiencia que me habéis aportado. He aprendido de todos y cada uno de vosotros algo importante y lo llevaré el resto de mi vida como algo “nuestro” y que me ha hecho y hará muy feliz cada vez que acuda al fichero donde estáis guardados.

Quisiera aquí hacer una mención especial a las siguientes personas, que tan cerca han estado a lo largo de mis años de universidad. Con muchos he estudiado en grupo y con otros he encontrado momentos geniales de ocio y diversión sin límites, pero todos tienen en común que han estado ahí siempre de forma incondicional: Constan G., A. Cristina L., Javi C., Sara D., Paquito R., Mini Ana, Jia Jia Z., Emilio A., Mercedes P., Miri, Fiuku, Fusí, Albu, Clara M., Salvo, Diana M., Fran A., Juanje M., Asun C., Ibargüen, Mai, Luis M., Eme, Azahara M., Pedro A., Kim B., Daniel V., Pilar G., Mari Paz, Alfredo P., Carlos A., Mariano V., Paco M., Bea F., Mario B., Zaida C., Salva C., Fran C., Merce F., Pilar M., Noemi G., Pedro P., Uve, Nadia C., Marco P., Antonio A., F. Rivero, Carmen T. y Ahmet T..

Aunque piense que he olvidado por completo su existencia, dentro de esta larga enumeración también está una persona que ha supuesto mucho para mí durante los pasados cuatro años. Con ella he aprendido a compartir una relación personal cargada de infinitas cosas buenas y que anula por consecuencia todo lo demás. No es más fácil sin ti a mi lado, A.M.M..

Un punto muy importante para el desarrollo de este proyecto, haciéndolo más llevadero y lleno de significado, viene de la mano de mi experiencia laboral. Las siguientes personas a continuación citadas han participado activamente en mi desarrollo profesional durante los pasados tres años y a ellos quiero dedicar también este documento:



**PROYECTO FINAL DE CARRERA:
MONTACARGAS ELÉCTRICO DE 3000 KG. DE CARGA MÁXIMA**

Realizado por: A.L.S.

Fecha : 12/01/2014

Rev. (0)

Página 52 de
52

Primeramente a Josefa A. y Aitor M.. Ya lo saben, pero han sido mi referente en cuanto a profesionalidad y saber hacer tanto en el trato personal como en la técnica. Lo que he aprendido de vosotros ha sido el primer paso de lo que espero sea el resto de mi vida. Me habéis dado siempre lo mejor sin pedirlo. Gracias compañeros.

Seguidamente, quisiera mencionar a quienes considero que son mis mentores: Domingo F. y Damiano P.; que me dieron la oportunidad de trabajar dentro de un equipo con una visión positiva y productiva dentro de un contexto empresarial internacional, dando sentido a muchas cosas que en aquel momento no lo tenían. Sin el trato que me dieron como responsables de los proyectos en los que yo estaba envuelto, hoy no sería quien soy.

Además de ellos, no puedo olvidar a todos mis compañeros dentro de los grupos Pramac Ibérica y Pramac 奔马 (佛山), que me enseñaron que el trabajo y la amistad no están reñidos y que todos juntos llegamos más rápido y con más holgura a la meta que uno sólo frente al mundo.

Para finalizar, quizás la persona que más ha colaborado activamente y la que más me ha ayudado a darle un sentido a todos estos años de entrenamiento para la autosuficiencia el día de mañana. Él me ha enseñado a ser más positivo, a marcarme objetivos alcanzables, a no rendirme, a simplificar lo complejo, a aprovechar al máximo las herramientas con las que cuento, a recuperar el gusto por la ciencia y la ingeniería. No cuento en mi vocabulario las expresiones que necesito para reflejar lo mucho que ha hecho por mí gracias a su infinita paciencia y su conocimiento de las personas tanto en lo personal como lo profesional. Miguel Lucas, tutor de este proyecto. Si no fuese por ti, no hubiese llegado hasta aquí. Has sido, eres y serás un apoyo importantísimo en el pilar del conocimiento de todos los alumnos que trabajan contigo. Mil gracias en el nombre de ellos y el mío.

*Leaves are falling all around, It's time I was on my way.
Thanks to you, I'm much obliged for such a pleasant stay.
But now it's time for me to go. The autumn moon lights my way.
For now I smell the rain, and with it pain, and it's headed my way.
Sometimes I grow so tired, but I know I've got one thing I got to do...
Ramble On, And now's the time, the time is now, to sing my song.
I'm goin' 'round the world, I got to find my girl, on my way.
I've been this way ten years to the day, Ramble On,
Gotta find the queen of all my dreams.*

A mi padre Angel Linares: siento que no hayas podido ver todo lo que ha pasado desde que nos dejaste. Te echamos de menos.

14.- CONCLUSIONES

Estimando que para la redacción del proyecto se han tenido en cuenta las prescripciones de la legislación vigente y que de acuerdo con ellas se han cubierto las condiciones impuestas por la especificación entregada por (nombre del cliente), se somete a la aprobación por los organismos oficiales, dándolo por terminado en Lorca a 12 de Febrero de 2014).

El Ingeniero Técnico Industrial
Andrés Linares Sánchez