



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID



ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, ESP MECÁNICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

DISEÑO DE UN ELEMENTO VOLTEADOR PARA CONTENEDOR DE PANELES DIVISORIOS; Y DE SUS COMPLEMENTOS NECESARIOS

Autor:

Teresa Pérez, Hugo

Tutor:

Domínguez Garrido, Urbano

Ciencias de los Materiales e
Ingeniería Metalúrgica,+

JULIO 2012



ÍNDICE

0. INTRODUCCIÓN	7
0.1 Justificación y objetivos	8
0.2 Viabilidad	9
1. FÁBRICA Y EMPRESA	13
1.1 Descripción del grupo fiat	13
1.1.1 Estructura actual	13
1.1.2 Empresas del grupo Fiat	15
1.1.3 Grupo Fiat en el mundo.....	18
1.2. Iveco.....	19
1.2.1 Gamas y productos de IVECO	19
1.2.2 Presencia mundial.....	23
1.3. Planta de Valladolid.....	26
1.3.1 Producto.....	26
1.3.2 Mercado	28
1.3.3 Producción	28
1.3.4 Estructura de la fábrica	29
1. 3.4.1 ÁREAS PRODUCTIVAS	29
1.3.4.2 ÁREAS DE SOPORTE	38
1.3.5 Logística.....	39
1.3.5.1 DEFINICIÓN E HISTORIA	39
1.3.5.2 LOGÍSTICA EN VALLADOLID	40
2. WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM) EN EL SUMINISTRO A LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN.....	43
2.1 WCM. ¿Qué es?.....	43
2.1.2 Sistema de Auditorías.....	44
2.2 Fundamentos teóricos de la WCM.....	54
2.2.1 Work Place Organization (WPO).....	54
2.2.1.1 ESTANDARIZACIÓN DE LAS OPERACIONES.....	54





2.2.1.2 DISPOSICIÓN EN PLANTA.....	58
2.2.1.3 REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE PREPARACIÓN.....	59
2.2.2 Logística.....	63
2.2.2.1 GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO (SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.....)	63
2.2.2.2 LEAN MANUFACTURING Y JUST IN TIME (JIT).....	64
2.2.2.3 MODELOS DE SUMINISTRO.....	71
3. ENCARGO DESDE LA EMPRESA.....	73
3.1 ¿Qué es un volteador?.....	73
3.2 ¿Por qué se requiere este proyecto?.....	78
3.3 Opciones que se barajan.....	81
3.3.1 Opción 1ª: Voltear pieza a pieza.....	82
3.3.2 Opción 2ª: Voltear en el puesto de trabajo.....	84
3.3.3 Opción 3ª: Volteador móvil.....	87
3.3.4 Opción 4ª: Volteador fijo.....	90
3.4 Opción elegida: Volteador fijo.....	92
3.4.1 Ubicación.....	92
3.4.2 Elementos necesarios.....	95
4. CONTENEDOR DE PANELES DIVISORIOS.....	97
4.1 Modificaciones necesarias.....	98
4.2 Posibles variaciones.....	101
4.3 Modificación final.....	111
5. CONTENEDOR POSTIZO.....	117
5.1 Características necesarias. Requerimientos.....	117
5.2 Primer boceto.....	119
5.2.1 Características del Boceto.....	120
5.2.2 Defectos del Boceto.....	120
5.3 Nuestro contenedor postizo.....	122
5.3.1 Modificaciones respecto al Boceto.....	122
5.3.2 Componentes del Contenedor Postizo.....	123





5.3.3 Pedido de Contenedores Postizos.....	130
6. VOLTEADOR.....	131
6.1 Características necesarias. Requerimientos.....	131
6.2 Cómo realizar el volteo.....	132
6.2.1 volteo mediante motor.....	132
6.2.1.1 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	132
6.2.1.2 VENTAJAS.....	134
6.2.1.3 INCONVENIENTES.....	135
**Prevención de Riesgo Eléctrico.....	135
6.2.2 volteo a mano.....	140
6.2.2.1 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	140
6.2.2.2 VENTAJAS.....	145
6.2.2.3 INCONVENIENTES.....	145
6.2.3 volteo mediante carretilla.....	146
6.2.3.1 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	146
6.2.3.2 VENTAJAS.....	149
6.2.3.3 INCONVENIENTES.....	150
6.3 Nuestro volteador.....	152
6.3.1 Componentes del Volteador.....	152
6.3.1.1 COJINETES.....	167
6.3.2 Pedido de Volteador.....	168
6.4 Secuenciación gráfica del proceso.....	169
7. SEGURIDAD. CARRETILLAS.....	175
7.1 Introducción.....	175
7.2 Carretillas Elevadoras Automotoras.....	176
7.2.1 Conocimientos básicos para la prevención de riesgos.....	176
7.2.1.1 OBJETIVO.....	176
7.2.1.2 DEFINICIÓN. TIPOS Y COMPONENTES.....	177
7.2.1.3 SELECCIÓN DE CARRETILLAS INDUSTRIALES.....	186
7.2.1.4 OPERADOR DE CARRETILLAS.....	189





7.2.1.5 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL EQUILIBRADO DE CARGAS Y ESTABILIDAD.....	191
7.2.2 Principales peligros y medidas preventivas.....	192
7.2.2.1 RIESGOS, MEDIDAS PREVENTIVAS Y RECOMENDACIONES BÁSICAS EN LAS OPERACIONES CON CARRETILLAS.....	192
7.2.2.2 LEGISLACIÓN APLICABLE.....	194
7.3 Mantenimiento Y Utilización	201
7.3.1 Introducción.....	201
7.3.2 Definiciones.....	202
7.3.3 Utilización: normas básicas para el manejo seguro de una carretilla.....	206
7.3.4 Mantenimiento.....	214
8. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	221
8.1 El Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.....	222
8.1 Principales actividades en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.....	224
9. ESTUDIO ECONÓMICO.....	227
9.1 Introducción.....	227
9.2 Costes directos.....	227
9.2.1 Costes del personal.....	228
9.2.2 Costes de los materiales empleados.....	229
9.2.3 Costes directos totales.....	231
9.3 Costes indirectos.....	231
9.4 Beneficio.....	232
9.5 Ratio Coste/Beneficio.....	232
10. CONCLUSIONES Y POSIBLES VÍAS FUTURAS.....	233
10.1 Conclusiones generales.....	233
10.2 Vías futuras.....	235





BIBLIOGRAFÍA.....	237
Libros.....	237
Páginas Web, Noticias y Publicaciones.....	238
Documentación del Grupo Fiat y de Iveco.....	242
Otros.....	243

ANEXOS

ANEXO I. Planos

ANEXO I.1: PROTOTIPO. CONTENEDOR PANELES DIVISORIOS

- MODIFICACIONES 1
- BARRA IZQUIERDA

ANEXO I.2: MODIFICACIONES. CONTENEDOR PANELES DIVISORIOS

ANEXO I.3: CONTENEDOR POSTIZO

ANEXO I.4: VOLTEADOR







0. INTRODUCCIÓN

En el mundo empresarial es unánime la opinión de considerar la ganancia de dinero como el objetivo fundamental de cualquier empresa, o más estrictamente, de maximizar una determinada rentabilidad (cociente entre beneficios y la inversión o coste). Gracias a esto, sobreviven los proyectos empresariales.

Ante la situación de competitividad actual existente (acentuada por la crisis), se antoja necesaria la combinación del incremento de los ingresos y de la reducción de costes para la supervivencia de la empresa.

Ambas acciones son tarea común de todos los departamentos y personas de la organización, pero bien podemos diferenciar que la primera recae especialmente bajo el área comercial y de marketing y la segunda sobre el área de producción, compras y distribución sin olvidar el área financiera.

En este segundo grupo toma vital importancia el trabajo del **área logística**, que debe gestionar coordinadamente los flujos de materiales e información para suministrar en las condiciones óptimas los productos y servicios que el mercado demanda.

Los cambios en las políticas logísticas experimentados en los últimos tiempos han seguido varias líneas de actuación:

- Ampliar el horizonte de producción, es decir, no considerar la gestión de los flujos de materiales e información sólo a nivel interno y aisladamente, sino teniendo en cuenta los aprovisionamientos y la distribución física para establecer una gestión coordinada entre todas las partes implicadas en el desarrollo de un producto para generar más valor al cliente.
- Racionalizar y simplificar los procesos y productos, mediante la eliminación de las actividades que no añaden valor para el cliente y potenciando aquellas que sí lo hacen.





Eliminar las actividades que no añaden valor y dominar perfectamente las que sí es actualmente inalcanzable, pero este planteamiento marca el camino que deben seguir todas las empresas para conseguir la mejora continua. Por ello, el papel más importante de todos los recursos de la empresa lo desempeñan las personas, puesto que éstas son las únicas capaces de desencadenar todo el proceso de cambio y mejora. Para ello, no es suficiente tan sólo con el apoyo de todos, sino que es imprescindible el compromiso, para poder cambiar los viejos hábitos y costumbres.

Siguiendo estas líneas de actuación se desarrolla este proyecto gestado en la empresa Iveco, durante el periodo de prácticas que tuve la oportunidad de desarrollar en dicha compañía, concretamente en el departamento de **Logística Operativa**.

0.1 Justificación y objetivos

El proyecto surge como medida de mejora continua dentro de la política World Class Manufacturing (WCM) que la empresa sigue. Una política basada en un modelo integrado establecido por el Grupo Fiat, que desarrolla los estándares de producción de todas sus plantas en el mundo.

El proyecto “DISEÑO DE UN ELEMENTO VOLTEADOR PARA CONTENEDOR DE PANELES DIVISORIOS; Y DE SUS COMPLEMENTOS NECESARIOS” se trata de un **proyecto logístico de eficiencia**, por lo que su principal **objetivo** es el **ahorro económico**.

En la actualidad, los Paneles Divisorios son transportados desde Italia en posición horizontal y trasvasados en España a un contenedor que los coloca en posición vertical. Esto lo realiza una empresa externa, con su consecuente gasto económico.

Con este proyecto se busca ahorrar el precio del trasvase colocando nosotros mismos los paneles en posición vertical. Y por ello habrá que llevar a cabo 3 trabajos:



1. Diseñar y llevar a cabo las modificaciones pertinentes a adoptar en el **Contenedor de Paneles Divisorios** actual, para adaptarle al tamaño de los nuevos paneles.
2. Diseñar y encargar la construcción de un elemento intermedio de dos bases, que denominaremos **Postizo**, para colocar sobre una de sus bases al Contenedor de Paneles Divisorios y así éste poder ser volteado a 90°, dejando caer los paneles en la otra base.
3. Diseñar y encargar la construcción de un elemento **Volteador** para llevar a cabo el volteo.

A lo largo del desarrollo del proyecto se ofrecerá primero un análisis teórico en lo concerniente al WCM¹ y su importancia en la fábrica (y en mi departamento), para después justificar la parte técnica, la cual analizaremos detalladamente aportando los planos necesarios.

0.2 Viabilidad del proyecto

Viabilidad técnica

La fábrica dispone de espacio suficiente para la implantación del volteador en ella. Además de poder éste situarse en una zona relativamente aislada de los trabajadores.

Tanto la reforma del Contenedor de Paneles Divisorios, como la construcción del elemento Postizo y el Volteador se harán mediante soldaduras y montajes al uso, utilizando para ello materiales normalizados para más simpleza.

¹ Es un modelo integrado que optimiza todos los procesos de producción y que será ampliamente explicado en el apartado 2 de este proyecto.



Por otra parte, la implantación de este proyecto no supondrá ningún cambio en lo que se refiere a la forma de trabajar del operario de línea, con lo que esto tampoco será un problema.

El funcionamiento del Volteador será muy simple, como ya se verá, para evitar posibles paradas de producción en caso de fallo de éste.

Por todo lo expuesto, que podremos encontrar en los puntos 3, 4, 5 y 6 del proyecto, se considera técnicamente viable.

Viabilidad económica

El aspecto económico del proyecto no es sólo viable sino que además es recomendable.

Como se ha dicho antes, el principal objetivo de este proyecto es ahorrar a la empresa costes evitables. Por lo que una inversión inicial es aceptable, teniendo en cuenta que en un futuro nos ahorraremos los gastos de volteo y transporte, acciones realizadas hasta ahora por una empresa externa.

Esto se analizará en el Anexo de Estudio Económico.

Viabilidad legal

Este proyecto no tiene porque dar, en principio, ningún problema legal.

No se trata de una construcción peligrosa, como se verá en el apartado de Evaluación de Impacto Ambiental, y mientras todo se haga en orden no habrá problema.

Por otra parte, una vez puesto en funcionamiento, deberán cumplirse exhaustivamente todas las normas de seguridad, sobretodo en lo que se refiere al



manejo de la carretilla, parte fundamental de este proyecto. Todas las normas a cumplir a este respecto se encuentran en el apartado de Seguridad.



1. FÁBRICA Y EMPRESA

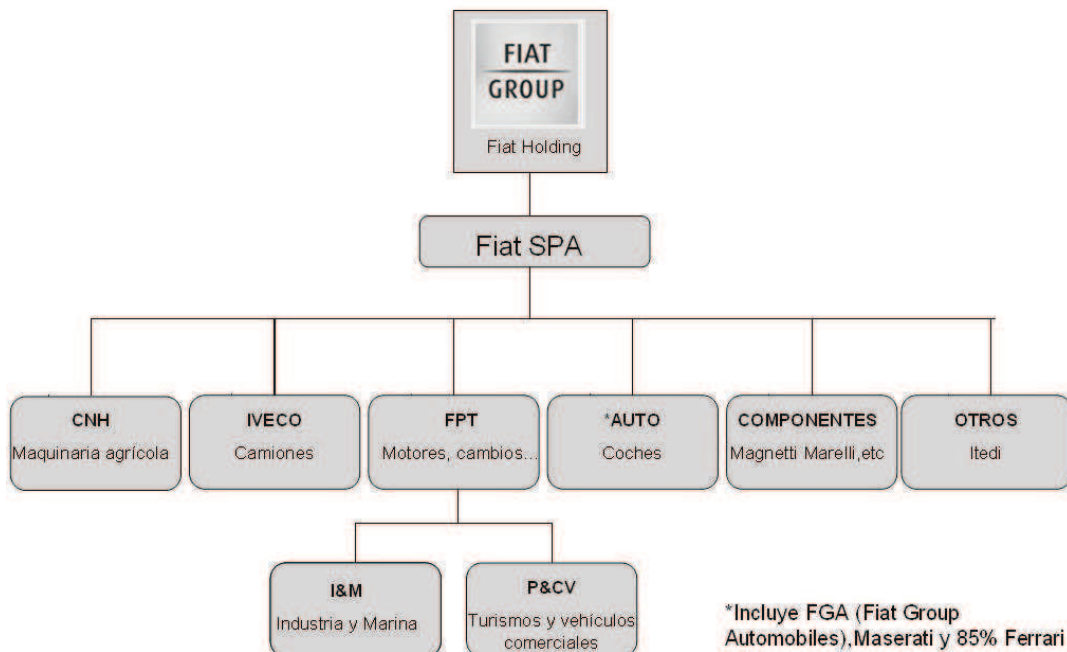
1.1 Descripción del grupo fiat

El Grupo Fiat es la empresa industrial más grande en Italia y uno de los fundadores de la industria automovilística europea. Diseña y fabrica automóviles, camiones, excavadoras, manipuladores telescópicos, tractores y cosechadoras.

Lleva a cabo sus actividades industriales y de servicios financieros a través de empresas ubicadas en 50 países y presenta relaciones comerciales con clientes en más de 190 países. La plantilla es de casi 200,000 personas de las cuales más de 14.500 se ocupan de la innovación.

1.1.1 Estructura actual

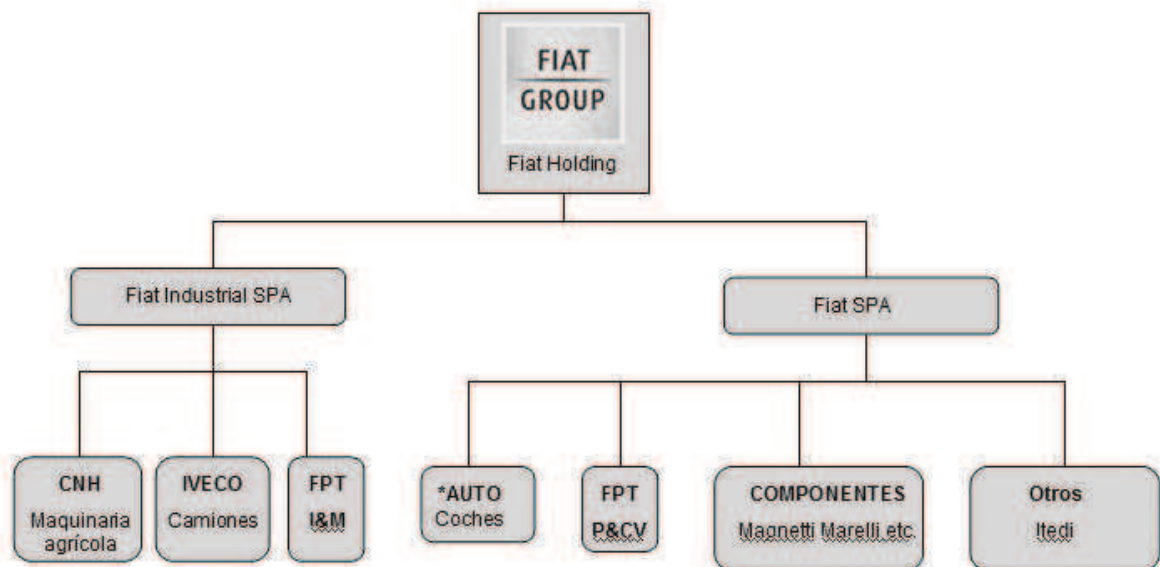
La situación actual de la empresa es la que sigue¹:



¹ El esquema se ha publicado en el periódico “El Mundo”

Pero tras la reunión mantenida el pasado 21 de Abril de 2010 entre Sergio Marchionne, consejero delegado del Grupo Fiat, con analistas financieros e inversores, se produce una reestructuración de todo el Grupo Fiat.

Se produce una segregación en dos sociedades que antes de final de año empezarán a cotizar de forma independiente en la Bolsa de Milán. Iveco (camiones) y CNH (tractores) y la división de Fiat Powertrain especializada en motores industriales y marinos se segrega con el nombre de Fiat Industrial, presidida por el propio Marchionne y con los actuales equipos directivos. El resto de las divisiones se concentran en Fiat Spa (siglas de sociedad anónima en Italia) bajo la presidencia de John Elkann, con Marchionne como consejero delegado. Los actuales accionistas de Fiat recibirán por cada una de sus acciones actuales otra de cada nueva sociedad. La estructura empresarial queda de la siguiente forma después de esta reunión:²



*Incluye FGA (Fiat Group Automobiles) Maserati y 85% Ferrari

² El esquema se ha publicado en el periódico “El Mundo”



Según Marchionne, esta segregación tiene como objetivo permitir el desarrollo independiente de Iveco y CNH (las actividades más rentables).

La nueva Fiat Spa prevé en 2014 un beneficio operativo de 3200 a 3800 millones de euros y Fiat Industrial, de 3200 a 3400 millones. La facturación total debería ser de 93000 millones, un 14% más que en 2009, con un margen operativo del 7% y un beneficio neto de 5000 millones.

1.1.2 Empresas del grupo Fiat

El grupo Fiat se dedica al diseño y fabricación de diferentes vehículos de automoción haciendo una clasificación por sectores como la que mostramos a continuación.

AUTOMÓVILES

- FIAT GROUP AUTOMOBILES

Fiat Group Automobiles produce y vende vehículos en todo el mundo. En vehículos comerciales bajo las marcas:

- FIAT
- ALFA ROMEO
- LANCIA
- FIAT PROFESSIONAL

Y en coches deportivos de lujo bajo las marcas:

- ABARTH
- MASERATI
- FERRARI





VEHÍCULOS AGRÍCOLAS Y EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN

- CNH

CNH, una filial con participación mayoritaria del Grupo Fiat, se formó en 1999 mediante la fusión de dos empresas de renombre a nivel internacional: New Holland NV y Case Corporation. CNH es uno de los principales fabricantes del mundo de tractores agrícolas, heno y forraje y equipos de producción de cultivos. Es uno de los líderes en el negocio de equipos de construcción en respuesta a las diversas necesidades de los clientes en todos los sectores clave de la industria - excavación masiva, construcción, jardinería, aplicaciones agrícolas y más con una completa oferta de orugas y excavadoras, retroexcavadoras, minicargadoras, cargadoras, niveladoras, carretillas elevadoras todo terreno y manipuladores.

Las marcas de CNH son las siguientes:

- CASE CONSTRUCTION
- CASE IH
- NEW HOLLAND CONSTRUCTION
- NEW HOLLAND AGRICULTURE
- STEYR
- KOBELCO

CAMIONES Y VEHÍCULOS COMERCIALES

En la actualidad, el sector está representado por Iveco que diseña, produce y vende una gama completa de vehículos industriales bajo la marca Iveco, autobuses bajo la marca Irisbus y vehículos de extinción de incendios y de servicios especiales en el marco del Magirus y marcas Astra³.

³ Se adjunta con la descripción de cada empresa Iveco el anagrama correspondiente y una imagen de un modelo característico fabricado por la misma, obtenidos de www.fiatgroup.com



IVECO



IVECO MAGIRUS



ASTRA



IVECO IRISBUS



COMPONENTES Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Las cuatro empresas que forman parte de los componentes y el área de Sistemas de Producción han contribuido significativamente al crecimiento del Grupo Fiat.

Estas empresas son las siguientes:

- FPT POWERTRAIN TECHNOLOGIES
- MAGNETI MARELLI
- TEKSID
- COMAU



1.1.3 Grupo Fiat en el mundo.

En la actualidad, el grupo Fiat posee 64 plantas en Italia (42,3 % de la plantilla), 57 en el resto de Europa (24,1 % de la plantilla), 27 en América del Sur (22,3 % de la plantilla), 16 en Norteamérica (5,9 % de la plantilla) y 24 en el resto del mundo (5,4 % de la plantilla).

Recientemente, y a pesar de la crisis, Fiat se ha hecho con el control del grupo automovilístico americano Chrysler, repotando gracias a éste una triplicación en los beneficios en 2011 (1.651 millones de euros) respecto a los de 2010.

Para 2012, Fiat estima cerrar el presente ejercicio con un beneficio neto de entre 1.200 y 1.500 millones de euros.



1.2. Iveco

Iveco es una empresa multinacional constructora de vehículos industriales nacida en 1975 siendo hoy una de las principales del mundo en el sector. Diseña, construye y comercializa una gama completa de vehículos industriales (desde 2,8 a 16 toneladas de peso) de carretera, cantera, anti-incendios, protección civil y defensa.

Con actividad en más de 100 países del mundo, ha hecho de su presencia industrial en países con una alta capacidad de desarrollo, como por ejemplo China, un punto específico de fuerza. En España, Iveco comercializa una amplia gama de productos: vehículos ligeros como Daily, vehículos medios como el Eurocargo y vehículos pesados de carretera y de cantera de la gama Stralis y Trakker.

1.2.1 Gamas y productos de IVECO⁴

GAMA LIGERA: DAILY



Sus características son:
Rueda trasera sencilla (clases L y S) y gemela (clase C) en función de la masa máxima; 8 configuraciones, 8 pasos; 5 potencias de motor; caja de cambios manual o automatizada; 2.500 versiones en total. Tracción 4x2 ó 4x4

⁴ Para cada tipo de gama, se adjunta una imagen característica obtenida de www.fiatgroup.com y de www.iveco.com

GAMA MEDIA: EUROCARGO



Ofrece una gama de 7 a 18 toneladas.

GAMA PESADA: STRALIS Y TRAKKER

STRALIS



Stralis ofrece motorizaciones diseñadas para conseguir prestaciones de excelencia, valores de par motor elevados y constantes, consumos reducidos y bajas emisiones.

TRAKKER



Se ha ampliado su gama de vehículos hasta más de 60 modelos de vehículos rígidos en configuraciones 4x2, 4x4, 6x4, 6x6, 8x4 y 8x8 y más de 25 modelos distintos en tractoras 4x2, 4x4, 6x4 y 6x6.

FIREFIGHTING



Una gama completa de chasis para carrozar con equipamiento específico antiincendios; autoescaleras automáticas, brazos de rescate, vehículos aeroportuarios, autobombas, vehículos polivalentes y especiales.

MASSIF



Todoterreno ligero desarrollado conjuntamente con la española Santana bajo la plataforma del Anibal⁵. Indicado principalmente para uso profesional, dispone de caja con tracción integral y reductora, y dos potentes motores Diesel de tres litros con 146 y 176 CV de origen Fiat.

ECODAILY



ECODAILY busca el equilibrio adecuado entre la fuerza necesaria para hacer el trabajo y la eficacia de proteger el medio ambiente.

⁵ Santana es una empresa española de fabricación de todoterrenos y Anibal es uno de sus modelos característicos.



1.2.2 Presencia mundial

La presencia de Iveco en el mundo, comenzando desde nuestro país es muy elevada.

ESPAÑA

En España, hasta hace poco Iveco disponía de 3 plantas de producción: **Valladolid**, donde se fabrica la gama ligera de furgones y cabinas; **Madrid**, donde el vehículo producido corresponde a la gama pesada (vehículos de carretera, para obras y especiales) y **Barcelona**, cuya producción iba destinada a la fabricación de la estructura y el bastidor de los autobuses (Iveco Irisbus). Pero está última cerro hace poco, yéndose algunos de los trabajadores a la planta de Valladolid.

EUROPA CENTRAL

En el resto de Europa Central, la mayor parte de la producción se centra en Italia, siendo la distribución la siguiente:

- **Turín:** Ejes, motores y transmisiones.
- **Milán:** Unidades de energía.
- **Suzzara:** Gama ligera de vehículos al igual que en la planta de Valladolid.
- **Flumeri:** Chasis de los autobuses Irisbus, al igual que en Barcelona.
- **Foggia:** Motores.
- **Módena:** Diseño de autobuses.
- **Piacenza:** Vehículos para condiciones extremas (Iveco Astra).
- **Brescia:** Gama pesada, al igual que Madrid, y vehículos especiales contra incendios.
- **Vittorio Veneto:** Componentes de autobús y prototipos.
- **Bolzano:** Vehículos de defensa





Excluyendo Italia, la producción el resto de Europa Central se distribuye de la siguiente forma:

- **Budapest (Hungria):** Autobuses.
- **Graz (Austria):** Vehículos especiales contra incendios.
- **Vysoke Myto (República Checa):** Autobuses.
- **Weisweil (Alemania):** Vehículos especiales contra incendios.
- **Ulm (Alemania):** Gama pesada y vehículos especiales contra incendios.
- **Görlitz (Alemania):** Vehículos especiales contra incendios.
- **Fecamp (Francia):** Unidades de energía.
- **Chambery (Francia):** Vehículos especiales contra incendios.
- **Fourchambault (Francia):** Servicios energéticos.
- **Rorthais (Francia):** Autobuses urbanos.
- **Bourbon-Lancy (Francia):** Motores.
- **Annonay (Francia):** Autobuses

MUNDO

La expansión de Iveco es continua y muy fuerte durante los últimos años y su producción no se limita únicamente al desarrollo de plantas en Europa sino que su presencia en el resto del mundo se ha fortalecido. Tal es esta expansión que dispone de plantas de producción en cada uno de los continentes. El resto de plantas en el mundo las podemos ver a continuación:

EUROPA DEL ESTE:

- **Arifiye (Turquía):** Autobuses, gama media y cajas de cambio.
- **Kraguievac (Serbia):** Gama media.
- **Zaporozhye (Ucrania):** Ejes y cajas de cambios.
- **Miass(Rusia):** Chasis de Eurotrakker.

AMÉRICA DEL SUR:

- **La Victoria (Venezuela):** Gama media y pesada.
- **Córdoba (Argentina):** Gama media y pesada y motores.





ÁFRICA

- **Tajoura (Libia):** Daily, Eurotrakker, minibus y autobús.
- **Addis Abeba (Etiopía):** Gama media y pesada.

ASIA

- **Nanjing (China):** Daily, motores, ejes y cajas de cambios.
- **Hang Zhou (China):** Ejes y cajas de cambios.
- **Chongqing (China):** Ejes y cajas de cambios.

OCEANÍA

- **Dandenong (Australia):** Gama media y pesada.

IVECO POR SEGMENTOS

La producción de Iveco se centra fundamentalmente en la gama pesada, con un 27 % de su facturación total; le sigue el sector servicios con un 24 % y posteriormente la gama ligera con un 17 %. Más alejados ya se encuentran los autobuses de la compañía, que registran una producción del 10 % sobre el total de Iveco; 7 % corresponde a la fabricación de vehículos especiales y el 6 % a la gama media.





1.3. Planta de Valladolid

Iveco dispone de tres plantas en España como ya se ha comentado anteriormente: Barcelona (donde se fabrican autobuses); Madrid (dedicada a la gama pesada) y Valladolid (producción de gama ligera de cabinas y furgones).

Puesto que este proyecto surge debido a la oportunidad de realizar las prácticas de empresa en esta compañía y, concretamente, en la planta de Valladolid, pasaremos a describir más detalladamente ésta.

1.3.1 Producto⁶

El producto fabricado en esta planta se engloba bajo la gama ligera de Iveco y lleva por nombre Daily. Este vehículo se comercializa como cabina o como furgón, por lo que describiremos detalladamente cada tipo para comprender cuáles son las diferencias principales entre ambos.

CHASIS-CABINA.

El eje trasero puede ser tanto de rueda sencilla (clases L y S, hasta 3.500 kg de MMA) como de rueda gemela (clase C, desde 3.500 hasta 6.500 kg de MTMA).

Gracias a la amplia disponibilidad de pasos, suspensiones, motorizaciones y configuraciones (cerca de 3.000), permite satisfacer cualquier exigencia de utilización. Daily chasis-cabina se conduce con permiso B (hasta 3.500 Kg de MTMA).

⁶ Todas las imágenes adjuntas en este punto, se han extraído de la página web de Iveco: www.iveco.com





FURGÓN

El Nuevo furgón Daily afronta de manera ecológica y económica cualquier tipo de recorrido y uso – con 9 motorizaciones (de 106 a 205 CV), el rango más amplio de peso máximo admitido (de 3,3 t a 7 t) y una capacidad de carga de hasta 4,3 t (la máxima de la categoría).

Las 3 alturas internas, las 3 batallas y las 4 longitudes crean 8 volumetrías de carga diferentes de 7,3 a 17,2 m³.





1.3.2 Mercado

El mercado que tiene la empresa desde su planta de Valladolid es muy amplio, sirviendo la mayor parte de su producción a países europeos.

Uno de los conceptos importantes que se tienen en cuenta a la hora de dar valor económico al vehículo es el coste de transporte del vehículo acabado hasta el destino final, es decir, el cliente. Para los vehículos producidos en la planta de Valladolid, este concepto es bajo cuando el producto se sirve a países cercanos; es por esto que la mayor parte de la producción va destinada a Francia (47%) y al propio país español (16%). Los siguientes países que adquieren vehículos fabricados en Valladolid son Italia (11%) y el Reino Unido (7%). Destacamos que el principal país no europeo que demanda vehículos fabricados en Valladolid es Australia con un 2%.

Los proveedores también juegan un papel muy importante en el desarrollo de los vehículos de automoción y otro de los costes que generan valor económico al vehículo es el de transporte del proveedor, por lo que, cualquier pieza o componente de un vehículo será más barata cuanto más cerca se encuentre el proveedor de la planta. Iveco, al ser empresa italiana, tiene la mayor parte de sus proveedores en Italia, por lo que la planta de Valladolid adquiere la mayor parte de sus piezas de este país (66%), seguido de proveedores españoles (16%).

1.3.3 Producción

La empresa se encuentra inmersa en la actualidad en una serie de expedientes de regulación de empleo (llegando ya por el noveno ERE) cuyas consecuencias se están apreciando en la producción de vehículos en los últimos años, con un descenso considerable.

La producción en el año 2009, cuando empezó a notarse la crisis, descendió a la cifra de 14189 vehículos, siendo ésta de 32186 y 40314 en los años 2008 y 2007 respectivamente. La recuperación está siendo lenta y costosa, con ligeros incrementos año a año, estimándose una producción de 27000 vehículos para 2012.



La medida que esta adoptando la empresa para esta recuperación es enlazar paradas de planta con picos de producción. Adaptándose a las demandas del cliente.⁷

Otras cifras significativas de la empresa son la producción diaria de vehículos, que asciende a 162 vehículos cuando los dos turnos realizan su jornada de 8 horas. El número de trabajadores de la planta actualmente es de 947.

1.3.4 Estructura de la fábrica

Las siguientes líneas las dedicaremos a explicar el proceso productivo del vehículo en la planta de Valladolid, describiendo todas las áreas por las que pasa con sus detalles y características más importantes. También mencionaremos aquellas áreas que, aunque no son parte física para la producción del vehículo, sirven de soporte para la fabricación de éste.

1.3.4.1 ÁREAS PRODUCTIVAS

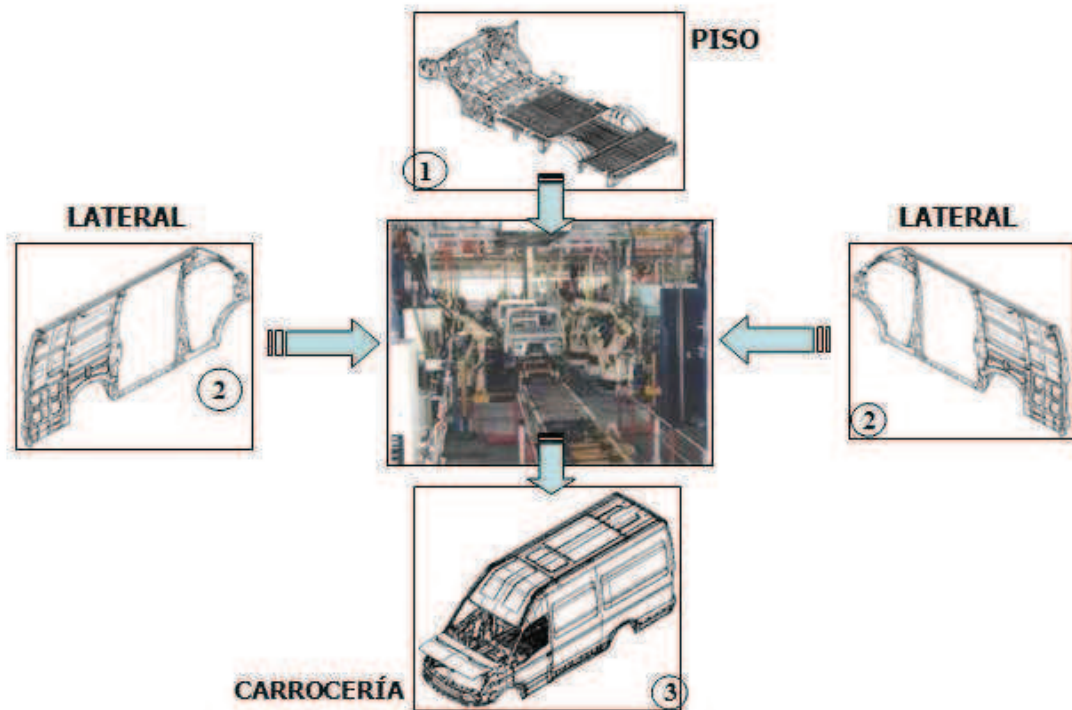
Son aquellos lugares de la empresa que el vehículo en fabricación recorre para obtener el producto final que se entrega al cliente.

Las áreas productivas de Iveco en la planta de Valladolid son fundamentalmente tres: Unidad Operativa Carrocerías, Unidad Operativa Pintura y Unidad Operativa de Montaje. En las siguientes vistas aéreas de la planta podemos apreciar dónde se encuentra situada cada una de ellas:

⁷ Adaptar la producción a la demanda del cliente es un principio del WCM, como veremos más adelante.



UNIDAD OPERATIVA CARROCERÍAS (U. O. CARROCERÍAS)



Es la primera de las áreas por las que pasa el vehículo en construcción. A ella llegan individualmente las partes principales del automóvil que conformarán después la carrocería del mismo. Tiene una zona específica de almacenaje donde esperan hasta que son requeridas para la fabricación.

En esta zona se ensamblan las puertas laterales, el piso y la carrocería del vehículo en sí, mediante soldaduras y técnicas específicas de unión (como vemos arriba)⁸. Se parte del piso y el material circula por una línea en la que se montan primero las puertas laterales y posteriormente la carrocería. La estructura de la U. O. Carrocerías se divide en tres grupos integrados (G. I. Pisos, G. I. Laterales y G. I. Mascarone) y de cada uno de ellos proceden los componentes anteriormente mencionados.

⁸ Imagen correspondiente a la presentación “Fábrica de Valladolid” de la planta de Iveco en Valladolid (abril 2010)

En todo momento se verifican las uniones de los diferentes componentes hasta obtener la carrocería tal y como vemos a continuación⁹:



En este momento, la carrocería ya está preparada para pasar a la siguiente unidad productiva, la U. O. Pintura en la que se tratará y dará el color específico al vehículo. Hasta este momento, el tiempo del vehículo en la zona de carrocerías ha sido de 3,5 horas.

UNIDAD OPERATIVA PINTURA (U .O. PINTURA)

Nos encontramos ya en la segunda de las áreas de producción del vehículo. Esta unidad recibe la carrocería de la anterior y realiza multitud de procesos en ella con el fin de proteger la chapa y darla un color duradero y con una calidad exquisita.

⁹ Imagen obtenida de http://es.minutemachine.com/noticia/nuevo-director-de-la-fabrica-de-iveco-envalladolid_2901.html, el 19 de Enero de 2010



Al igual que en la U. O. Carrocerías, la U. O. Pintura está dividida en dos grupos integrados: G. I. Preesmalte y G. I. Esmalte.

Haremos un pequeño resumen de los procesos que se realizan así como la tecnología involucrada:

1.- **Desengrase:** Debido a la presencia de aceites sobre la chapa hay que limpiar ésta mediante la inmersión y la aspersión de la carrocería con una disolución alcalina a 55-60°C y posteriormente aclararla con agua desmineralizada utilizando varias cubas con toda su tecnología de calentamiento, filtrado y recirculación. Ya tenemos preparada la carrocería para su posterior proceso.

2.- **Fosfatación:** Consiste en sumergir la carrocería en baños con disoluciones de fosfatos cristalinos encargados de proteger la chapa contra la corrosión a la vez que la prepara para que la pintura se adhiera mucho más fácilmente. La mezcla tiene que ser controlada continuamente así como su temperatura, etc.

3.- **Cataforesis:** Se trata de un pintado por electrodeposición catódica en el que su función es proteger a la chapa de la corrosión. Este proceso se hace mediante la inmersión de la carrocería en una cuba llena de pintura para que el pintado se realice en su totalidad. La tecnología para controlar la calidad de esta pintura es extraordinaria: ultrafiltrado, recirculación, temperatura, tratamiento de vertidos, etc.

4.- **Hornos de secado:** Después hay que secar la pintura mediante la elevación de la temperatura en el interior de hornos con un control de la temperatura por zonas muy estricto.

5.- **Masillas:** Con el fin de rellenar los huecos de la carrocería donde las uniones entre chapas no pueden ser perfectas se utiliza la masilla (que es un tipo de plástico líquido) con la doble función estructural y de estanqueidad.

6.- **Horno de Masillas:** Para que la masilla endurezca se vuelve a pasar la carrocería por una zona de alta temperatura con sus quemadores, flujos, etc....



7.- **Línea de PVC:** Consiste en aplicar sobre determinadas partes de la carrocería una capa de PVC para proteger aun más el exterior. Todo este proceso se realiza en una cabina con una temperatura y una humedad relativa específicas.

8.- **Horno PVC:** De nuevo necesitamos “cocer” la carrocería para secar el PVC controlando la temperatura y los tiempos perfectamente.

9.- **Lacas:** En esta zona es donde se aplica la pintura propiamente dicha del correspondiente color elegido. Mediante el sistema electrostático generamos un campo magnético de la base del robot a la carrocería. Todo esto se realiza en una atmósfera controlada.

10.- **Horno de presecado:** Ahora es necesario secar esta capa de pintura rápidamente y de forma segura mediante una atmósfera de aire seco y caliente.

11.- **Barniz:** Es la última capa que se aplica al exterior de la carrocería para proteger y mejorar el aspecto final de la misma. Como antes, se necesita una cabina con las condiciones ambientales controladas.

12.- **Horno final:** Con el objetivo de secar finalmente el conjunto.

12.- **Control y retoque.**

13.- **Ceras:** Aquí introducimos en los cuerpos huecos de la carrocería un componente de protección donde no han llagado ciertas pinturas.

Todos estos procesos descritos anteriormente suponen un tiempo de 6,5 horas al vehículo.¹⁰

¹⁰ Se adjunta en la página siguiente imagen correspondientes a la presentación “Fábrica de Valladolid” de la planta de Iveco en Valladolid (abril 2010)



UNIDAD OPERATIVA MONTAJE (U. O. MONTAJE)

Se puede considerar el área más importante de las tres productivas ya que es aquí donde se realiza el montaje de todas las piezas restantes al vehículo que procede de las dos áreas descritas anteriormente. Al igual que esas unidades, también está dividida en varios grupos integrados, concretamente cuatro: G. I. Guarnecido, G. I. Bastidor, G. I. Carrozado y G. I. Acabados. Los tres primeros corresponden a tres líneas pertenecientes a la nave de montaje y que describiremos a continuación y el último se realiza en un área anexa a dicha nave.

Los vehículos proceden del área de pintura y se almacenan en una zona destinada a los mismos para esperar el momento en el que deben pasar a la línea de montaje. Una vez llegado su turno, el vehículo entra por la línea de guarnecido y a la vez, en la línea de bastidor, se introduce el correspondiente, que se ensamblará más adelante a la carrocería. Entonces, por la línea de guarnecido avanza la carrocería y paralelamente, por la línea de bastidor, el correspondiente a esa carrocería.

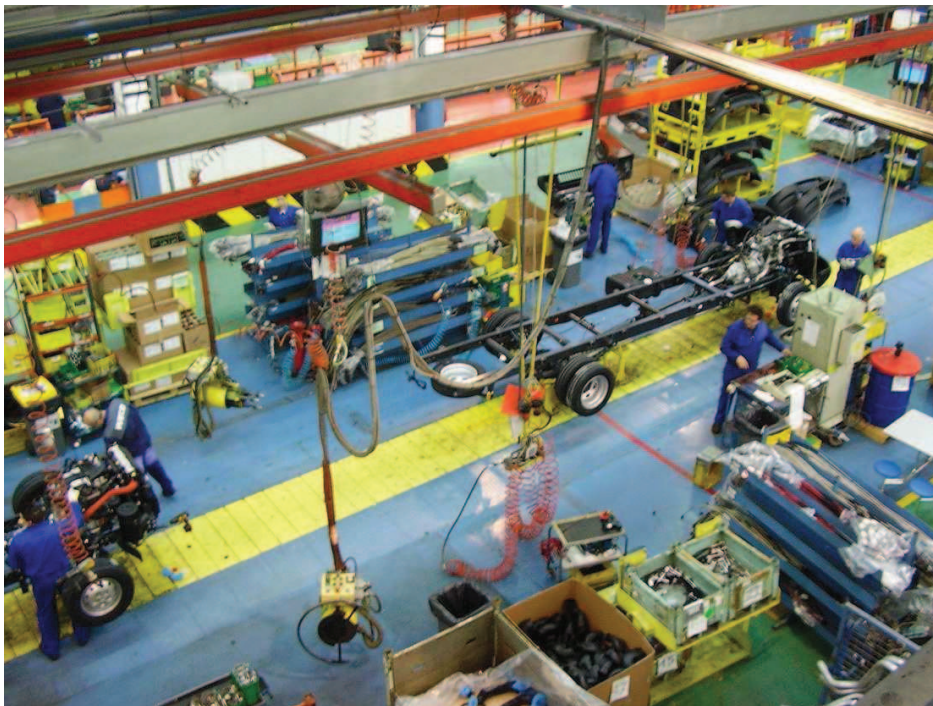
- GUARNECIDO



Es una de las líneas del área de montaje en la que se monta todo el revestimiento interno de la cabina o furgón; también se realiza todo el guarnecido exterior y de puertas.

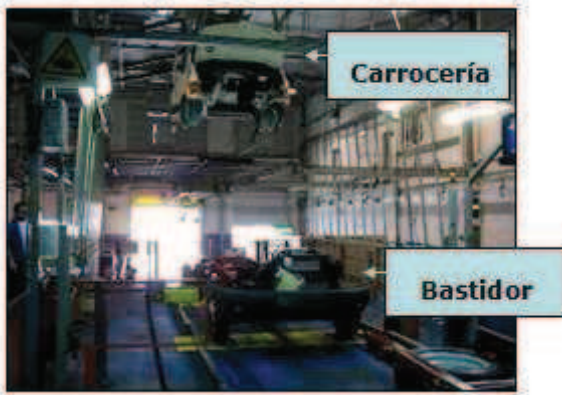
Algunas de las piezas montadas en esta línea son: cables, la instalación de techo y puertas, los revestimientos, los pedales, las alfombras del piso, la goma de puertas, las lunas, el salpicadero, las cañas de dirección, los espejos laterales, los parasoles, etc.

- BASTIDOR



En esta línea se introduce el bastidor correspondiente a la carrocería que circula por la línea de guarnecido y a él se van acoplado y montando la suspensión

- CARROZADO



Al llegar la carrocería al final de la línea de guarnecido y el bastidor al final de su línea, ambos se juntan en la línea de carrozado donde se ensamblan¹¹.

Aquí también se introducen todos los líquidos necesarios del vehículo: refrigerantes, aceites...y se programa la unidad central del vehículo. Al final de esta línea, el vehículo ya se puede conducir.

- ACABADOS¹²



¹¹ Imagen correspondiente al momento del ensamble obtenida de la presentación “Fábrica de Valladolid” de la planta de Iveco en Valladolid (abril de 2010)

¹² La imagen corresponde al área de acabados y se ha extraído de la presentación “06-06-07 Formación Personal Nuevo” de la planta de Iveco en Valladolid



En esta nave, anexa a la de montaje, se realizan pruebas finales al vehículo, tales como pruebas estáticas, dinámicas, de regulación de luces, etc.

A partir de aquí el vehículo ya se encuentra en condiciones óptimas de entrega al cliente.

En todo el proceso de montaje, el vehículo ha permanecido en esta zona un total de 5, 5 horas.

1.3.4.2 ÁREAS DE SOPORTE

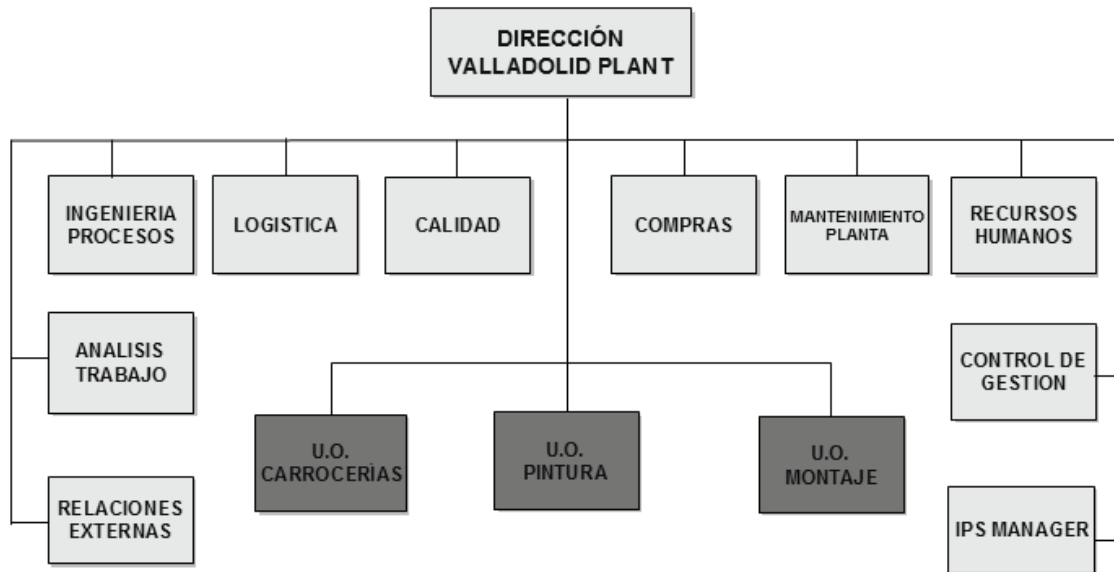
Todas las áreas ya explicadas son áreas productivas ya que en ellas se materializa el vehículo como tal, pero esto no sería posible sin la conexión con otras áreas, denominadas de soporte, que se encargan de gestionar internamente el desarrollo del producto en las condiciones adecuadas y sin ningún problema.

Estas áreas son: relaciones externas, análisis de trabajo, ingeniería de procesos, logística, calidad, compras, mantenimiento, recursos humanos, control de gestión, IPS Manager

Por lo tanto, y según todo lo comentado, la estructura de la planta de Iveco en Valladolid queda de la siguiente manera¹³:

¹³ Esquema extraído de la presentación “06-06-07 Formación Personal Nuevo” de la planta de Iveco en Valladolid





1.3.5 Logística

Una vez descrita la estructura de la planta de Valladolid, nos centramos en la logística, departamento al que se encargo este proyecto. Y no comenzaremos a tratarla sin dar antes una pequeña definición teórica.

1.3.5.1 DEFINICIÓN

Logística es el proceso de planificación, implementación y control del flujo y almacenaje de materias primas, productos semi-elaborados o terminados, y de manejo de la información relacionada desde el lugar de origen hasta el lugar de consumo, con el propósito de satisfacer los requerimientos de los clientes. En otras palabras, con una buena gestión logística se pretende proveer el producto correcto en la cantidad requerida, en el lugar indicado en el tiempo exigido y a un costo razonable.



1.3.5.2 LOGÍSTICA EN VALLADOLID

Después de esta breve explicación del término “logística”, vamos a entrar a explicar en unas pocas líneas las diferentes funciones de logística en la planta de Iveco en Valladolid.

LOGÍSTICA DE PLANIFICACIÓN Y APROVISIONAMIENTO

Esta parte se encarga de planificar la producción de acuerdo a las condiciones establecidas en el mercado y a los recursos disponibles. Juega un papel muy importante dentro de la planta ya que de ella depende que se pueda fabricar un vehículo a tiempo. Para ello se basa en la nivelación de la producción.

La nivelación de la cantidad total de producción tiene por objeto minimizar la diferencia entre la producción de un periodo y la del siguiente. El ideal es producir la misma cantidad de productos en cada periodo (por lo general, cada día).

Aunque la demanda de automóviles puede cambiar considerablemente, lo que afecta a los volúmenes mensuales de producción, la nivelación de la producción permite que permanezcan constantes los volúmenes de producción diaria.

Otra de las cosas que hay que tener en cuenta es que la demanda dentro de un mes no es constante. Por ejemplo, la demanda de automóviles en la primera mitad de un mes puede ser alta y luego debilitarse en la segunda mitad. En tales circunstancias, si cada día se produjera la misma cantidad de automóviles, se necesitarían existencias de reserva con objeto de vender un número de automóviles que satisficiera la demanda la primera parte del mes. Al mismo tiempo, se acumularía un exceso de existencias al final del mes debido a la menor demanda de automóviles. Por consiguiente, cuanto más breve sea el periodo del plan maestro de producción, tanto mejor para la ejecución de la nivelación de la producción total. Es decir, un plan bisemanal es mejor que un plan mensual, mientras que un plan semanal es aún más deseable.



Por otra parte, si el lapso de tiempo del plan maestro de producción es demasiado corto, desaparecerá la nivelación de la producción total. Dicho de otro modo, si se elabora un plan de producción de acuerdo con los pedidos reales, que cambian a diario, la nivelación de la producción total igualaría el volumen de producción horario, y no nivelaría la producción total de un mes. Además, las grandes fluctuaciones en el volumen de producción diaria obligan a la fábrica a cambiar cada día el número de trabajadores, lo que origina un despilfarro de mano de obra especialmente en una fábrica en que es viable la transferencia diaria de trabajadores. Después de todo, la nivelación de la producción total está destinada a nivelar lo más posible la cantidad diaria de productos que fluyen previendo los picos y los valles de la demanda. Hay que evitar el despilfarro global de todo el sistema de producción.

*La **logística de planificación y aprovisionamiento** se encarga de planificar la producción de acuerdo a las condiciones establecidas en el mercado y a los recursos disponibles y de asegurar las necesidades materiales en cada momento.*

LOGÍSTICA OPERATIVA

Esta parte de la logística es la primera toma de contacto del material con la planta ya que se encarga de su recepción, descarga, procesamiento informático, almacenamiento y suministro a las líneas de montaje.

El proveedor lleva los albaranes a la zona de recepción. Este documento contiene la distribución de lo que llega: referencia y cantidades.

Evidentemente, el part number o referencia de las piezas que facilita el proveedor no coincide con el número de referencia de la planta para la misma pieza por lo que habrá que traducirlo a un número de referencia que la planta comprenda.





Esto se hace en recepción, introduciendo el part number facilitado por el proveedor en un sistema informático y generando éste un BEM (Bono de Entrada de Material) en el que ya se puede apreciar la referencia que la planta utiliza.

Con este BEM, los camiones de los proveedores acceden a la zona de almacén donde los operarios de almacén comprueban si las condiciones y las cantidades de material son las correctas. Una vez realizada la comprobación, se descarga el material y finaliza el trabajo del proveedor.

El almacén está formado por la gente que anteriormente ha recepcionado el material, por la gente que a continuación lo almacena en la zona adecuada y por la gente que lo suministra a las líneas de montaje. Este suministro, como veremos más adelante se puede realizar de varias formas: mediante kanban, picking o secuenciación.

*La **logística operativa** se encarga de la recepción, descarga, procesamiento informático, almacenamiento y suministro del material a las líneas de montaje.*

Y es en este departamento tuve la posibilidad de desempeñar mi periodo de prácticas y dar forma a este proyecto.





2. WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM) EN EL SUMINISTRO A LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN¹

2.1 WCM. ¿Qué es?

Es un modelo integrado establecido por el Grupo Fiat, que desarrolla los estándares de producción de todas sus plantas en el mundo.

Optimiza todos los procesos de producción y permite aplicar una mejora continua de los factores fundamentales: calidad, productividad, seguridad y distribución.

La WCM sienta sus bases en el sistema de producción inventado y promovido por Toyota Motor Corporation, adoptado por muchas empresas japonesas como consecuencia de la crisis del petróleo de 1973 cuya finalidad principal es eliminar a través de las actividades de mejora varias clases de despilfarro que yacen ocultas en el interior de la empresa.

Este modelo se utiliza para llevar al máximo punto el rendimiento del sistema productivo, respetando los programas logísticos y los objetivos de calidad definidos, a través de:

- La mejora de los procesos
- La mejora de la calidad del producto
- El control y la reducción progresiva de los costes de producción
- La flexibilidad en responder a las exigencias del mercado y del cliente
- La implicación y la motivación de las personas que trabajan en los procesos industriales.

¹ Toda la información que se muestra en este punto es obtenida de los libros referidos en la bibliografía, junto con los esquemas extraídos de las presentaciones de Iveco Valladolid.



La aplicación del sistema de producción permite a la administración concentrarse en la mejora, en lugar de perseguir los problemas cotidianos. Este sistema de producción constituye un conjunto estructurado de metodologías y de instrumentos cuya aplicación, difundida en toda la empresa con la implicación de todos los empleados, permite la mejora radical de las prestaciones del sistema productivo. Esto permite entregar al cliente el producto en el plazo y calidad requeridos y eliminar simultáneamente las actividades sin valor añadido y cualquier otro tipo de pérdida de personas, sistemas, materiales y energía.

***World Class Manufacturing (WCM):** modelo integrado que optimiza todos los procesos de producción y permite aplicar una mejora continua en calidad, productividad, seguridad y distribución.*

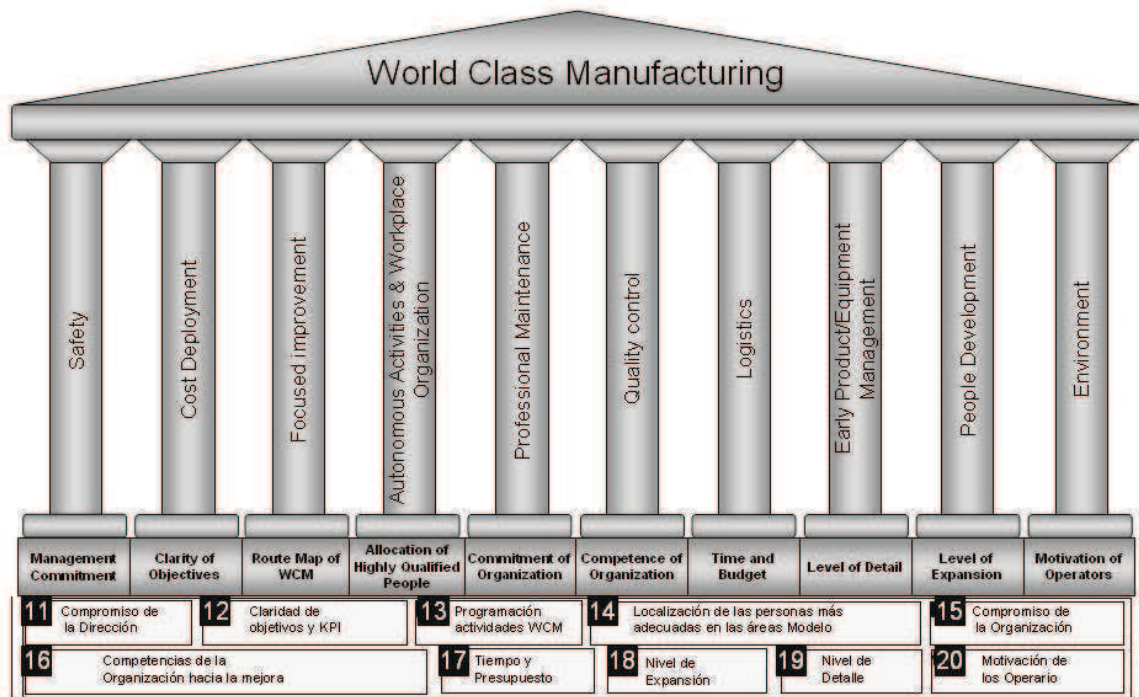
2.1.2 Sistema de Auditorías

En su implementación, el modelo WCM está respaldado por un Sistema de Auditorías. Éste constituye uno de los elementos para evaluar, guiar y respaldar la aplicación del sistema de producción siguiendo la trayectoria hacia el World Class Manufacturing y tiene la finalidad de comprobar el avance de los resultados (mediante indicadores de rendimiento) y de dirigir la administración a una correcta aplicación de los métodos del sistema de producción.

Para dicha finalidad se prevén autoevaluaciones periódicas para el monitoreo del avance de las actividades, o evaluaciones externas, a cargo de managers independientes, para la certificación de los niveles logrados.

El Sistema de Auditorías gira en torno a 10 pilares técnicos (cada uno referido a una metodología precisa, organizada en 7 pasos aplicativos) y a 10 criterios gerenciales (de respaldo a los técnicos, necesarios para una aplicación óptima del sistema de producción).

Estos son:



Como pilares influyentes en la realización de este proyecto se encuentran: Safety, Autonomous Activities-Work Place Organization y Logistics, por lo que desarrollaremos a continuación cada uno de ellos. El resto seguirán la misma metodología pero no consideramos necesario introducirlos aquí.

- SAFETY (SEGURIDAD)

¿POR QUÉ SE HACE?

Para satisfacer las exigencias de los encargados, asegurando la mejora continua de la seguridad en el puesto de trabajo.

¿PARA QUÉ SIRVE?

Para reducir drásticamente el número de los accidentes, para desarrollar la cultura de la prevención por lo que concierne a la seguridad, para mejorar constantemente la ergonomía del puesto de trabajo, para desarrollar las competencias profesionales específicas...



PRINCIPALES ACTIVIDADES

Auditorías internas periódicas sobre la seguridad de las instalaciones, identificación y evaluación de los riesgos, análisis sistemático de los incidentes producidos, mejoras técnicas sobre las máquinas y sobre el puesto de trabajo, formación, enseñanza y control.

RESULTADOS ESPERADOS

Mejora del entorno laboral, eliminación de las condiciones para potenciales incidentes e infortunios.

PASOS DE DESARROLLO

1. Análisis de los infortunios y de las causas de infortunio.
2. Contramedidas y ampliación sobre las áreas parecidas.
3. Estándares iniciales de seguridad (lista de todos los problemas).
4. Inspección general para la seguridad (enseñanza y formación de las personas).
5. Inspección autónoma (contramedidas contra los problemas potenciales).
6. Estándares autónomos de seguridad.
7. Plena implementación del sistema de seguridad.

NIVELES DE EVALUACIÓN DE LA SAFETY

No hay actividades para mejorar la seguridad.

1. Se nombra una persona responsable para la seguridad que trabaja con una organización de pilar. Existen informes de los incidentes. Aún no se ha obtenido una reducción sustancial del número de incidentes.
2. Cada vez que se produce un incidente se lleva a cabo un análisis de las causas y se adoptan contramedidas para evitar que se repita el evento.
3. Hay estándares de seguridad, pero no son seguidos estrictamente por parte de todos los empleados.
4. Las personas son responsables cada uno de la propia seguridad y adoptan contramedidas autónomas hacia los problemas de seguridad.
5. No se registran infortunios en los tres últimos años. Existe un enfoque





proactivo a la seguridad. El Safety Management System, sistema de gestión de la seguridad, se aplica plenamente. Obtenida la certificación ISO 18000.

Safety asegura la mejora continua evolucionando constantemente la ergonomía del puesto de trabajo.

- AUTONOMOUS ACTIVITIES-WORK PLACE ORGANIZATION (WO-ORGANIZACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO)

¿POR QUÉ SE HACE?

Porque los puestos de trabajo, los materiales y las herramientas a menudo están deteriorados, sucios y desordenados; porque la calidad del producto se obtiene con demasiados controles y reelaboraciones; porque la motivación de las personas seguramente es mejorable.

¿PARA QUÉ SIRVE?

Para mejorar la eficiencia y la productividad del sistema productivo, a través de:

1. el restablecimiento y el mantenimiento de las condiciones básicas.
2. la eliminación de actividades sin valor añadido.
3. la implicación de las personas.
4. el desarrollo de las competencias sobre el producto y sobre la instalación.

PRINCIPALES ACTIVIDADES

Creación de los equipos, formación y preparación de las actividades; eliminación de todo lo que no sea necesario, reordenación y limpieza; definición y aplicación de los ciclos de mantenimiento; análisis y eliminación de actividades sin valor añadido; mejora de los ciclos de trabajo y de la calidad del producto, a través del desarrollo de las competencias de los encargados.

RESULTADOS ESPERADOS

Eliminación de pérdidas de mano de obra y de materiales; incremento de la calidad del producto obtenida mediante un proceso sólido y a prueba de error; mejora



de la productividad y costes del proceso adecuados; ergonomía y seguridad del trabajo; mejora del clima, de la motivación y de las proposiciones.

PASOS DE DESARROLLO

1. Limpieza inicial.
2. Reordenación del proceso.
3. Estándares iniciales.
4. Formación sobre las características del producto.
5. Suministro de los materiales en Just In Time (JIT).
6. Mejora de los estándares.
7. Secuencias de trabajo estándares.

NIVELES DE EVALUACIÓN DE LA WORK PLACE ORGANIZATION.

0. No existen actividades que impliquen a los operadores en la mejora cotidiana del trabajo de montaje.

1. Se han elegido áreas modelo entre las áreas clasificadas AA² en función de las pérdidas como tiempos muertos, desplazamientos, transportes, búsqueda de materiales, set-up o arreglo de instrumentos y la producción de defectos, debida sustancialmente a la falta de una organización apropiada del puesto de trabajo. En dichas áreas se han implementado correctamente los pasos 1-3. Está presente un sistema de auditoría que comprueba si los pasos se han implementado correctamente.

2. Paso 4 para las áreas modelo. Se han completado los pasos 1-3 para todas las áreas de clase AA. El análisis costes/beneficios demuestra los beneficios obtenidos.

3. Paso 5 para las áreas modelo. Paso 4 para todas las áreas de clase AA. Paso 3 para todas las áreas de clase A.

4. Paso 6 para las áreas modelo. Paso 5 para todas las áreas de clase AA. Paso 4 para todas las áreas de clase A.

² Es una clasificación de las zonas en las que se tiene en cuenta tres aspectos: las operaciones de no valor añadido, la insaturación que existe en los equilibrados de los operarios y los re-trabajos que se producen a posteriori por defectos que se provocan en cada puesto. Así, se tiene un indicador que valora los puestos de trabajo con el fin de identificar dónde se tienen las pérdidas. De esta forma las zonas donde se producen las mayores pérdidas son las AA.



5. Paso 7 para las áreas modelo. Paso 6 para todas las áreas de clase AA. Paso 5 para todas las áreas de clase A. Se comienzan a ver iniciativas autónomas que salen de las áreas modelo, gradualmente implican las áreas de clase A y llegan a las áreas de clase B.

Work Place Organization (WO) mejora la eficiencia y productividad eliminando actividades sin valor añadido.

- QUALITY CONTROL (CONTROL DE LA CALIDAD)

¿POR QUÉ SE HACE?

Porque la satisfacción de los clientes no es adecuada; porque a veces llegan a los clientes productos defectuosos; porque los costes de descartes y reelaboraciones son elevados.

¿PARA QUÉ SIRVE?

Para asegurar productos de calidad para los clientes minimizando los costes; para definir las condiciones de los sistemas de producción como para impedir la aparición de la no conformidad; para mantener las condiciones definidas para garantizar la conformidad a largo plazo; para aumentar las competencias de los encargados sobre la solución de problemas de calidad.

PRINCIPALES ACTIVIDADES

Análisis de defectos, reelaboraciones y descartes para analizar los orígenes de las no conformidades (matriz QA); definición de las condiciones operativas que aseguren la calidad deseada y la capacidad del proceso (matriz QM); constitución, formación y gestión de los equipos de mejora; cumplimentación de la matriz X y definición de los Q Point y de los ciclos de prevención y mantenimiento; definición de los Standards Operating Procedure – SOP.



RESULTADOS ESPERADOS

Crecimiento de la satisfacción del cliente; reducción significativa de defectos, descartes y reelaboraciones y, por lo tanto, de los costes de la no calidad; difusión de las competencias de solucionar problemas; aumento de las propuestas de mejora de la calidad del producto.

PASOS DE DESARROLLO

1. Estudio de las condiciones actuales.
2. Restablecimiento y mejora de los estándares operativos.
3. Análisis de los factores de pérdida crónicos.
4. Reducción y eliminación de todas las posibles causas de pérdida crónicas.
5. Identificación de las condiciones idóneas para cero defectos.
6. Mantenimiento de las condiciones idóneas para cero defectos.
7. Mejora de los métodos de mantenimiento de las condiciones para cero defectos.

NIVELES DE EVALUACIÓN DE LA QUALITY CONTROL

0. No se practica un Quality Control adecuado. Los productos buenos se separan de los descartes, en función de la actividad de inspección.

1. En función de la matriz QA, se han elegido los procesos muestra para el Quality Control y se realiza el análisis estructurado de las causas origen (4M, 5whys,...) para los puntos críticos del proceso. Se han aplicado los pasos 1-4. Los resultados en la mejora del Quality Control muestran beneficios.

2. Paso 5 logrado sobre los procesos modelo. Las 5 preguntas para los cero defectos están empujadas al nivel máximo hasta identificar la causa origen de los problemas de calidad. Las condiciones para cero defectos se conocen para más de un 40% de los problemas de calidad y los estándares operativos están bien definidos. Paso 4 de mejora de la calidad para los procesos de clase AA.

3. El procedimiento de análisis de punto se aplica a los puntos críticos del proceso para determinar las causas desconocidas de los problemas de calidad. Se





complimentan las X-matrix y las QA-matrix para establecer los estándares operativos para las instalaciones relacionadas con los problemas de calidad. Para los errores humanos, está bien definido un estándar de trabajo (SOP), en caso de falta de conocimientos o competencias. Dispositivos a prueba de error son ampliamente usados en caso de olvido, negligencia, desatención, etc.

4. Paso 6 para los procesos modelo. Para identificar los factores cualitativos se aplican el DOE y/o el Taguchi Method para esos problemas de calidad que son difíciles de analizar también con el PPA. Se realiza el análisis de la varianza para identificar la contribución de cada factor. Para los principales factores cualitativos se utilizan control chart para controlar la calidad, no por los resultados sino por las causas. Paso 5 para los procesos de clase AA. Paso 3 para los procesos de clase A. El enfoque es el de pasar de un sistema preventivo a uno proactivo.

5. Paso 7 para los procesos modelo. El enfoque es proactivo. El proceso está bien estabilizado y está bajo control. Paso 6 para los procesos de clase AA. Paso 5 para los procesos de clase A.

Quality Control asegura productos de calidad para los clientes minimizando los costes.

- LOGISTICS/CUSTOMER SERVICE (LOGÍSTICA Y SERVICIO AL CLIENTE)

¿POR QUÉ SE HACE?

Porque las reservas de material en la fábrica son elevadas, con pesados gastos financieros; porque el riesgo de daño y obsolescencia es notable; porque no es infrecuente la necesidad de reprogramar la producción debido a la falta de material.

¿PARA QUÉ SIRVE?

Para crear condiciones de flujo dirigido al interior de la fábrica y con los proveedores; para reducir de manera significativa los niveles de stock; para nivelar los





volúmenes y el mix productivo y aumentar las saturaciones de las líneas; para minimizar el movimiento interno, también con entregas directas por proveedores a línea de montaje; para integrar las redes de venta, producción y compras.

PRINCIPALES ACTIVIDADES

Aplicación del análisis de los flujos (Value Stream Map) para identificar las pérdidas y las oportunidades; mejora de los sistemas de programación interna y externa, de los lay-outs y de los contenedores; difusión de las principales metodologías de gestión de materiales (JIT síncrono, Kanban, lleno contra vacío, FIFO, transportes externos compartidos,...)

RESULTADOS ESPERADOS

Ejecución de pedidos rápida; reducción de stock y rotación de trabajo; reducción daños y obsolescencia materiales; aumento de competencias logísticas de fábrica.

PASOS DE DESARROLLO

1. Re-ingenierizar las líneas para satisfacer al cliente.
2. Recolocar la logística interna.
3. Recolocar la logística externa.
4. Nivelar la producción.
5. Refinar la logística interna y externa.
6. Integrar red de venta, producción y compras.
7. Adoptar una programación con secuencia-tiempo preestablecida.

NIVELES DE EVALUACIÓN DEL LOGISTIC/CUSTOMER SERVICE

0. Falta de sincronización entre Ventas, Producción y Gestión de Materiales. Nivel de existencias elevado por la falta de JIT y de métodos de gestión tradicionales. Principio de la reducción del movimiento no comprendido a fondo y practicado.

1. El montaje produce sobre pedidos reales y recibe materiales de manera organizada. Chapa produce los principales subgrupos con un sistema de cámaras,





para reducir los Lead Times y minimizar el movimiento. Existe sincronización entre Prensas y Chapa.

2. Actividades para crear un flujo a través de toda la fábrica. Se hacen movimientos internos y transportes compartidos. Sincronización entre Gestión de Materiales y Montaje. Entregas directas de los proveedores a la línea. FIFO aplicado.

3. El Dir. Comercial intenta vender los automóviles de manera continua, para nivelar la producción y crear un flujo homogéneo de toda la fábrica. Logística interna y externa minimiza el movimiento. Producción sincronizada para las principales partes realizadas internamente. FIFO aplicado para muchísimos materiales. Stock al Montaje para materiales de grandes dimensiones, costosos, con muchas variantes: máx 2h.

4. Funciones Ventas, Distribución, Producción y Gestión de Materiales integradas para crear un flujo cuidado por la recepción del pedido a la entrega. FIFO aplicado para buena parte de los materiales. Rotación de stock > 25. Stock al Montaje para materiales de grandes dimensiones, costosos, con muchas variantes: máx 1h.

5. Programación con secuencia rígida de toda la fábrica. Plena sincronización entre Ventas, Distribución, Producción y Gestión de Materiales. Lead Time de recepción pedido a entrega a la red: 5 días. Movimiento mínimo. FIFO siempre aplicado. Rotación de stock > 40. Stock al Montaje para materiales de grandes dimensiones, costosos, con muchas variantes: máx 30'.

Logistics reduce los niveles de stock, aumenta las saturaciones de las líneas y minimiza el movimiento interno.



2.2 Fundamentos teóricos de la WCM

2.2.1 Work Place Organization (WPO)

Como se ha visto anteriormente a la hora de definir el pilar: Autonomous Activities, la organización del puesto de trabajo es fundamental para mejorar la eficiencia y productividad.

Es un pilar básico de la WCM.

2.2.1.1 ESTANDARIZACIÓN DE LAS OPERACIONES

Las operaciones estándar están encaminadas a utilizar un número mínimo de trabajadores para la producción. Su **primer objetivo** es lograr una alta productividad a través de un trabajo esforzado que no significa trabajo agotador, sino al contrario: significa trabajar eficazmente sin realizar movimientos inútiles. Para facilitar este primer objetivo, es importante un orden estandarizado de las varias operaciones que ha de ejecutar cada trabajador, denominado *secuencia de las operaciones estándar*.

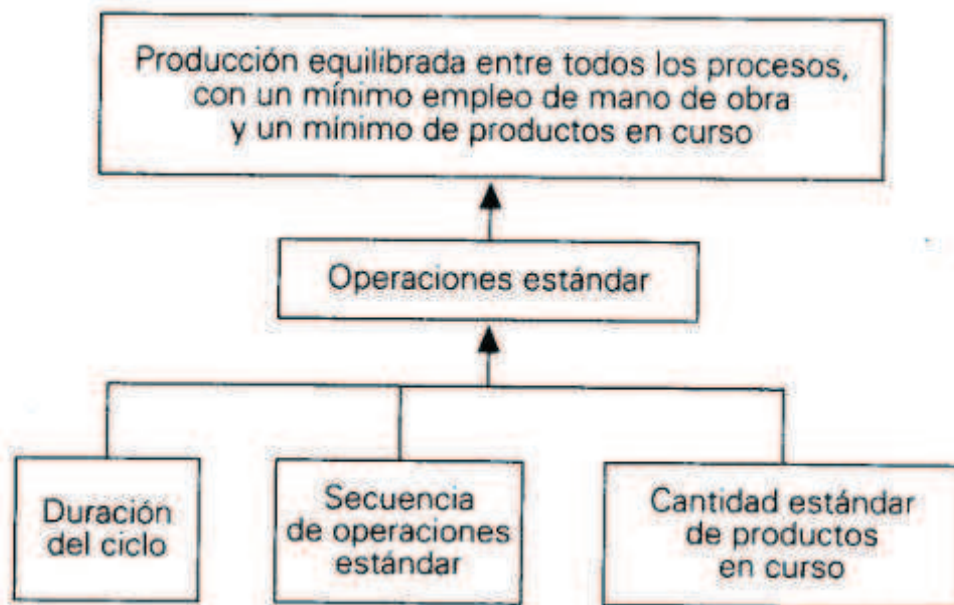
El **segundo objetivo** de las operaciones estándar de la WCM es lograr el equilibrio entre todos los procesos de la línea desde el punto de vista del ritmo de producción. Aquí debe incorporarse a las operaciones estándar el concepto de duración del ciclo.

El tercer y **último objetivo** es reducir al mínimo las existencias en curso de transformación, estableciendo como *cantidad estándar de productos en curso*, el número mínimo de unidades necesario para que los trabajadores realicen las operaciones estándar. Esta cantidad estándar contribuye a eliminar el exceso de existencias en curso.

Para alcanzar estos tres objetivos, las operaciones estándar se componen de la duración del ciclo, la secuencia de las operaciones estándar y la cantidad estándar de productos en curso.



Con el fin de promover estos objetivos, la producción se dispone de tal manera que se eliminen los accidentes y los productos defectuosos. Por tanto, el procedimiento para comprobar la seguridad y la calidad de los productos se estandariza también. De ese modo, las precauciones relacionadas con la seguridad y con la calidad del producto son subobjetivos de las operaciones estándar.³



Objetivos de la estandarización de operaciones:

- *Alta productividad.*
- *Equilibrio entre los procesos de la línea en cuanto al ritmo de producción.*
- *Reducción al mínimo de las existencias en curso de transformación.*

- DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LAS OPERACIONES ESTÁNDAR

Las operaciones estándar se determinan de la siguiente manera:

³ Imagen correspondiente al libro “El ‘Just in Time’ hoy en Toyota” de Yasuhiro Monden



- 1) Se determina la duración del ciclo.
- 2) Se fija el tiempo de ejecución por unidad.
- 3) Se establece la secuencia de las operaciones estándar.
- 4) Se determina la cantidad estándar de productos en curso.
- 5) Se prepara la hoja de operaciones estándar.

- DETERMINACIÓN DE LA DURACIÓN DEL CICLO

La duración del ciclo es el periodo de tiempo en el que debe producirse una unidad de producto. Se determina por la cantidad diariamente requerida de producción y por el tiempo diario efectivo de ejecución, de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Cantidad de prod requerida diariamente}}{\text{Tiempo diario de trabajo efectivo}} = \text{Duración del ciclo}$$

- FIJACIÓN DEL TIEMPO POR UNIDAD

Hay que fijar el tiempo de ejecución por unidad de producción en cada proceso y para cada pieza.

Esta unidad de tiempo se anota siempre en la hoja de *capacidad de producción de piezas* que se rellena para cada clase de piezas.

- ESTABLECIMIENTO DE LA SECUENCIA DE OPERACIONES ESTÁNDAR

Después de determinar la duración del ciclo y la duración de las operaciones por unidad, debe calcularse el número de operaciones diferentes que ha de asignarse a cada operario. Dicho de otro modo, debe establecerse la secuencia de las operaciones estándar de cada trabajador.





La secuencia de las operaciones estándar es el orden de las actividades que cada operario debe realizar dentro de la duración del ciclo.

- PREPARACIÓN DE LA HOJA DE SECUENCIAS DE LAS OPERACIONES ESTÁNDAR.

La hoja de secuencias de las operaciones estándar es el documento final necesario para estandarizar las operaciones.

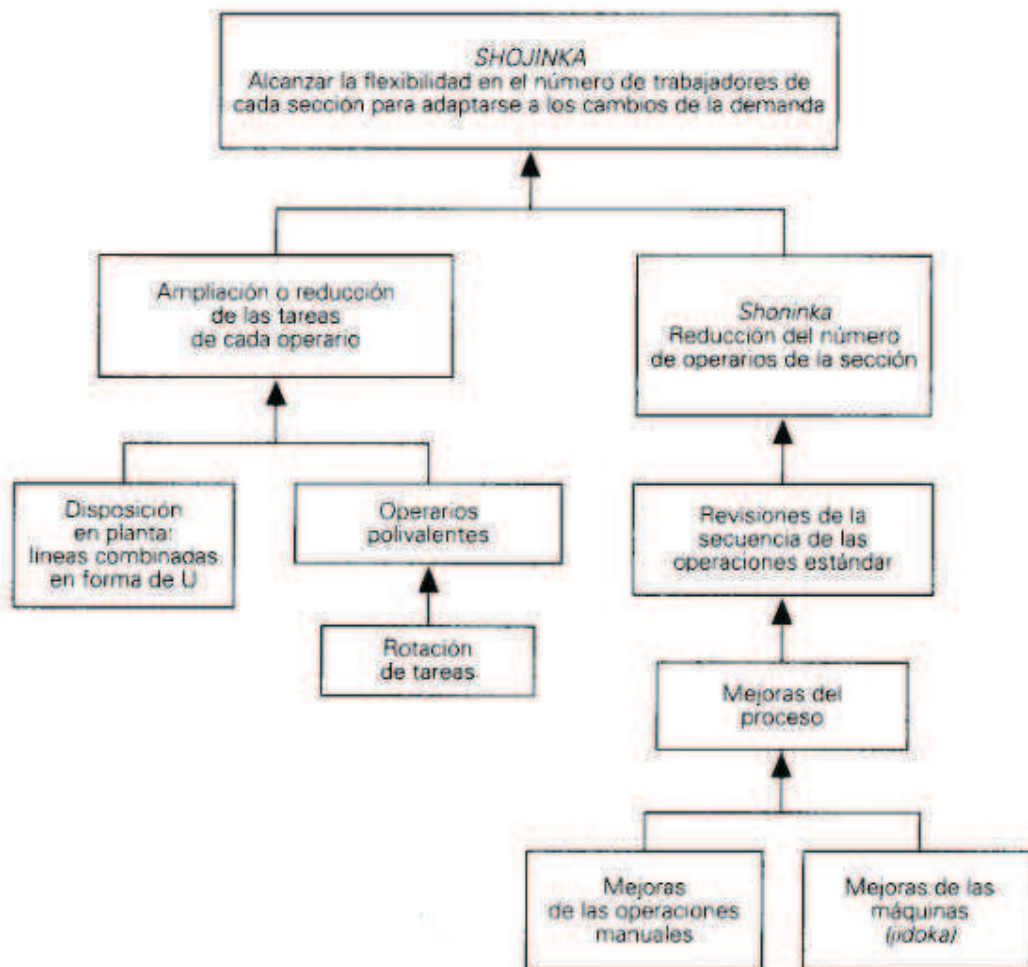
Dicha hoja contiene datos como la duración del ciclo, la secuencia de operaciones, el tiempo neto de la operación...

A la derecha vemos una hoja de secuencia de las operaciones estándar adoptada por la compañía Iveco para uno de sus puestos de trabajo y que sigue las directrices marcadas anteriormente.

IVECO		HOJA DE ANÁLISIS			Nº HOJA	
RESPONS: P. ESCUDERO FECHA: 24/11/2006		Nº DE PARTE				
SISTEMA: 1 ciclo = 4 Espejos lado izqdos		DENOMINACIÓN: SECUENCIACIÓN DE ESPEJOS IZQUIERDOS (Con estructura alemana)				
Nº	PROCESO / SECC. TRABAJO INDICACIONES	CÓDIGO	TMU MAN.	FREC.	TMU MAN.	MIN. PROCESO
1	Desplazamiento para empezar nuevo ciclo desde puesto de radiadores (45metros)	KA	25	46	1125	0,675
2	Apretar pick to light para empezar el ciclo	AA1	20	1	20	0,012
3	Verificación visual (pick to light)	TT	15	4	60	0,036
4	Apretar pick to light para apagar luz	AA3	50	4	200	0,12
5	Coger carro - veces que lo muevo en el encendido	AA1	20	4	80	0,048
6	Desplazamiento para coger espejos de contenedor y Situarlos en el carro de encendido (10,8metros)	KA	25	10,8	270	0,162
7	Coger-Situar espejo en carro (4 espejos lado izq.) (> 1Kg)	AH3	55	4	220	0,132
8	Desplazamiento posicionar carro en zona de recogida (3 metros)	KA	25	3	75	0,046
9	Desplazamiento coger pegatinas de impresora) (2 metros)	KA	25	2	50	0,03
10	Coger 4 pegatinas de la impresora + Pegar en carro	AA1	20	4	80	0,048
11	Desplazamiento para pegar pegatinas) (2 metros)	KA	25	2	50	0,03
12	Despegar papel pegatina + tirar a papelera	AD1	20	4	80	0,048
13	Ir a estructura para cambiar contenedor (1 metro) Parte proporcional de cambio= 0,19 contenedores/carro	KA	25	0,19	4,75	0,00285
14	Girar contenedores para reponerlos cuando se acaban (3 cogeres x 0,19 contenedores/carro)	AL3	115	0,57	65,55	0,039
ACTIVIDAD AL 111=					TOTAL	1,428
ACTIVIDAD AL 100=					1,11	1,586
COEFICIENTES DE DESCANSO					1,16	1,823
TIEMPO TIPO REALIZACIÓN DE UN CARRO						1,823

2.2.1.2 DISPOSICIÓN EN PLANTA

- SHOJINKA: SATISFACER LA DEMANDA A TRAVÉS DE LA FLEXIBILIDAD⁴



Conseguir la flexibilidad en el número de trabajadores para adaptarse a los cambios de la demanda se denomina *shojinka*. Dicho de otro modo, en el sistema de producción de Toyota, *shojinka* significa modificar el número de trabajadores cuando varía la demanda de producción.

⁴ Se adjunta imagen correspondiente al libro “El ‘Just in Time’ hoy en Toyota” de Yasuhiro Monden.



Este término tiene un significado especialmente importante cuando el número de trabajadores debe reducirse a causa de una disminución de la demanda. Shojinka equivale a aumentar la productividad mediante el ajuste y la reprogramación de los recursos humanos. Para hacer realidad esta idea, son requisitos previos estos tres factores:

- 1) Una apropiada disposición en planta de la maquinaria.
- 2) Unos operarios que posean múltiples aptitudes y que estén bien adiestrados, es decir, lo que llamamos operarios polivalentes.
- 3) Una evaluación continua y una revisión periódica de la secuencia de las operaciones estándar.

2.2.1.3 REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE PREPARACIÓN

Cuando el tiempo de preparación de una pieza o de un proceso es inferior a 10 minutos se denomina *single setup*. En la actualidad, en muchos casos el tiempo de preparación se ha reducido a menos de un minuto (*one-touch setup*). Antes de 1981, las empresas norteamericanas y europeas solían emplear un mínimo de dos horas, o lo que es peor, un día entero, en la preparación. La necesidad de llegar a un tiempo de preparación tan increíblemente corto fue captada por Taiichi Ohno, quien se dio cuenta de que, reduciendo el tiempo de preparación, se podía minimizar el tamaño de los lotes y por consiguiente reducir las existencias de productos terminados y semielaborados.

Mediante la producción de lotes pequeños, podría reducirse el plazo de fabricación de varias clases de productos, y la empresa podría adaptarse con gran rapidez a los pedidos de los clientes y a las variaciones de la demanda. Aunque cambien los tipos de automóviles solicitados y las fechas de entrega a mediados de mes, la adaptación no es un problema. Desde este punto de vista, también pueden reducirse las existencias de productos terminados y semielaborados.





La preparación rápida es una innovación aportada por los japoneses en el campo de la organización científica del trabajo. Esta idea fue promovida por Shigeo Shingo, asesor de Toyota, y ahora es cosa corriente en la teoría y la práctica de la organización científica del trabajo en todo el mundo. La preparación rápida no debe considerarse una técnica, sino una concepción que requiere un cambio de actitud en todas las personas de una fábrica. En las empresas japonesas, la reducción del tiempo de preparación no la promueve el personal de organización científica del trabajo, sino los propios operarios, reunidos en pequeños grupos que reciben el nombre de “círculos de control de la calidad” o “grupos de cero defectos”. El logro de un menor tiempo de preparación y el correspondiente aumento de la moral permiten a los trabajadores afrontar retos similares en otros campos de la fábrica, lo cual constituye una importante ventaja secundaria de la reducción del tiempo de preparación.

- PROCEDIMIENTO PRÁCTICO PARA REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN

ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN⁵

Para abreviar el tiempo de preparación, es importante reconocer primero las condiciones actuales de las actividades de preparación dentro de la fábrica. Aunque la mayoría de los directores de fábrica y los jefes de sección están interesados en reducir el tiempo de preparación, suelen dejar las operaciones correspondientes en manos de los trabajadores. Aunque es posible que nunca se haya medido el tiempo exacto de las actividades de preparación, los trabajadores, cuando se les pregunte, dirán que es “aproximadamente” de entre hora y media y dos horas. La palabra clave en este caso es *aproximadamente*. En realidad, las actividades de preparación es probable que estén fuera de control.

Cuando las actividades de preparación se prolongan demasiado o el tiempo de preparación varía considerablemente, es posible que existan los siguientes problemas:

⁵ Se adjunta imagen correspondiente al libro “El ‘Just in Time’ hoy en Toyota” de Yasuhiro Monden.



- 1) La terminación de la preparación es incierta.
- 2) No se ha estandarizado el procedimiento de preparación.
- 3) El procedimiento no se observa correctamente.
- 4) Los materiales, las herramientas y plantillas no están dispuestos antes del comienzo de las operaciones de preparación.
- 5) Las actividades de acoplamiento y separación duran demasiado.
- 6) Es alto el número de operaciones de ajuste.
- 7) Las actividades de preparación no han sido adecuadamente evaluadas.

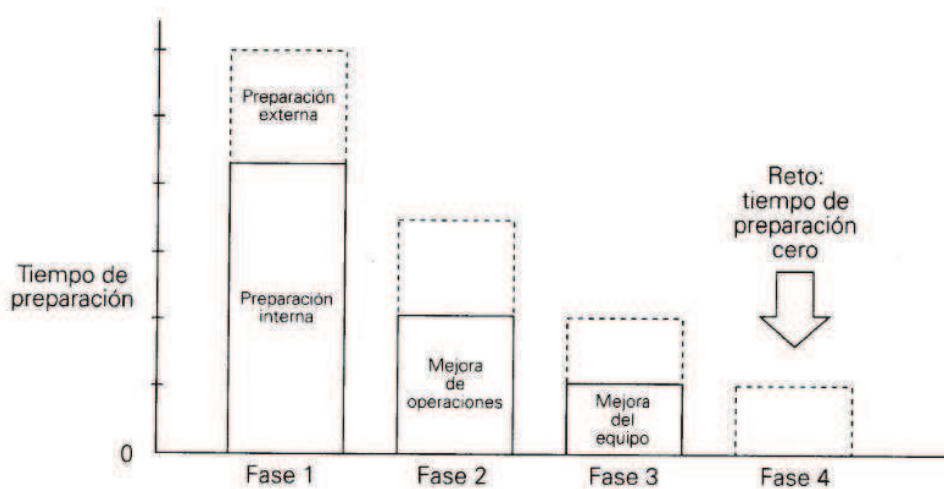
Estos obstáculos pueden salvarse mediante la investigación diaria y el reiterado cuestionamiento de las condiciones de preparación en el lugar de trabajo.

Una vez identificado el proceso problemático, puede grabarse en vídeo para observar los movimientos exactos y los condicionamientos de tiempo. Deben probarse otros métodos hasta que se determine cuál de ellos es el mejor. Una vez puesto en práctica, el nuevo método debe documentarse en la hoja de secuencia de las operaciones estándar. El mismo enfoque debe darse a todos los procesos problemáticos.



FASES EN LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE PREPARACIÓN⁶

- Fase 1: Diferenciación de la preparación externa y la interna.
- Fase 2: Mejora de las operaciones
- Fase 3: Mejora del equipo
- Fase 4: Preparación cero



⁶ Las diferentes fases se pueden ver en la imagen adjunta, correspondiente al libro “El ‘Just in Time’ hoy en Toyota” de Yasuhiro Monden.



2.2.2 Logística

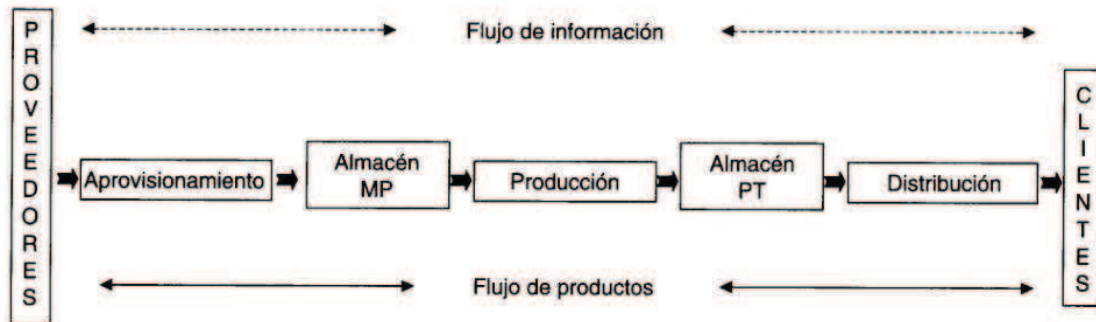
*Dentro de las **necesidades logísticas** se encuentran la de organizar la cadena de suministro para reducir al mínimo las pérdidas y la ineficacia, de forma flexible y rápida para cumplir con las expectativas del cliente en lo que a plazos de entrega se refiere.*

Sus objetivos fundamentales los podemos enumerar como:

1. Realización de **los pedidos** de los clientes a tiempo.
2. Reducción de **stocks**.
3. **Coordinación** entre el departamento de ventas, el de producción y el de compras.
4. **Minimización** de los movimientos y **sincronización** de los flujos internos.
5. **Optimización** de la cadena de suministro.
6. Material de garantía de la **calidad**.

2.2.2.1 GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO (SUPPLY CHAIN MANAGEMENT)

***Gestión de la cadena de suministro o supply chain management (SCM):** estrategia global encargada de gestionar conjuntamente las funciones, procesos, actividades y agentes que componen la cadena de suministro.*



En este sentido se pretende que cada función, proceso, actividad o compañía deje de comportarse de una forma aislada⁷, procurando alcanzar sus propios objetivos; se trata de que los agentes que componen la cadena de suministro se embarquen en un proyecto común que permita avanzar a todo el equipo hacia objetivos comunes.

Hasta el momento el enfoque tradicional había sido mantener niveles de stocks, pero hoy la tendencia apunta a **reducir el Lead Time Logístico**. El tiempo es un factor clave de competitividad, y la reducción de los plazos se ha convertido en una vía para conseguir ventajas competitivas.

Por ello, el **objetivo** de una **cadena de suministro** debe ser **maximizar el valor total generado**. El valor que una cadena de suministro genera es la diferencia entre lo que vale el producto final para el cliente y los costos en que la cadena incurre para cumplir la petición de éste.

2.2.2.2 LEAN MANUFACTURING Y JUST IN TIME (JIT)

La WCM está basada en la filosofía Lean Manufacturing, y como es parte importante de este proyecto vamos a pasar a hablar un poco de ella junto a su complemento técnico: el Just In Time (JIT).

⁷ La imagen hace referencia a ello y se ha extraído del libro “Manual Básico de Logística Integral” de Aitor Urzelai Inza.

El Lean Manufacturing es el pensamiento en el que se basa todo el departamento de logística para desarrollar y cumplir todas las actividades correspondientes al pilar técnico asociado a ellos. Ésta se centra en la reducción de los desperdicios⁸, es decir, toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor: fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencias y productos sobrantes, pasos en el proceso que realmente no son necesarios, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente...

LOS SIETE GRANDES DESPERDICIOS



El pensamiento “lean” es la solución a los desperdicios. Éste proporciona un método para especificar valor, alinear las acciones creadoras de valor de acuerdo con la secuencia óptima, llevar a cabo estas actividades sin interrupción siempre que alguien las solicite y realizarlas de forma cada vez más eficaz.

- ESPECIFICAR EL VALOR

El punto de partida básico para el pensamiento “lean” es el valor.

⁸ En la imagen podemos ver los 7 grandes desperdicios obtenida de la presentación “06-02 Presentación Ingenieros” de la planta de Iveco en Valladolid.



El valor es lo que está dispuesto a pagar el cliente en un determinado momento.

Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de un producto específico (un bien o servicio, y a menudo, ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado.

La tarea más importante en la especificación de valor, una vez se ha definido el producto, es la determinación de un coste objetivo basado en la cantidad de recursos y esfuerzos necesarios para fabricar un producto con unas capacidades y especificaciones determinadas si todo el despilfarro se eliminara del proceso.

Las empresas convencionales establecen precios de venta objetivo basándose en lo que ellas creen que el mercado puede soportar. A partir de aquí, van retrocediendo para determinar unos costes aceptables que garanticen un margen de beneficios adecuado. Este proceso deben llevarlo a cabo siempre que empiezan a desarrollar un nuevo producto.

En cambio, las iniciativas “lean” analizan el conjunto de precios y características que están siendo ofrecidos a los consumidores por las empresas convencionales y luego se preguntan qué parte de coste pueden eliminar mediante una aplicación completa de los métodos “lean”. Se preguntan: ¿Cuál es el coste sin despilfarros de este producto, una vez que se hayan eliminado los pasos innecesarios y se haga fluir el valor? Esto se convierte en el coste objetivo para el desarrollo, gestión de pedidos y las actividades de producción necesarias para este producto.

- IDENTIFICAR EL FLUJO DE VALOR

El flujo de valor es el conjunto de todas las acciones específicas requeridas para pasar un producto específico (un bien o servicio, o una combinación) por las tareas de gestión críticas de cualquier empresa: la tarea de solución de problemas que se inicia en la concepción, sigue en el diseño detallado e ingeniería, hasta su



lanzamiento a la producción; la tarea de gestión de la información que va desde la recepción del pedido a la entrega, a través de una programación detallada, y la tarea de transformación física, con los productos existentes desde la materia prima hasta el producto acabado en manos del consumidor. La identificación de la totalidad del flujo de valor para cada producto es el próximo paso en el campo del pensamiento “lean”, un paso que las empresas han intentado en raras ocasiones, pero que casi siempre revela la existencia de enormes cantidades, verdaderamente asombrosas, de despilfarros.

Concretamente, el análisis del flujo de valor mostrará casi siempre la existencia de tres tipos de acciones a lo largo del mismo:

- Se descubrirán muchos pasos cuya creación de valor es inequívoca.
- Se descubrirán muchos otros que no crean valor alguno, pero son inevitables de acuerdo con la tecnología actual y los activos de producción disponibles.
- Nos daremos cuenta de que muchos pasos adicionales no crean valor alguno y pueden evitarse de modo inmediato.

*El mecanismo organizacional para realizar esto es lo que denominamos **iniciativa lean**, una continua comunicación de todas las partes interesadas, para crear un canal para todo flujo de valor, eliminando la totalidad del despilfarro.*

- FLUJO

Una vez se ha especificado de forma precisa el concepto de valor, la empresa “lean” ha graficado completamente el flujo de valor y se han eliminado las etapas cuyo despilfarro es evidente, llegando la hora de dar el siguiente paso en el pensamiento “lean”: hacer que fluyan las etapas creadoras de valor que quedan. Sin embargo, hay que ser consciente de que este paso exige una reorganización completa de la arquitectura mental.



El problema más importante es que la mentalidad del flujo es contraria a la intuición. El movimiento de reingeniería ha reconocido que este pensamiento está por debajo del nivel óptimo y ha tratado de mover el enfoque desde las categorías organizacionales a los procesos creadores de valor, pero no han avanzado lo suficiente desde un punto de vista conceptual. Además, a menudo se detienen en los límites de la empresa cliente que les paga sus honorarios, mientras que los avances importantes surgen del análisis de todo el flujo de valor.

- PULL (ATRACCIÓN)

Pull, en términos sencillos, significa que nadie debería producir un bien o servicio hasta que el consumidor lo solicite.

Es decir, podemos dejar que sea el cliente quien atraiga (*pull*) el producto de acuerdo con sus necesidades, en lugar de empujar (*push*) productos, a menudo no deseados, hacia el consumidor.

Sin embargo, seguir de verdad esta regla en la práctica es un poco más complicado.

- PERFECCIÓN

Al hacer que el valor fluya más rápidamente, siempre se deja al descubierto despilfarro que estaba oculto. Y cuanto más “pull” se haga, más se pondrán de manifiesto los obstáculos al flujo, que de esta forma podrán ser eliminados. Equipos dedicados al diálogo directo con los consumidores, siempre encontrarán formas de especificar más exactamente el concepto de valor y con frecuencia, también averiguarán nuevas maneras de intensificar el flujo y el pull, y así aproximarse todo lo posible a una hipotética perfección.





El estímulo más importante para la perfección es la transparencia, el hecho de que en un sistema “lean” todo el mundo pueda ver todo de forma que resulte más fácil descubrir mejoras metodológicas para la creación de valor.

Además, se produce un feedback prácticamente instantáneo y altamente positivo para los empleados que hacen mejoras, un rasgo clave del trabajo “lean” y un estímulo poderoso para seguir haciendo esfuerzos por mejorar.

- JUST IN TIME (JIT)

Para desarrollar todo lo que acabamos de mencionar, la filosofía Lean Manufacturing se cimenta en el Just In Time (JIT) ya que un flujo de producción continuo y adaptado a los cambios de la demanda en cantidad y variedad sólo se puede crear mediante este método.

*El **Just In Time** consiste fundamentalmente en producir los elementos necesarios en las cantidades necesarias y en el momento necesario.*

Iveco lucha por la implantación del JIT en toda la empresa. Si esto se logra, se eliminarán completamente las existencias innecesarias en la fábrica, lo que hará innecesarios los almacenes. Los costes que conllevan la posesión de existencias disminuirán y la rotación del capital aumentará. Sin embargo, es muy difícil llevar a cabo el JIT en todos los procesos para la elaboración de un vehículo de automoción, como es el caso de Iveco, por lo que es necesario examinar el flujo de producción en todos los puntos.

El JIT no es un medio para conseguir que los proveedores hagan muchas entregas y con absoluta puntualidad para no tener que manejar grandes volúmenes de existencia o componentes comprados, sino que es una filosofía de producción que se orienta a la demanda.



La ventaja competitiva ganada deriva de la capacidad que adquiere la empresa para entregar al mercado el producto solicitado, en un tiempo breve, en la cantidad requerida. Evitando los costes que no producen valor añadido también se obtienen precios competitivos.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

1. Poner en **evidencia** los **problemas fundamentales**.
2. Eliminar **despilfarros**.
3. Buscar la **simplicidad**.
4. Diseñar **sistemas** para **identificar problemas**.

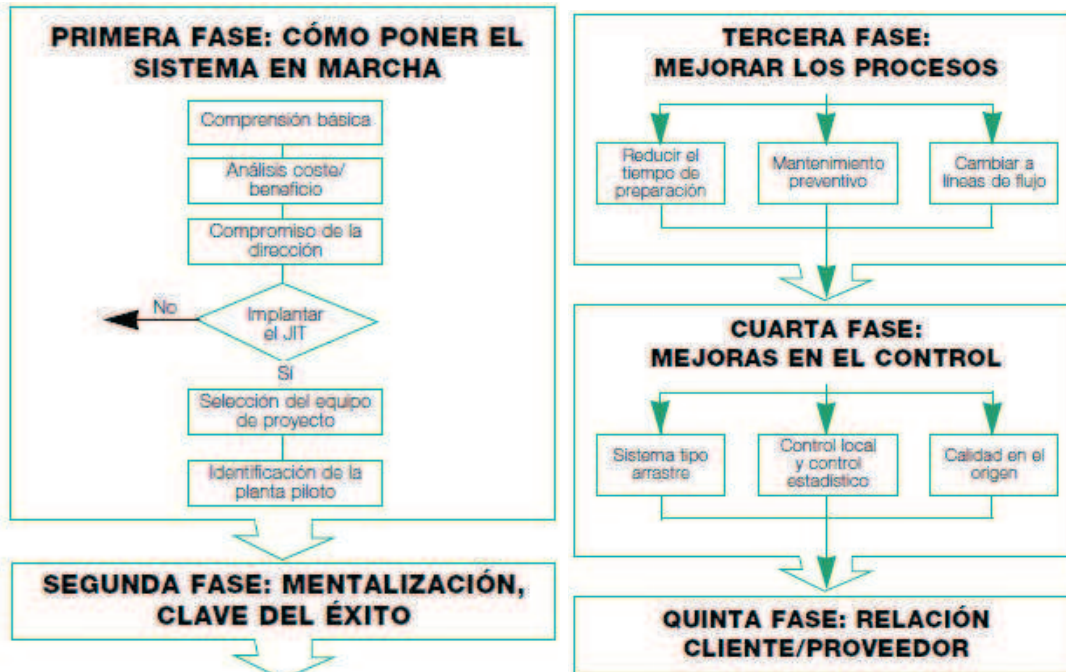
Si realmente queremos aplicar el JIT en serio tenemos que hacer 2 cosas:

1. Establecer mecanismos para identificar los problemas.
2. Estar dispuestos a aceptar una reducción de la eficiencia a corto plazo con el fin de obtener una ventaja a largo plazo.

DIAGRAMA DE FLUJO

A continuación podemos ver cuál es el diagrama de flujo⁹ de un proceso de implantación de JIT dividido en 5 fases:

⁹ El diagrama se representa en la imagen.
http://www.ub.edu/gidea/recursos/casseat/JIT_concepte_carac.pdf



2.2.2.3 MODELOS DE SUMINISTRO

A continuación expondremos muy brevemente los modelos de suministro.

KANBAN

Sistema de información que controla armónicamente la utilización de las piezas necesarias en las cantidades necesarias y en el momento necesario en cada uno de los procesos de una fábrica o incluso de varias empresas.

Existen varias clases de Kankan: de tarjeta¹⁰, de contenedor, urgente, de emergencia, de ubicación de orden de trabajo, de tunel, común... o incluso con la carretilla utilizada a modo de Kankan.



¹⁰ imagen correspondiente a Kanban de tarjeta extraída de <http://leanroots.com/kanban.html> y del libro “El ‘Just in Time’ hoy en Toyota” de Yasuhiro Monden.



PICKING-KITTING

El picking (del verbo inglés *to pick*) consiste en seleccionar y extraer de sus lugares de almacenaje las referencias que han sido solicitadas por los agentes posteriores de la cadena de suministro.

Esta operación incluye una serie de subtareas, como pueden ser:

1. Desplazamiento del personal por el almacén.
2. Búsqueda y localización de los productos a extraer.
3. Identificación de los productos y ubicación a/desde extraer.
4. Operación de extracción del producto o unidad de manipulación.
5. Control del stock.

SECUENCIADOS

Otro de los tipos de suministro que la empresa Iveco utiliza para el montaje de piezas en la línea de ensamble es la secuenciación. La tabla de clasificación de materiales determina que una pieza o conjunto de piezas se suministren de este modo.

Este proyecto se centra, concretamente, en la optimización del puesto de trabajo de la persona que secuencia las piezas correspondientes desde el área dispuesto a tal efecto hasta la línea de montaje. El sistema está informatizado y el operario recibe, para cada tipo de pieza, las órdenes para realizar la secuencia.



3. ENCARGO DESDE LA EMPRESA

Como ya se comentó en el apartado de introducción, el encargo de llevar a cabo el diseño de un volteador de contenedores y de los componentes necesarios para el proceso, viene desde la empresa. Y por ello se deberán cumplir una serie de requisitos y habrá que barajar varias hipótesis para llegar a la solución óptima.

Antes de entrar en los detalles del encargo y en las posibles soluciones a éste, es apropiado que se especifique el significado de volteador y sus aplicaciones a nivel industrial.

3.1 ¿Qué es un volteador?

Dentro del tema que nos ocupa,

*Un **volteador** es un elemento que tiene la función de volver algo de una parte a otra hasta ponerlo al revés de cómo estaba, o en nuestro caso, girarlo cierto ángulo.*

Los volteadores industriales pueden estar encaminados a diferentes funciones.

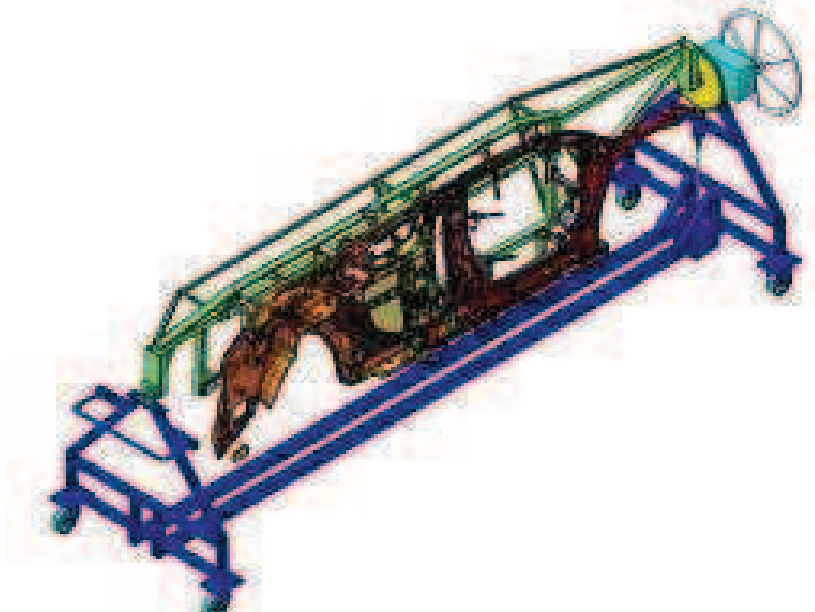
A continuación se muestran varios ejemplos donde se puede observar tanto la variabilidad de forma como la variabilidad de finalidad de distintos elementos volteadores:



VOLTEADORES DE PALETS¹



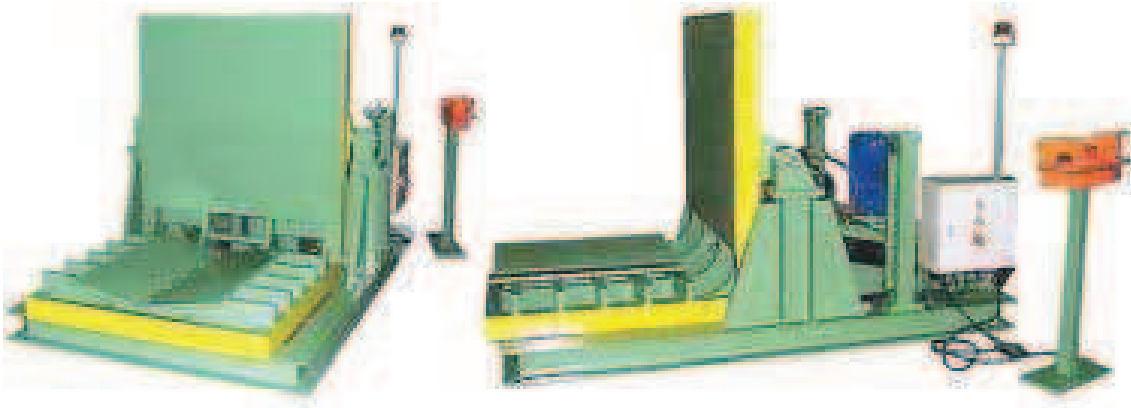
VOLTEADORES DE PIEZAS²



¹ La imagen del volteador de palets está sacada de la página web www.equipceramic.com

² Volteador de lados de cajas. Imagen de Catia sacada de www.pcmsl.com

VOLTEADORES DE EQUIPOS INDUSTRIALES³



Sin embargo, en lo que a nuestro proyecto concierne, nos interesan los **volteadores de contenedores**, al menos en principio⁴.

Éstos, generalizando, podrán ser de dos tipos: móviles, el volteador se diseña con el fin de poder ser trasladado con facilidad; y fijos, el volteador se ubicará en un lugar específico donde llegarán los contenedores.

A continuación vemos unos ejemplos de ambos:

³ Se muestra un volteador de bobinas industriales de 10 toneladas. Extraída de www.neubor.es

⁴ También se baraja la opción de voltear los paneles uno a uno, como veremos más adelante

VOLTEADORES MÓVILES

Dentro de los volteadores de esta clase: bien podrían estar diseñados para poder ser transportados sin necesidad de acoplarlos a ningún otro elemento, como los dos que vemos a bajo



5



6

O bien, por razones de carga o de eficiencia, podría tratarse de un elemento volteador acoplado a una carretilla, como el que vemos a continuación⁷



⁵ Volteador de contenedores móvil obtenido de www.Dexve.com

⁶ Otro diseño de volteador de contenedores móvil, esta vez obtenido de www.elementosdemanutención.com

⁷ Carretilla con Rotador. Imagen obtenida de www.cascorp.com

VOLTEADORES FIJOS⁸



Por la naturaleza y peso de nuestro Contenedor de Paneles Divisorios, resultará interesante trabajar sobre esta opción.

⁸ Volteador de contenedores industriales. Extraída de www.vulka.es



3.2 ¿Por qué se requiere este proyecto?

Como se mencionó en la introducción, se trata de un **Proyecto Logístico de Eficiencia**. Por lo que su principal objetivo es ahorrar dinero a la empresa.

Dentro del ahorro económico, sugerir el diseño y construcción de un volteador, viene de la idea de mejora continua implantada por el método WCM.

Como ya hemos visto en el punto anterior, el método WCM busca la mayor eficiencia y eficacia en cada uno de los procesos que se efectúan en una empresa, ya sea la organización de un puesto de trabajo, el suministro a línea, la comunicación entre departamentos... todo con el fin de aumentar la productividad de la planta industrial.

En el caso que nos ocupa, el transporte y montaje de los Paneles Divisorios, el proceso no es todo lo eficiente que debería ser.

Esto se debe a que los paneles no vienen desde Italia en posición de montaje en línea, por lo que hay que subcontratar a una empresa para que en Iveco se reciban las piezas en la posición correcta.

Hasta ahora, el proceso de transporte de los Paneles Divisorios era el siguiente:

1. Se realiza el pedido de Paneles al proveedor en Italia. Desde allí las piezas vienen en posición horizontal en contenedores⁹. Lo cual es beneficioso, puesto que en dicha posición se optimiza el espacio del camión, pudiendo cargar dos alturas de contenedores; mientras que si viniesen las piezas en vertical (posición de montaje) esto sería imposible.

⁹ Éstos son los que en el proyecto nombramos como Contenedores de Paneles Divisorios. Se aporta una fotografía realizada por mí en Iveco de uno de ellos





2. Los Contenedores de Paneles Divisorios se transportan por medio de una empresa externa a su almacén logístico, ya en España. Allí, las piezas son trasvasadas a otro contenedor diferente (Contenedor de Montaje), pero quedando ya en posición vertical.
3. Esa misma empresa se encarga de transportar los Contenedores de Montaje a la planta de Iveco.
4. Éstos se sitúan en el puesto de montaje en línea¹⁰.
5. Cuando quedan vacíos vuelven a ser transportados a su empresa, a la espera de recibir nuevos Paneles Divisorios.
6. Así mismo, los Contenedores de Paneles Divisorios son transportados de nuevo a Italia para volver a ser llenados.

¹⁰ El puesto pertenece a U.O. Montaje pero está situado en la nave de Pintura.



¿CÓMO MEJORAR EL PROCESO ACTUAL?

La situación actual obliga a cambiar los Contenedores de Paneles Divisorios, puesto que la pieza del nuevo vehículo tiene diferentes dimensiones y no puede ser transportada en los contenedores actuales.

Aprovechando la realización obligada de cambios, se plantea la oportunidad de una reconversión profunda del proceso con el objetivo de reducir gastos.

La manera más directa de llevar esto a cabo es en lo que en el punto de WCM *Logistics*, llamábamos **recolocar la logística externa**.

Se busca ahorrar a Iveco el trasvase (ver puntos 2 y 3 del proceso), siempre y cuando se puedan mantener las condiciones óptimas del transporte (punto 1 del proceso).

Si en lugar de una empresa externa, tuviésemos nosotros, desde Iveco, la autonomía de colocar los paneles en posición de montaje, nuestra productividad podría subir de manera considerable.

Por ello se requiere un **elemento volteador** y un sistema para, una vez volteados los paneles, puedan ser suministrados a línea tal y como se hace en la actualidad.

La empresa busca aumentar su productividad eliminando procesos de no valor añadido y reorganizando el flujo logístico.





3.3 Opciones que se barajan

Como ya se ha dicho, se busca eliminar los costes del trasvase sin renunciar al método actual de transporte.

Dada la idiosincrasia del objetivo del proyecto, hasta él podemos llegar por diversas vías de actuación.

El hecho de elegir una u otra vendrá motivado por como se adapta cada una de ellas a los principios de la WCM:

- Eliminar **despilfarros**.
- Buscar la **simplicidad**
- **Minimización** de los movimientos y **sincronización** de los flujos internos.
- La **flexibilidad** en responder a las exigencias del mercado y del cliente
- Una apropiada **disposición en planta** de la maquinaria.
- ...

Con todos estos principios en mente junto con el margen de maniobra que nos queda en Iveco para actuar, se barajaron cuatro alternativas, llevadas a cabo por diversos departamentos de la fábrica. Para desechar tres de ellas y trabajar en profundidad sobre una de ellas.

A continuación se resume brevemente cada opción, resumiendo su proceso y exponiendo los puntos a favor y en contra de cada una.



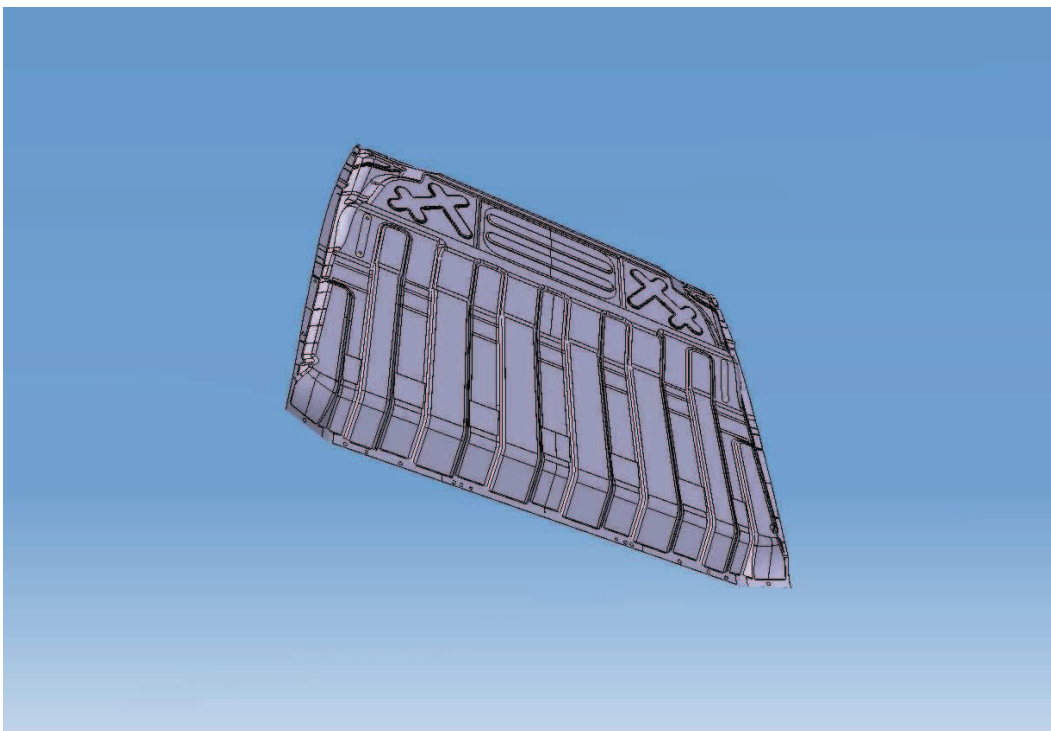
3.3.1 Opción 1ª: Voltear pieza a pieza

Desde la planta de Carrozado se presentó la idea de voltear las piezas una a una.

El proceso consistiría en una vez llegasen a la fábrica de Valladolid los Contenedores de Paneles Divisorios, éstos serían llevado a la nave de Chapa y allí se dispondría de un elemento volteador, que cogería los paneles uno a uno colocándolos en posición de montaje.

Para trasvasarlos a la posición de montaje serían valido los Contenedores de Montaje actuales (ver punto 3.2).

El elemento volteador necesario para este proceso no sería de gran tamaño necesariamente, pero los paneles¹¹ son de cierta dimensión (entorno a los 2 m²)



por lo que se debe garantizar la estabilidad durante el volteo.

¹¹ Pantallazo en Catia de un Panel Divisorio



Por lo tanto se pensó en un volteador que agarrase la pieza por ambos lados, parecido al volteador de palets que veíamos en el punto 3.1 (imagen de la izquierda); o bien en un brazo mecánico que atrapase al pieza mediante ventosa y girase hasta colocarlo en posición de suministro.

INCONVENIENTES

El principal punto en contra que nos encontramos en este proceso, es el número excesivo de ciclos a realizar.

En un contenedor de paneles divisorios se transportan 15 paneles, por lo tanto, voltear pieza a pieza es un gasto de tiempo demasiado grande, teniendo en cuenta que se pueden voltear 15 en un único movimiento.

*En la industria, el **tiempo** es igual a **dinero**. Por ello la idea de realizar 15 ciclos por contenedor en lugar de 1 no es económicamente viable.*

Opción descartada.





3.3.2 Opción 2ª: Voltear en el puesto de trabajo

Viendo que trabajar sobre la idea de voltear los paneles uno a uno no era productivo, se paso a desarrollar la opción de voltear el contenedor entero de una sola vez.

Dentro de este marco, se discutirían varias opciones para alcanzar el objetivo con mayor eficiencia.

La primera de ellas fue la de voltear el Contenedor de Paneles Divisorios en el mismo puesto de trabajo.

Como ya se dijo anteriormente, el puesto de los Paneles Divisorios pertenece a la Unidad Operativa de Montaje, pero se encuentra situado dentro de la nave de Pintura.

En el emplazamiento actual de este puesto se cuenta aún con espacio de maniobra para realizar modificaciones, por lo que no sería un problema irresoluble el poner un volteador el puesto y realizar allí mismo el volteo.

Para ello el tipo de volteador necesario sería un volteador de contenedores de apoyo fijo que girase 90º, para que dejase los paneles en posición vertical.

En la siguiente imagen¹² se puede observar un volteador parecido al que nos haría falta:

¹² Se muestra un volteador de contenedores hidráulico. Imagen extraída de www.directindustry.es



De manera resumida el proceso consistiría en lo siguiente:

1. Los camiones traerían desde Italia los contenedores con los paneles, tal y como se transportan ahora.
2. A continuación, un carretillero colocaría uno de los contenedores de paneles encima de un elemento de dos bases, al que llamaremos Contenedor Postizo¹³, con el fin de que los paneles apoyen sobre éste una vez volteado.

¹³ Este concepto, que se nombra varias veces a lo largo del proyecto, queda detallado más adelante en punto 6



3. El conjunto contenedor de paneles – postizo se llevará hasta el volteador. Allí se colocara haciendo coincidir las bases del postizo con las bases del volteador.
4. El volteador girará poniendo los paneles en posición vertical, quedando así hasta que hayan sido montados todos los paneles.
5. Una vez haya quedado vacío el contenedor, se accionará el desvolteo y se retirará junto al postizo.

INCONVENIENTES

En este caso no tenemos ningún problema en el apartado de número de ciclos ya que volteas 15 paneles de una tacada (capacidad del contenedor), pero tenemos un problema en el número de maquinaria a adquirir.

Los Paneles Divisorios vienen en 7 modelos diferentes, según sean las características del Furgón o el Chasis-Cabina.

Dependiendo del modelo que venga será montado en un lugar diferente de la línea, por lo que necesitaríamos 7 volteadores.

*Supone una **inversión** inicial demasiado **elevada**, aparte de que mayor número de maquinaria supone mayor coste de mantenimiento. Demasiado caro.*

Opción descartada



3.3.3 Opción 3ª: Volteador móvil

Queda visto que no es una medida productiva la implantación de un número elevado de maquinaria, aparte de no ser tampoco del todo conveniente por razones de espacio. Por lo que se busca otra solución.

De esta manera surge la idea de tener un único elemento volteador, que haga el trabajo para todos los contenedores de paneles que vengan.

A la idea de un solo volteador se añadió la de que éste, fuese móvil; esto es, que el volteador no dispusiese de una ubicación fija.

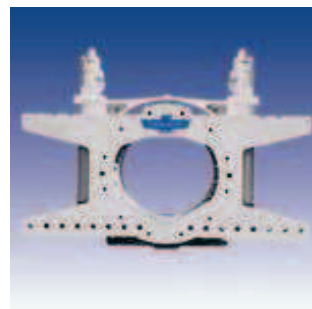
En el apartado 3.1 hablábamos de los volteadores móviles y observábamos algunos ejemplos como el que nos encontramos a la derecha.



Pero por razones dimensionales, sería inviable un volteador de esta clase, el contenedor de paneles divisorios es demasiado grande para volteadores transportados a mano.

Con lo cual abordaríamos la otra solución que comentábamos en dicho apartado: acoplar un elemento volteador a una carretilla.

A continuación se muestran dos ejemplos¹⁴ de lo que sería nuestro elemento volteador, en este caso llamado **rotador**:



¹⁴ Rotadores industriales. Imagen obtenida de www.cascorp.com



El rotador sería acoplado a la parte delantera de la carretilla, como vemos en las imágenes, y tendría una autonomía de giro de hasta 360° (nosotros sólo necesitaríamos 90°).



De esta manera el proceso sería el siguiente:

1. Los camiones traerían desde Italia los contenedores con los paneles (esto es algo constante en todos los procesos expuestos).
2. A continuación, un carretillero colocaría uno de los contenedores de paneles encima del Postizo, al igual que en el proceso anterior.
3. Con la carretilla que dispone del rotador, se voltearía el conjunto contenedor de paneles – postizo.
4. Dicho conjunto sería transportado a la línea.
5. Una vez montados todos los paneles, el conjunto sería desvolteado y apartado de la línea.

INCONVENIENTES





Esta opción parece viable a simple vista, pero nos encontramos con un problema.

El hecho de que el rotador este acoplado a una carretilla es una ventaja, pero también un inconveniente.

Las carretillas están en continuo movimiento abarcando todo el terreno de la planta industrial, por lo cual, podríamos encontrar con que nuestra carretilla-rotador está muy alejada de los contenedores de paneles en el monte de necesidad de volteo.

Esta situación nos obligaría o bien a tener parada la carretilla-rotador a la espera de volteos, o bien a comprar e implantar más rotadores.

La opción del rotador es una solución elegante y funcional. Y como tal, requiere un desembolso económico.

El precio de un rotador oscila entre los 15000 y 20000 euros, lo que hace inviable la obtención de un número elevado de ellos.

Por otra parte, también sería un derroche tener un carretillero detenido a la espera de contenedores.

Opción descartada



3.3.4 Opción 4ª: Volteador fijo

Habiendo descartado todas las opciones anteriormente expuestas, nos decantamos finalmente por la utilización de un volteador fijo.

La idea se basa en implantar un volteador de contenedores en algún lugar determinado y transportar hasta allí los contenedores de paneles divisorios para su volteo.

El elemento volteador necesario para este cometido debe ser lo suficientemente grande y robusto para llevar a cabo el volteo de manera eficiente.

Un ejemplo de lo que buscamos podría ser este volteador en posición de giro.





Una vez posicionado el volteador en una ubicación apropiada (abordaremos este tema más adelante), el proceso sería el siguiente:

1. Los camiones traerían desde Italia los contenedores con los paneles divisorios.
2. Al igual que en los procesos anteriores, un carretillero colocaría uno de los contenedores de paneles encima del Postizo.
3. El conjunto contenedor de paneles – postizo se llevará hasta el volteador. Allí se colocara haciendo coincidir las bases del postizo con las bases del volteador.
4. Se procederá al volteo y se recogerá el conjunto, ya volteado.
5. Se llevará el conjunto hasta el puesto de la línea.
6. Una vez vacío de paneles, el conjunto se retirará y se invertirá el proceso.

En este proceso no nos encontramos los inconvenientes tan evidentes que nos encontrábamos en los anteriores, como el exceso de maquinaria o el exceso de ciclos productivos.

Por razones económicas, la opción de implantar en fábrica un volteador fijo nos parece la más viable.

Opción elegida





3.4 Opción elegida: Volteador fijo

Una vez nos hemos decidido por instalar un volteador de contenedores fijo, habrá que determinar cómo y qué elementos van a hacer funcionar el proceso.

Esto es muy importante debido a que una mala planificación del flujo logístico de los paneles divisorios conllevaría una pérdida irreparable de productividad, haciendo perder dinero a la planta de Iveco Valladolid y, como consecuencia, poniendo en peligro el futuro de la misma.

Para que esto no ocurra, deberemos ser especialmente cuidadosos en dos apartados en particular:

- La ubicación del volteador
- El diseño de los elementos necesarios para el proceso.

3.4.1 Ubicación

Un elemento de dimensiones tan importantes como es el volteador de contenedores, no se puede ubicar a la ligera. Una mala colocación del mismo, podría influir muy negativamente en el flujo logístico interno de la planta industrial, creando retrasos o incluso paradas de la producción, accidentes, falta de ergonomía...

Y al igual que ocurre con el volteador, lo mismo pasa con los contenedores de paneles divisorios.

Hasta ahora, el almacenaje de los contenedores corría a cargo de la empresa que los trasvasaba a los contenedores de montaje. Pero ahora queremos desprendernos de su contratación, al menos en parte.

Hay que barajar las opciones que tenemos:





1. Llevar el volteador al almacén de la subcontrata actual y dejar allí también contenedores de paneles y postizos.
2. Voltar nosotros en nuestra planta pero seguir subcontratando el almacenaje.
3. Voltar y almacenar nosotros.

Tanto la primera como la segunda opción, supondrían seguir contando con la ayuda de una empresa externa. Pero no pueden ser rechazas a la ligera, primero habrá que ver si la tercera opción es viable.

Por lo general, todo lo que sea stock es negativo, pero como ya explicamos en el punto **2: WCM**, la empresa se está adaptando al pensamiento *Lean* y busca trabajar siempre en niveles mínimos de stock, siguiendo la filosofía del *Just In Time*.

Previendo una bajo nivel de stock y contando, como se cuenta en la actualidad, con espacio suficiente en la planta, sí que consideramos viable hacernos cargo del almacenaje de los contenedores.

Por su lado, el volteador debe estar ubicado en un emplazamiento que cumpla los requisitos siguientes:

- Aislado de los trabajadores, por razones de seguridad y ergonomía (ruido)
- Con suficiente espacio para maniobrar con la carretilla.
- Una superficie plana y horizontal, para llevar a cabo el volteo con garantías.

Este lugar existe y además está muy próximo al puesto en línea de paneles divisorios.



Se trata de una calle ancha, a la intemperie, entre la nave de pintura (recordemos que ahí reside el puesto de paneles) y carrocerías.¹⁵



Debido a que dentro de la fábrica de Iveco Valladolid, tenemos la opción de ubicar con garantías el volteador y espacio suficiente para el almacenaje, nos decimos por la opción de prescindir por completo de la contratación de la empresa externa.

¹⁵ Foto aérea de la planta.



3.4.2 Elementos necesarios

Una vez decidida la ubicación del volteador, habrá que especificar que elementos necesitaremos y cuales serán sus características.

Los elementos que participan en el proceso son:

- El contenedor de paneles divisorios. El cual tendrá que ser modificado para adaptarse a los nuevos paneles.
- El contenedor postizo. Donde se colocará el de paneles para su volteo.
- El volteador de contenedores. Que realizará el volteo.

Las características de cada uno de ellos serán analizadas en profundidad en los siguientes puntos.





4. CONTENEDOR DE PANELES DIVISORIOS

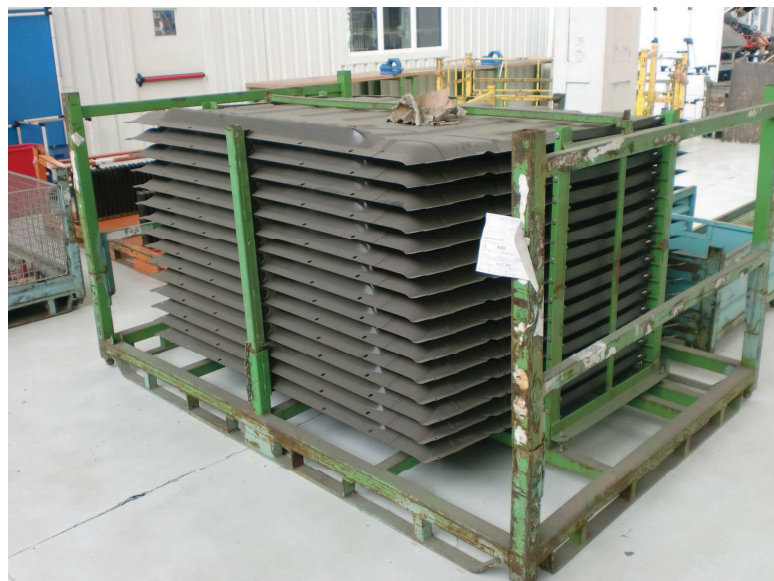
Como hemos visto anteriormente, para realizar todo el proceso, necesitaremos tres elementos, que son el volteador, el contenedor postizo y el contenedor de los paneles divisorios.

Tanto el contenedor postizo como el volteador serán dos diseños que partirán sobre un folio en blanco, esto es, que no hay nada hecho y habrá que diseñar y mandar fabricar cada uno de sus componentes.

Por su parte, el contenedor de paneles divisorios, ya existe. Pero hay un inconveniente; la pieza nueva que nos llega de Italia (el panel divisorio del nuevo vehículo) sufre ligeras variaciones respecto de la pieza vieja.

Desde nuestro departamento trabajamos sobre la hipótesis de no hacer un contenedor completamente nuevo, sino de variar el que ya tenemos cuanto sea necesario, para así conseguir un importante ahorro económico.

Tomada la decisión de variar el contenedor ya existente, habrá unas modificaciones necesarias que vienen dadas por la geometría de la pieza nueva.¹

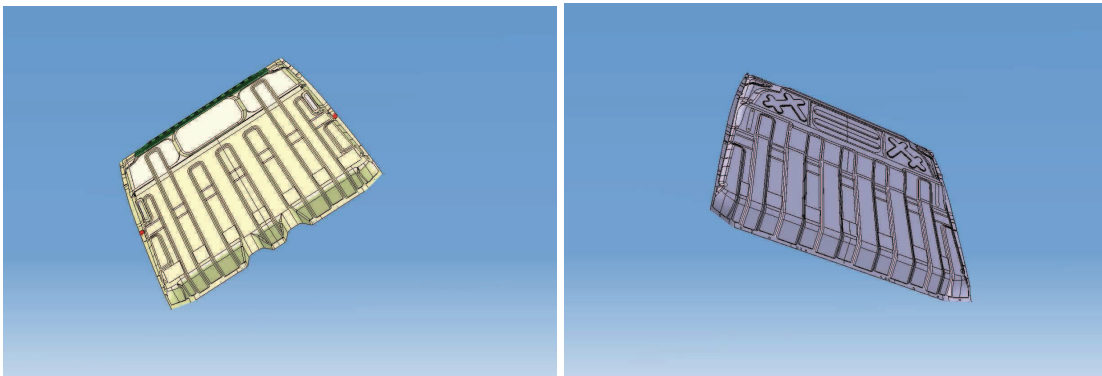


¹ Las fotografías del contenedor de paneles divisorios que aparecen en este apartado, fueron tomadas por mí en la Iveco

4.1 Modificaciones necesarias

Para comprender cuáles son las modificaciones que necesitaremos aplicar al nuevo contenedor, hay que saber en que se diferencia la pieza nueva con la pieza vieja.

En la siguiente imagen podemos observar la forma, en perspectiva, de ambas piezas para tener una idea visual general; y a continuación, enumeraremos las diferencias fundamentales entre las dos.

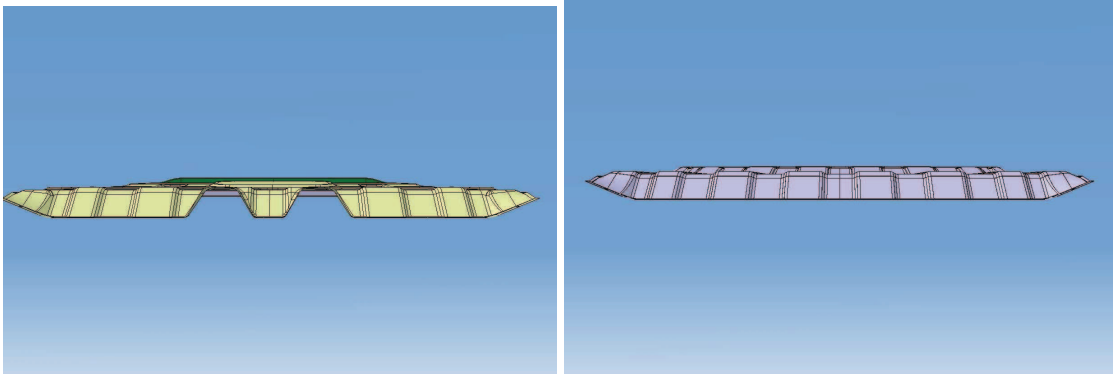
VIEJO²

NUEVO

DIFERENCIAS:

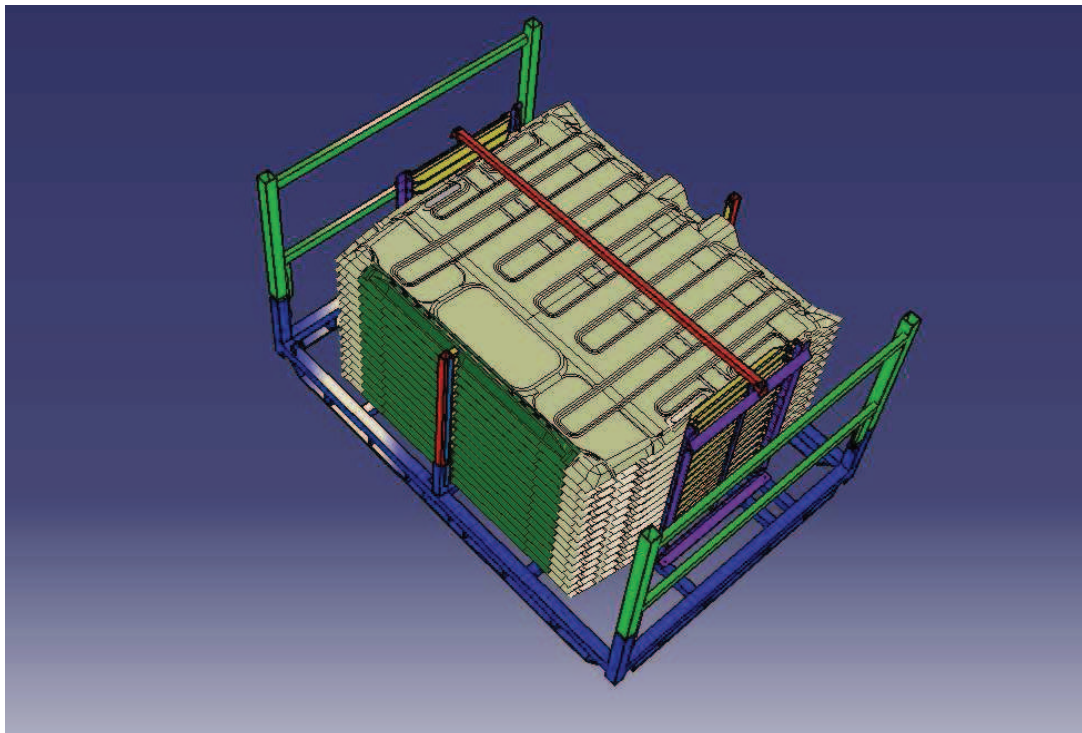
1. La pieza nueva es ligeramente más grande tanto de ancha como de larga.
2. En la parte anterior (según la imagen siguiente), la pieza vieja tiene dos curvaturas con las que no cuenta la pieza nueva, que es recta.

² Las imágenes de este apartado que aparezcan con fondo azul claro son Archivos de Catia de la Iveco



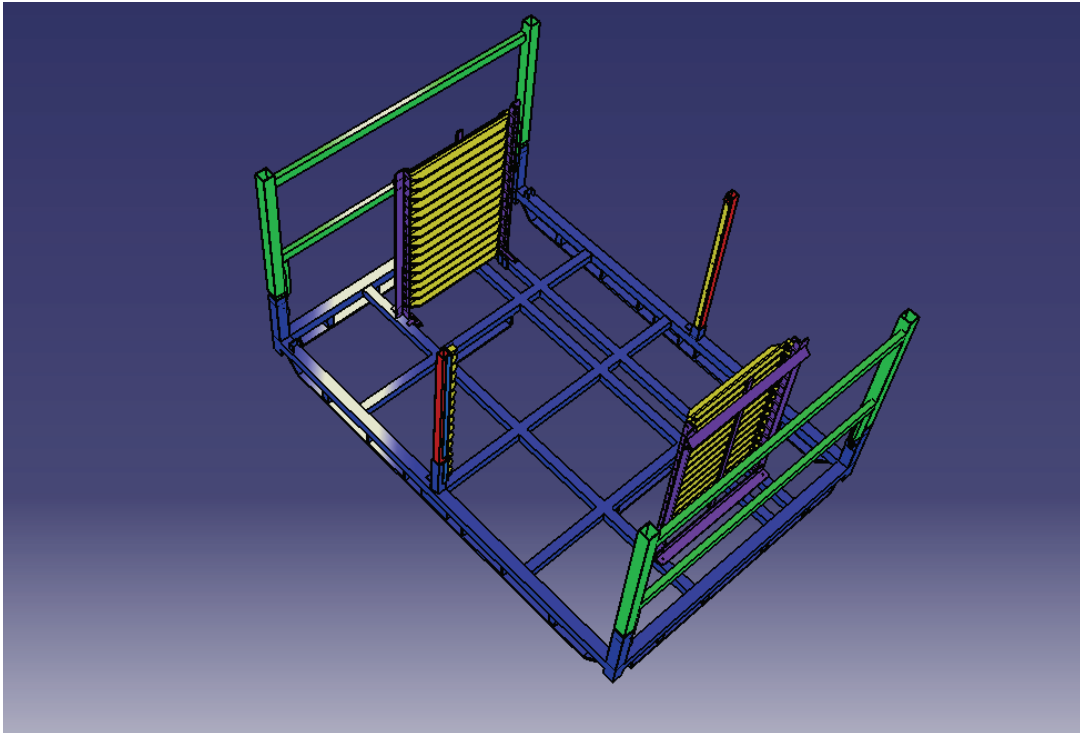
Vistas las diferencias, se observa que al contenedor actual, tal como está, no sirve para transportar las piezas nuevas, debido a que las medidas del contenedor son demasiado ajustadas para ésta.

Seguidamente podemos ver la imagen³ en Catia⁴ del contenedor actual tanto lleno como vacío. Y así entender mejor sobre los elementos que podemos trabajar.



³Esta enfocada desde igual ángulo que la foto anterior, con el objetivo de orientarnos mejor a la hora de analizar partes del contenedor no fotografiadas.

⁴Las imágenes con fondo azul oscuro son capturas de los diseños efectuados con Catia



Las barras que vemos en rojo las denominaremos barras derecha e izquierda según se ve en el dibujo, mientras que los conjuntos morados y amarillos, que son simétricos, serán los apoyos de los paneles.

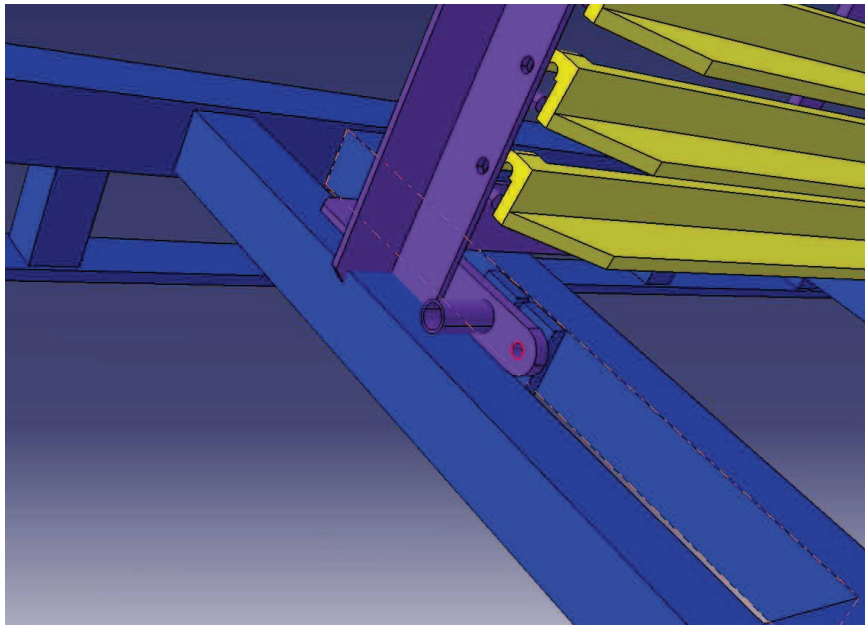
¿QUÉ NECESITAMOS?

1. Mayor distancia entre las barras izquierda y derecha
2. Mayor distancia entre los conjuntos de apoyo.

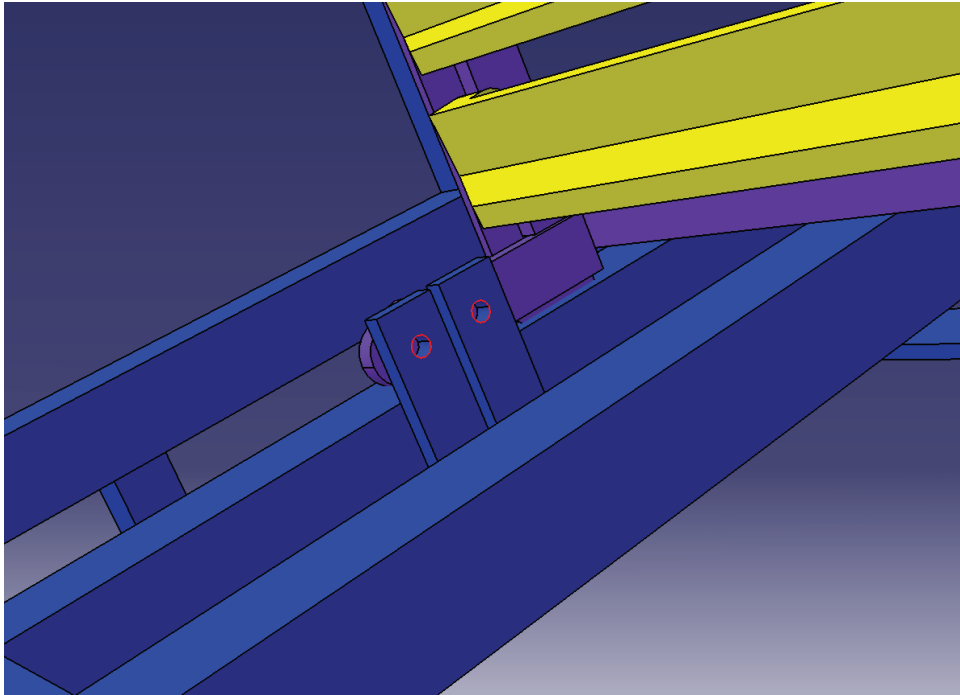
4.2 Posibles variaciones

Tenemos que abordar los dos problemas previamente mencionados de la manera más barata posible.

En el caso de aumentar la distancia entre los conjuntos de apoyo no nos encontraremos con un problema grave, ya que el aumento de distancia es mínimo. Además, ambos conjuntos de apoyo pueden moverse ligeramente hacia fuera, atornillándolos de manera distinta a la actual.



En la imagen superior vemos que el conjunto de apoyo tiene un taladro (marcado en rojo) para atornillarlo a la base. En un principio, está atornillado en la posición más cercana al centro, pero como vemos en la imagen de abajo, se puede atornillar en el agujero más alejado del centro y así ganar un poco de espacio, que, en nuestro caso, es suficiente.

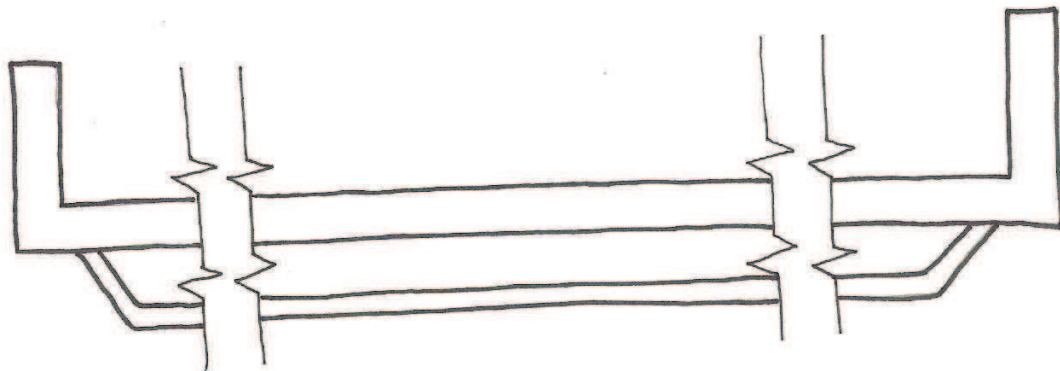


Problema solventado.

El otro problema es más peliagudo, ya que la posición tanto de la barra izquierda como de la barra derecha es fija.

Primeramente, y en caso extremo, se pensó en cortar el contenedor y soldarlo de nuevo, con una longitud extra.

El corte se haría según el boceto que se ve a continuación. Más específicamente, serían dos cortes simétricos, como se puede ver:⁵



⁵ Boceto personal aclaratorio que muestra dónde se efectuarían los cortes.



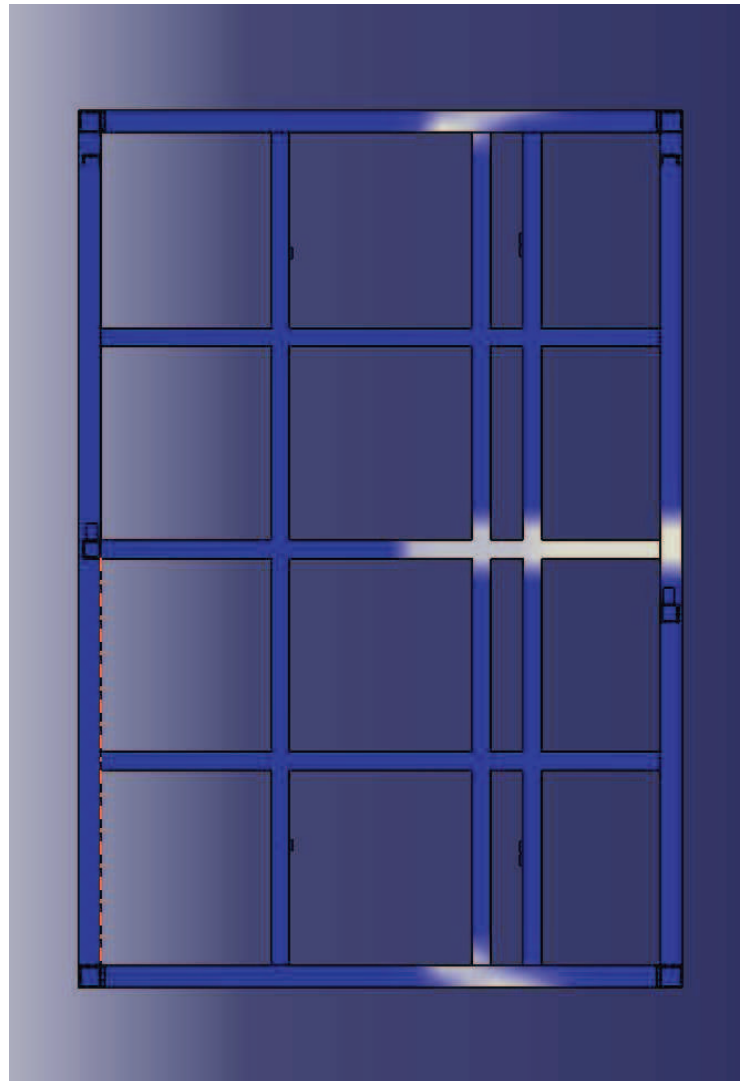
Esta solución no se llevo a cabo debido a que la variación de longitud a la que teníamos que hacer frente era de sólo unos pocos centímetros.

¿CÓMO GANAR ESOS CENTÍMETROS?

Se van haciendo pequeños cambios en nuestro diseño gráfico en Catia hasta que la pieza nueva entre sin problemas en el contenedor modificado.

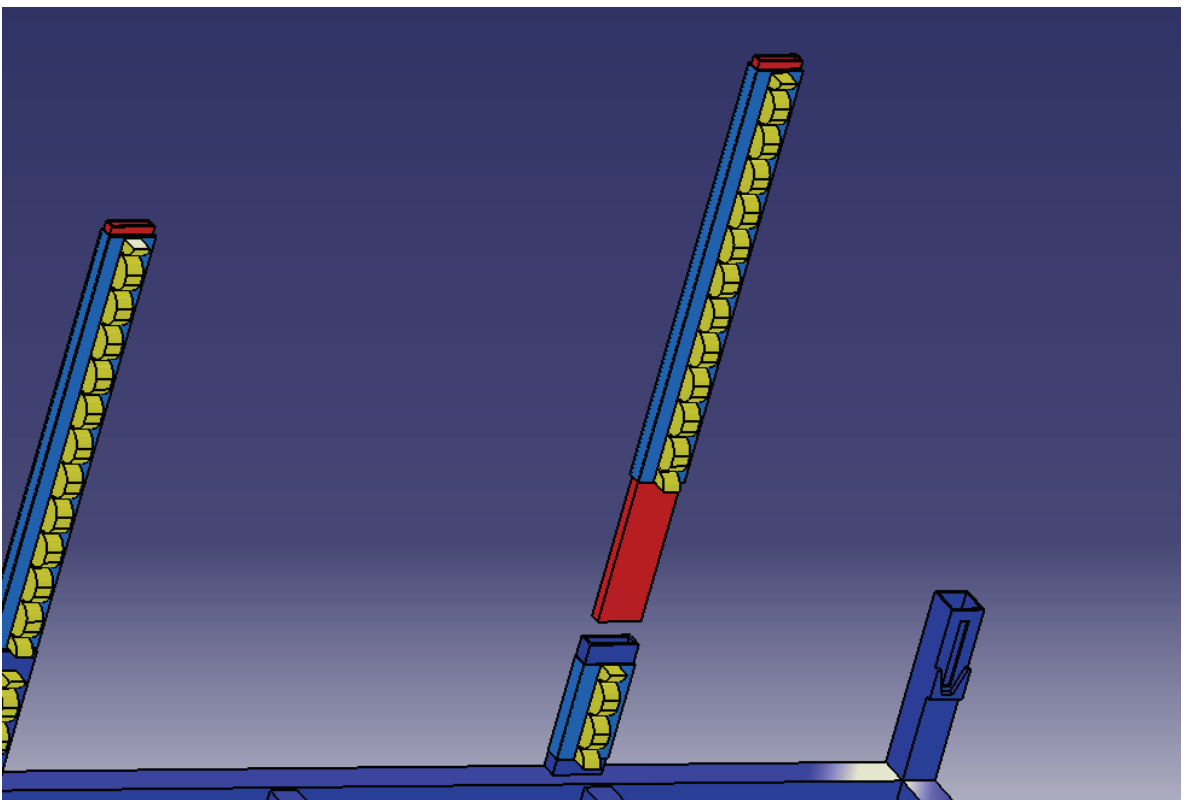
Los cambios que se van ejecutando son los siguientes:

1. tanto la barra izquierda como la derecha están acopladas en una camisa metálica soldada a la parte perimetral de la base. Ambas camisas están soldadas pegadas a la parte interior del perímetro. Si cortamos y soldamos las camisas a la parte exterior, ganaremos algún centímetro. (a la derecha podemos ver la imagen de la base en planta)



Este es un buen comienzo, pero aún nos falta por ganar algún centímetro. Nos centraremos en la parte izquierda para ello.

2. Gracias a la curvatura que tiene la pieza nueva en su parte superior, que va montada sobre la barra izquierda, podremos ganar distancia sustituyendo dicha barra izquierda, que se sitúa en el centro, por dos barras más estrechas separadas simétricamente cierta distancia.



Con esto, ya tenemos completamente solucionado el problema de acoplar la pieza nueva en el contenedor. Pero aún nos queda un problema por resolver.

Las piezas se extraen del contenedor deslizándose por la parte derecha, una vez desmontada la barra derecha. Cuando se desmonta la barra derecha, aún queda un pequeño obstáculo: la camisa metálica donde se introduce la barra. Este obstáculo

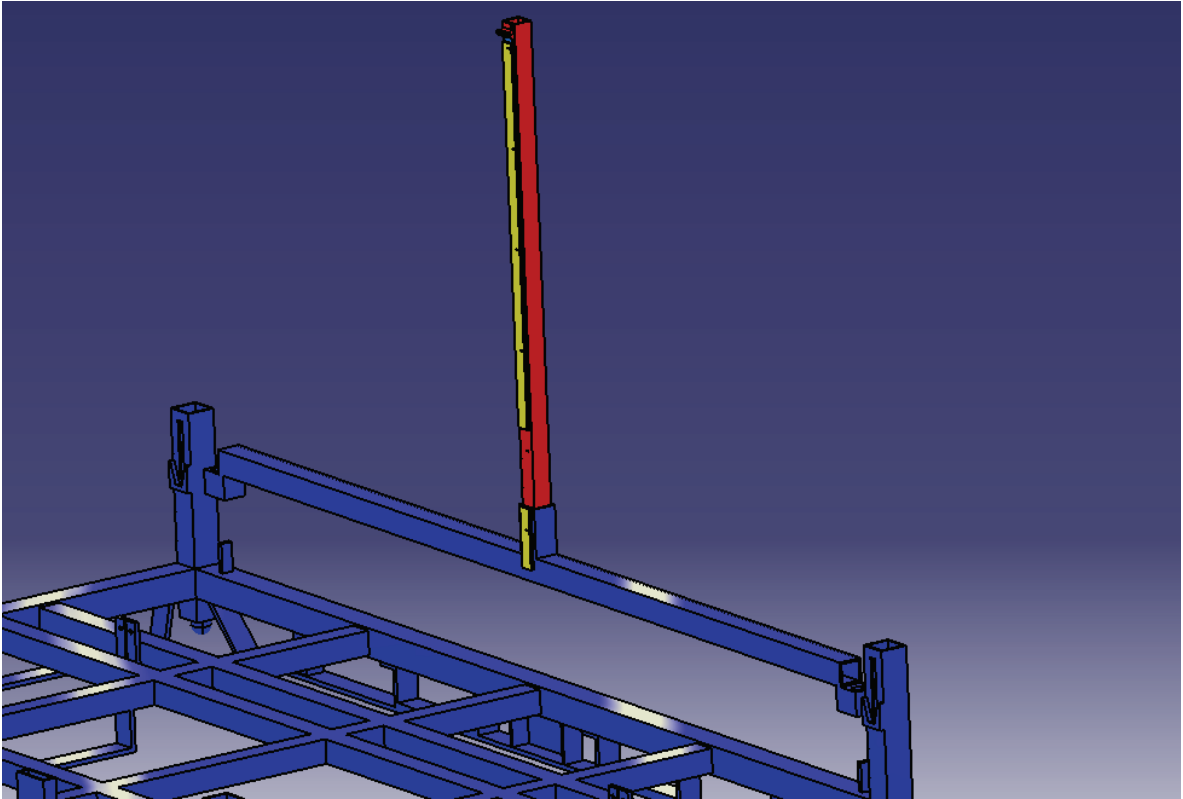
no era tal en el caso de la pieza vieja, ya que estaba colocado estratégicamente para que la pieza lo salvase debido a sus curvaturas de la parte anterior⁶.



En el caso de la pieza nueva, al ser la parte anterior de ésta lisa, no libraré dicho obstáculo. Con lo que debe ser eliminado.

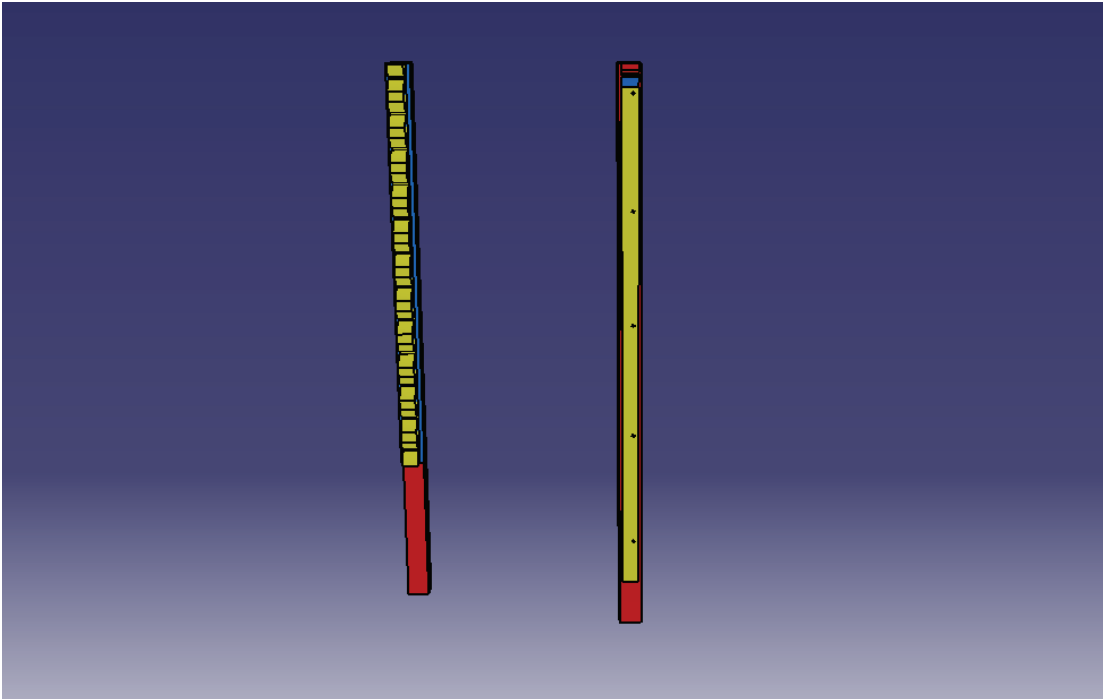
Lo que nos llevó a diseñar una traviesa desmontable, donde iría colocada la barra derecha, tal como se ve en la imagen.

⁶ Fotografía en primer plano de la denominada barra derecha

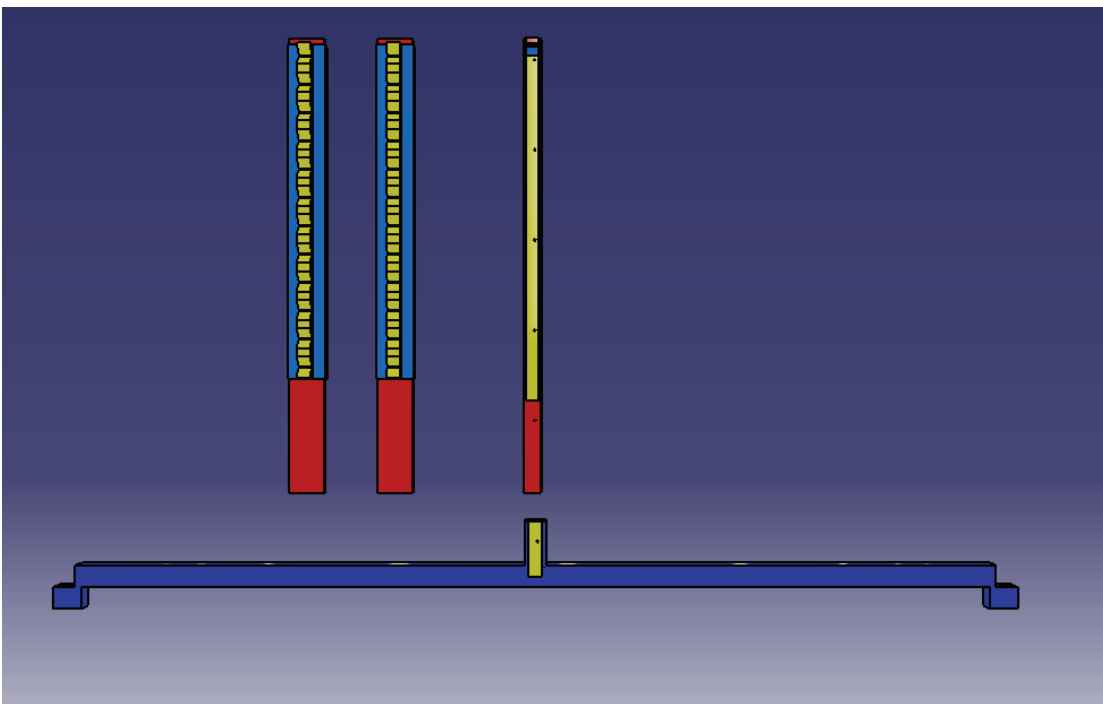


Por lo tanto, las variaciones serían las siguientes:

- Sustituir las barras izquierda y derechas viejas por dos barras izquierdas más anchas y estrechas y un conjunto traviesa-barra para la parte derecha.

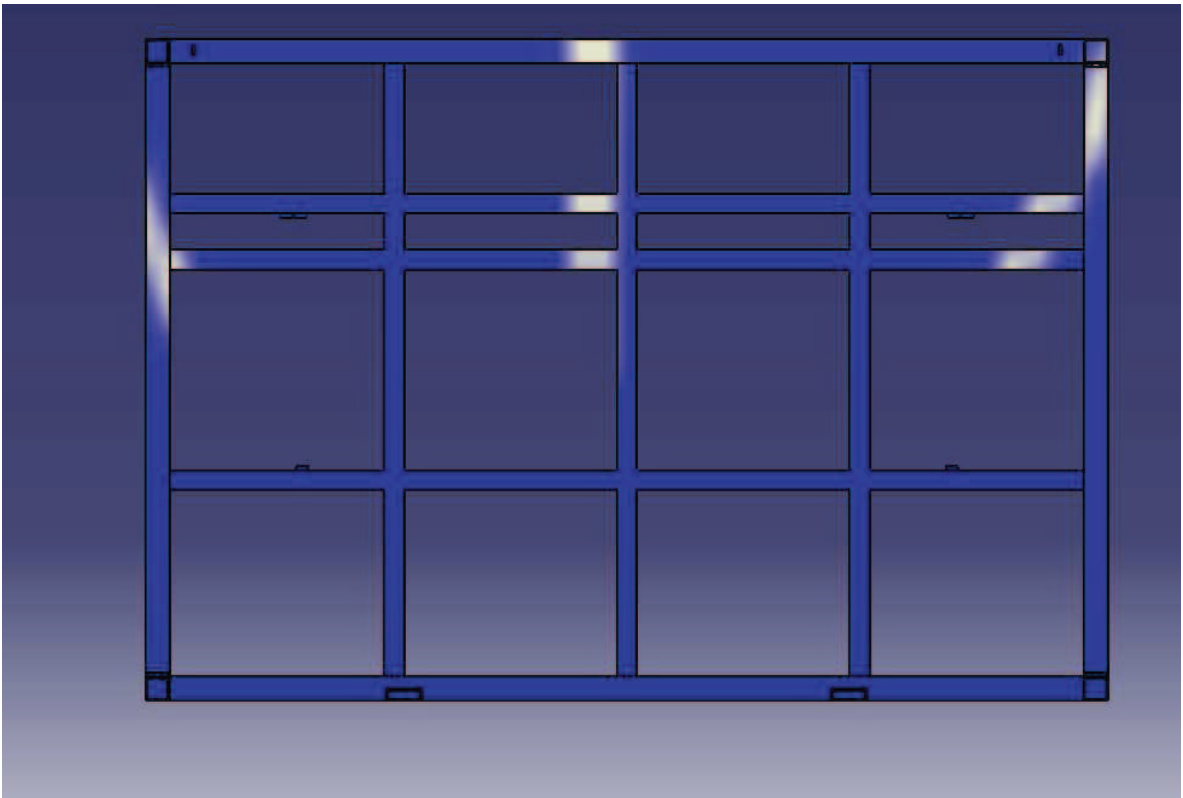


PIEZAS VIEJAS



PIEZAS NUEVAS

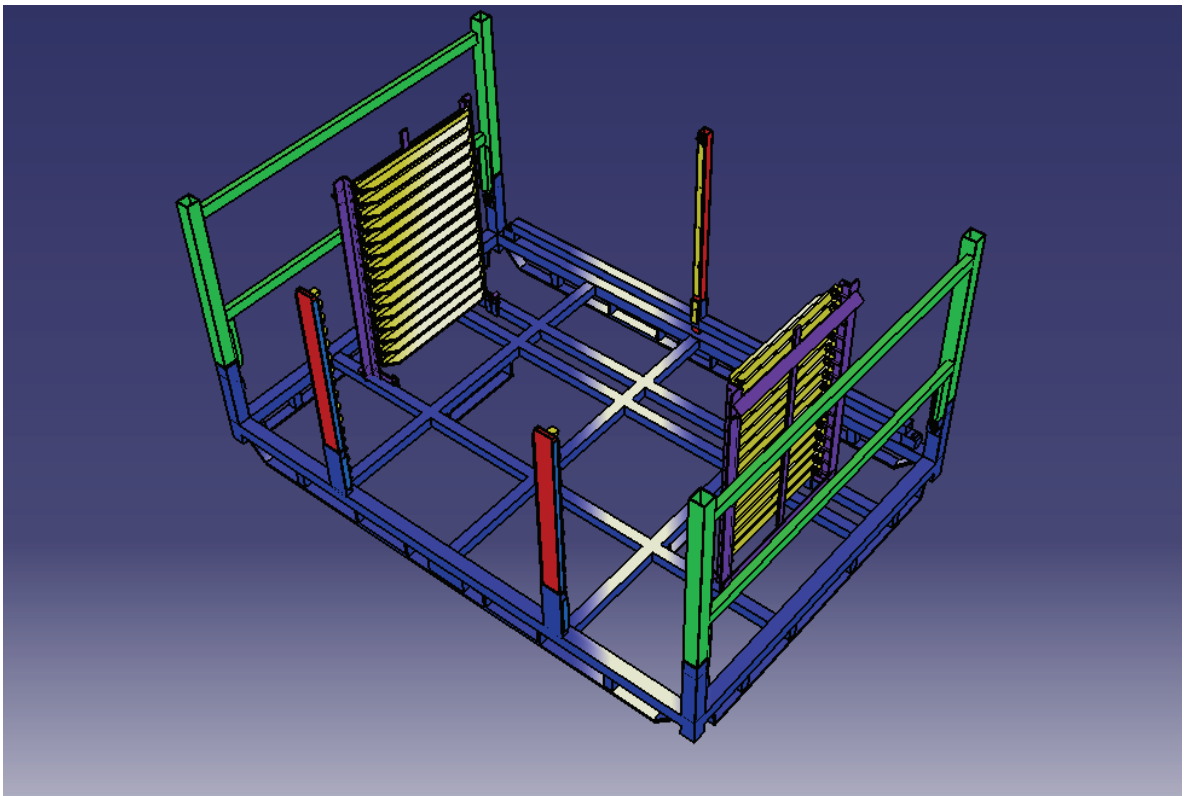
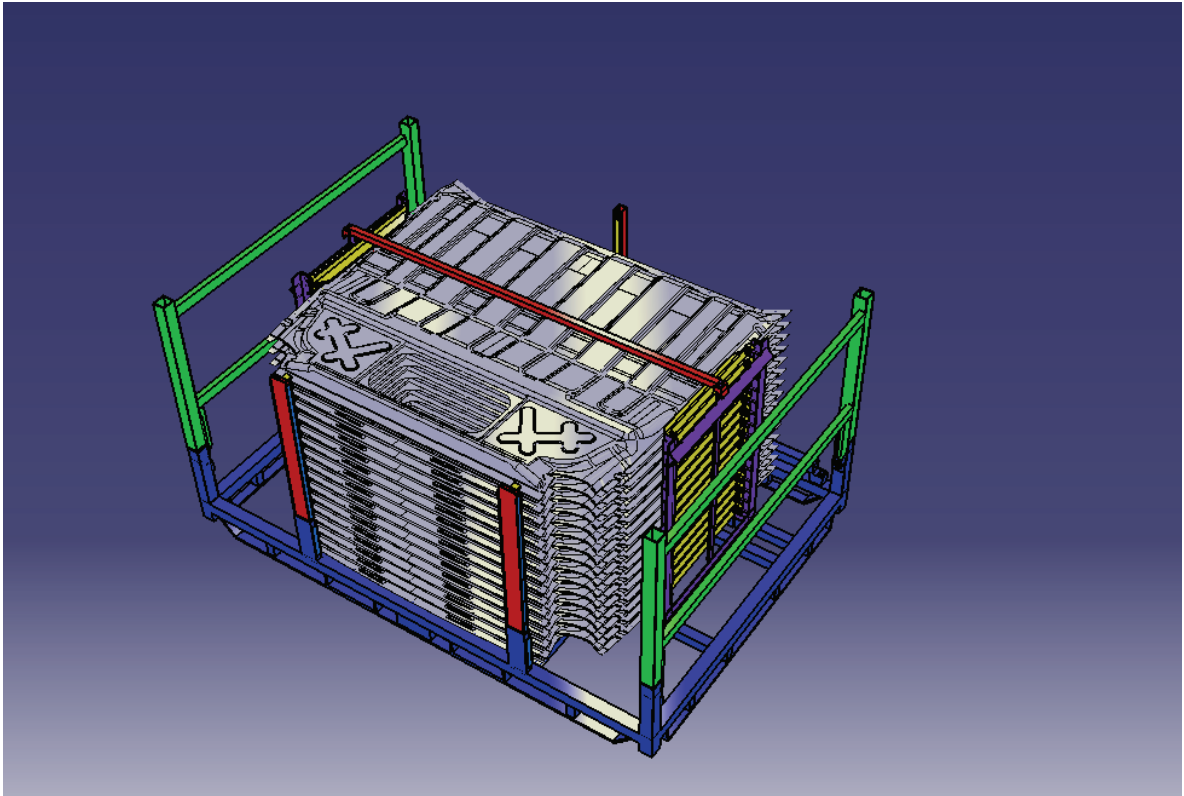
- Cortar las camisas metálicas, además de todos los salientes de la zona perimetral de la base vieja (vista unas líneas arriba) y soldar en la parte izquierda dos camisas estrechas pegadas al exterior de la base; y en la parte derecha dos pletinas que sirvan de sujeción a la nueva travesía metálica.⁷



Así pues, mostramos a continuación las imágenes de cómo quedaría el contenedor tanto con las piezas montadas, como vacío.⁸

⁷ Se observa la imagen en planta del contenedor nuevo.

⁸ Se pueden ver los planos de este primer prototipo en el Anexo de Planos





¿QUÉ PROBLEMA NOS ENCONTRAMOS?

Si bien esta solución es técnicamente solvente, nos encontramos un problema de ergonomía.

Como se ha dicho anteriormente, para extraer las piezas hay que quitar la barra derecha; y más concretamente, en nuestro proyecto, habrá que montar el contenedor encima del postizo con la barra derecha quitada.

El problema es el peso y la dificultosa maniobrabilidad de la traviesa metálica. En otras palabras, la traviesa es un “muerto”. Un elemento demasiado incomodo para trabajar en buenas condiciones.

Por lo tanto esta idea debe sufrir modificaciones orientadas hacia la eliminación de la traviesa.

En su momento, esta solución pareció válida. Tanto es así, que se llegó a construir el prototipo. Fue entonces, cuando nos dimos cuenta de la falta de ergonomía del elemento traviesa.

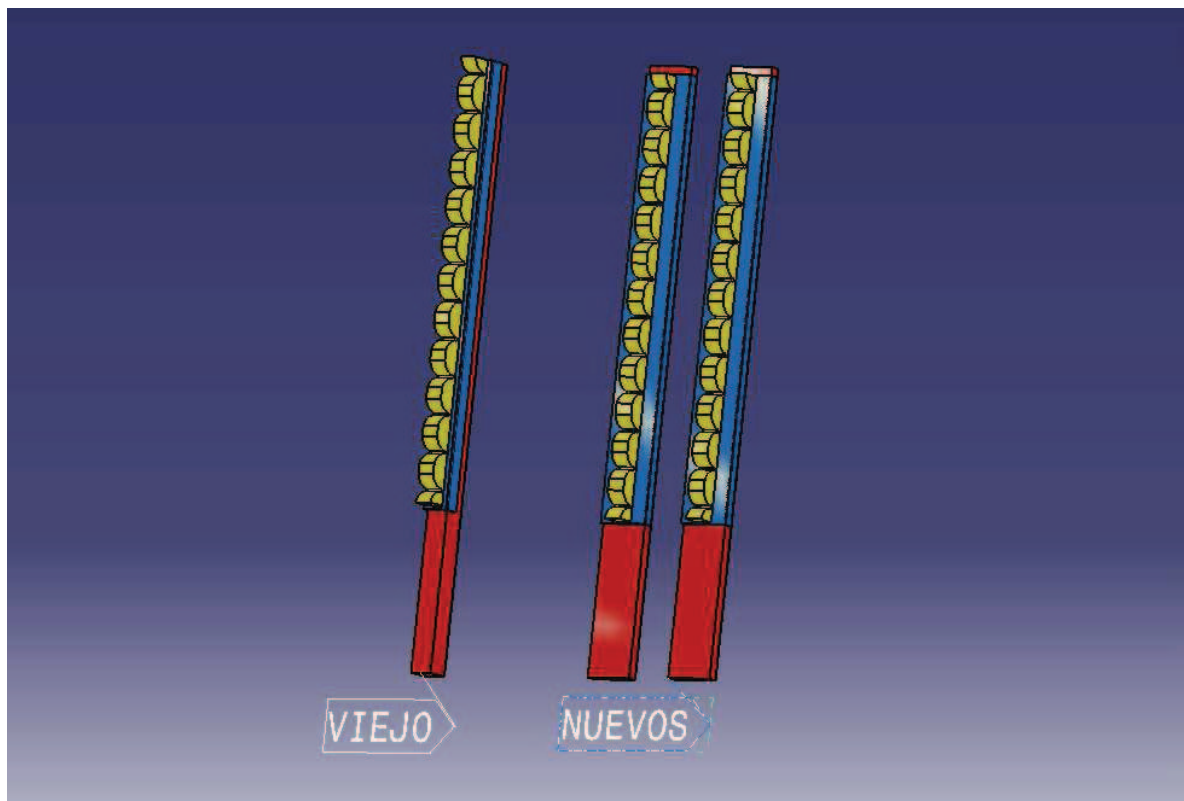
Idea rechazada.



4.3 Modificación final

Como acabamos de ver, la solución anterior no ha resultado válida debido a un problema ergonómico. Pero la base de nuestra solución final ha de ser la misma.

Se va a dar por válida la solución que se propuso para el lado izquierdo, esto es, las barras más estrechas colocadas simétricamente respecto del centro.



Los detalles de las mismas se podrán observar en el anexo correspondiente a los planos del contenedor de paneles divisorios.⁹

Por otro lado, habrá que sustituir la actual disposición de la barra derecha por algo más manejable que el conjunto travesía-barra anteriormente diseñado.

⁹ También se encontrarán en dicho anexo el resto de modificaciones concernientes a este punto.

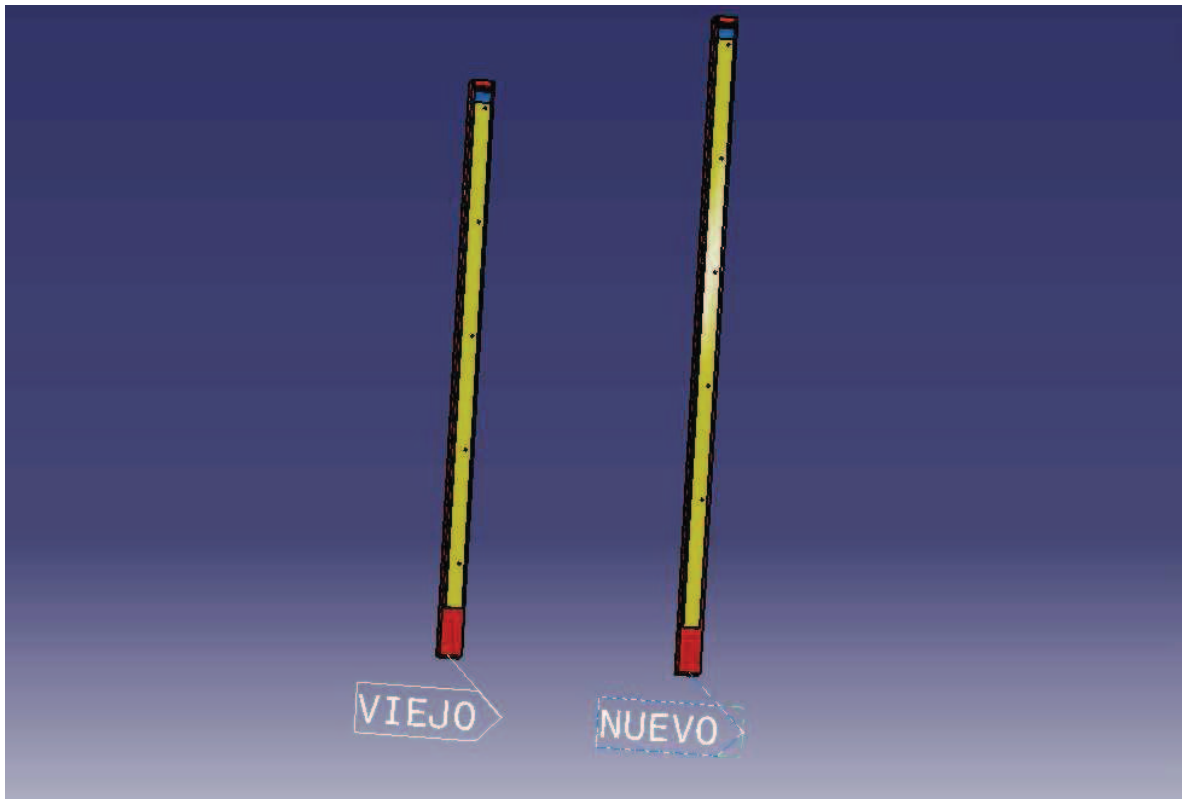


A este respecto, se barajó la posibilidad de colocar una barra abatible, de tal manera que ésta no fuese un estorbo cuando fuese desmontada, ya que quedaría unida al contenedor. Pero esta solución se descartó también debido a la elevación que necesitaríamos para sacar la última pieza (al igual que pasaría con la disposición actual, la pieza colocada abajo del todo no sería capaz de deslizarse hacia fuera).

Finalmente se optó por una solución más básica: taladrar en la base del contenedor, para que ésta actuase como sujeción de la barra derecha.



Así pues, la barra derecha nueva tendría el mismo perfil que la vieja; y sólo variaría su longitud, que será mayor.

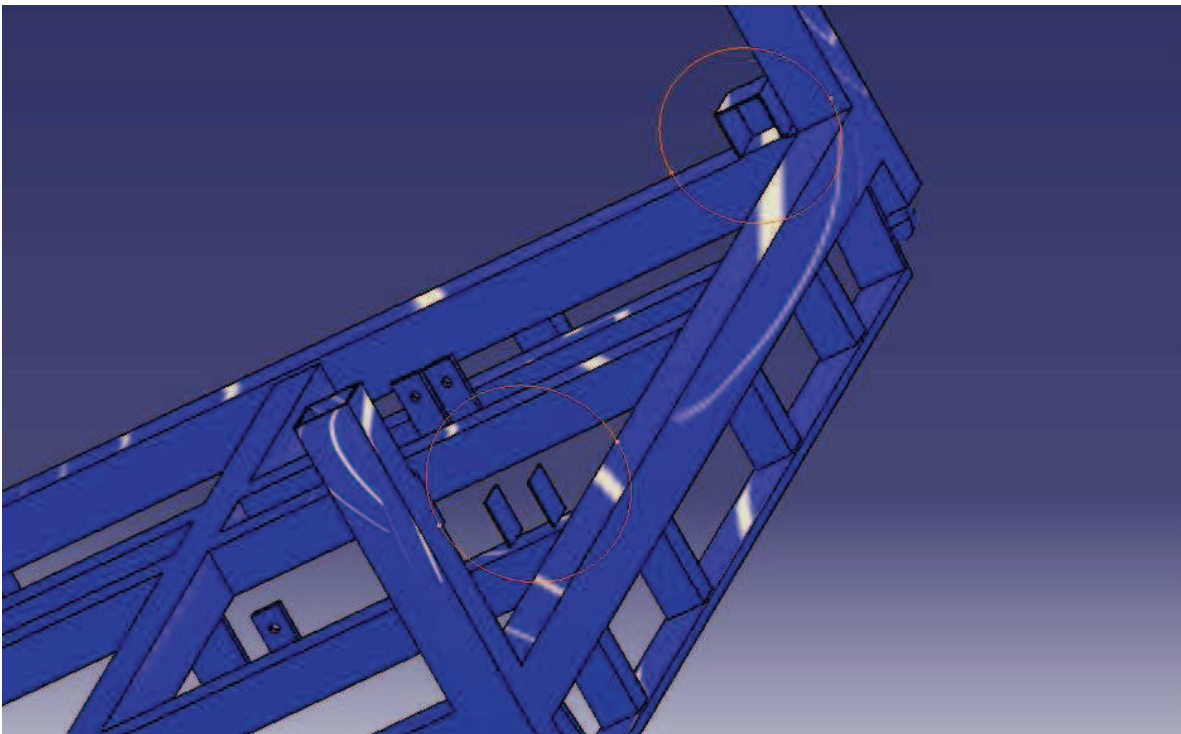
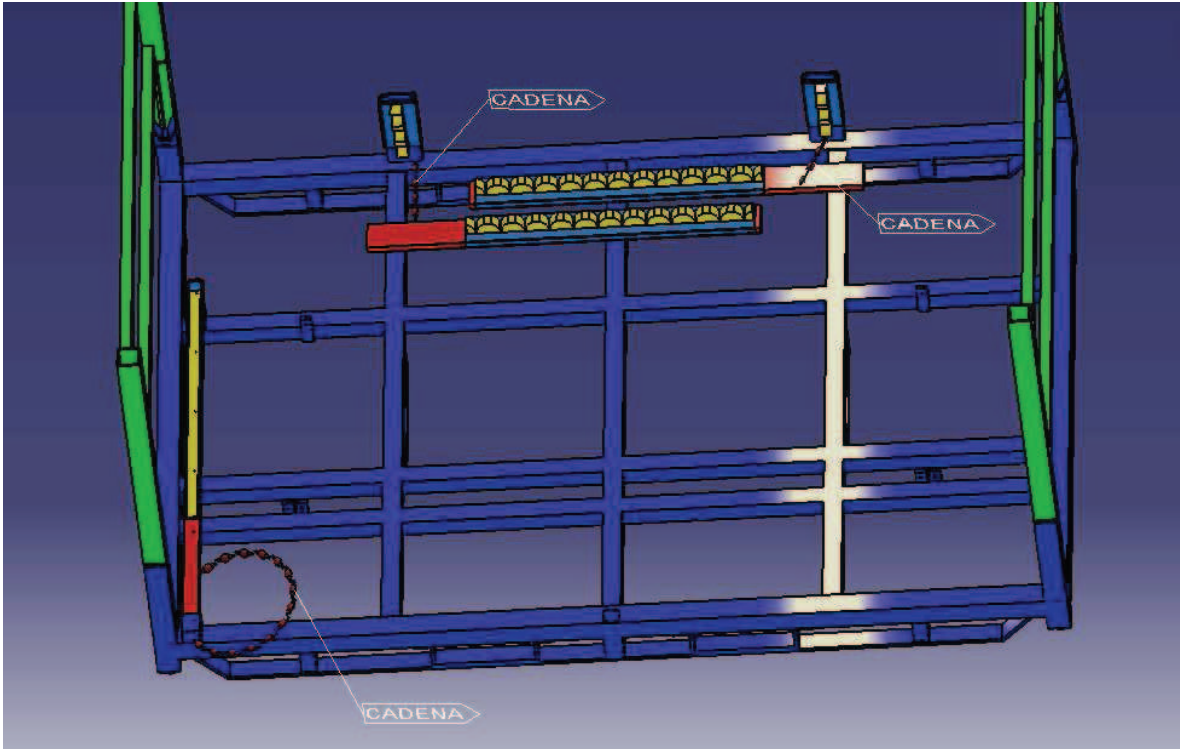


Con esto, sólo queda solventar el problema de qué hacer con la barra derecha cuando se suba el contenedor al postizo.

Como ya se dijo antes, una vez subido el contenedor al postizo, habrá que retirar la barra derecha para que, una vez volteado el contenedor, las piezas deslicen hasta la otra base del postizo.

Es el mismo problema que con la traviesa, pero con más fácil solución.

Se unirá la barra a la base por medio de una cadena (también se hará con las barras izquierdas, para cuando se transporte el contenedor desmontado); y mediante dos pletinas y una camisa podrá ser alojada sin crear molestias ni interferencias en la salida de las piezas.

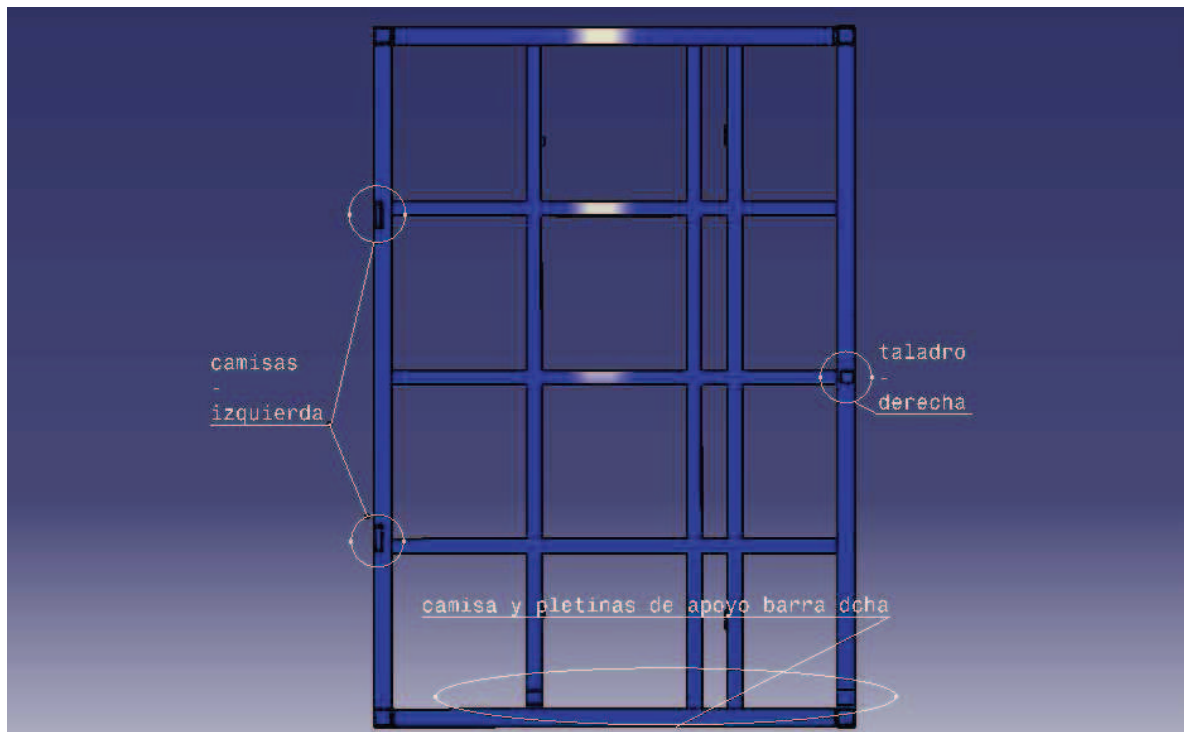


Con lo que, finalmente, nuestro problema queda solucionado.



Partiendo de la base de la primera modificación, se han solventado los problemas existentes consiguiendo una solución tanto técnica como ergonómicamente viable.

A continuación vemos cuales son las variaciones llevadas a cabo en la base, las cuales quedan especificadas en los planos.







5. CONTENEDOR POSTIZO

5.1 Características necesarias. Requerimientos

Se parte de la idea desde la empresa de voltear el contenedor de paneles divisorios 85° para dejar los paneles en posición de montaje. Pero para ello se necesita una estructura intermedia entre contenedor y volteador, como ya hemos visto, para poder llevar a cabo el volteo en fábrica. Esta estructura es la que llamaremos **contenedor postizo**.

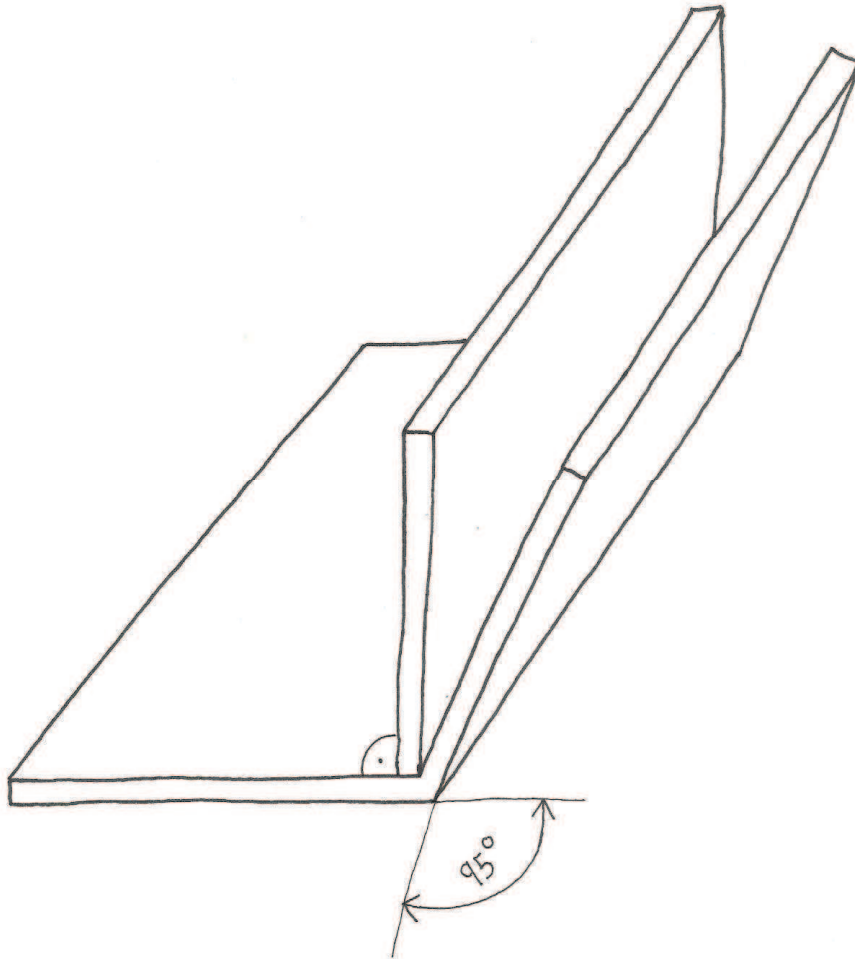
Recordemos que el proceso seguirá los siguientes pasos: colocar el contenedor de paneles divisorios sobre este contenedor postizo; llevar el conjunto *contenedor de paneles – postizo* hasta el volteador; voltear y llevar dicho conjunto, ya volteado, hasta la línea de montaje; una vez montados los paneles, repetir el proceso a la inversa.

Debido al objetivo del proceso, el contenedor postizo deberá requerir de una serie de características iniciales:

- **Dos bases a 95°** , para trasladar el contenedor de paneles divisorios volteado y sin voltear. La razón de que sean 95° en vez de 90° es asegurarse de que el contenedor de paneles no vuelque, apoyándose en el postizo con una ligera inclinación de 5° en vez de ir completamente vertical.
- **Una base interna a 90° .**¹

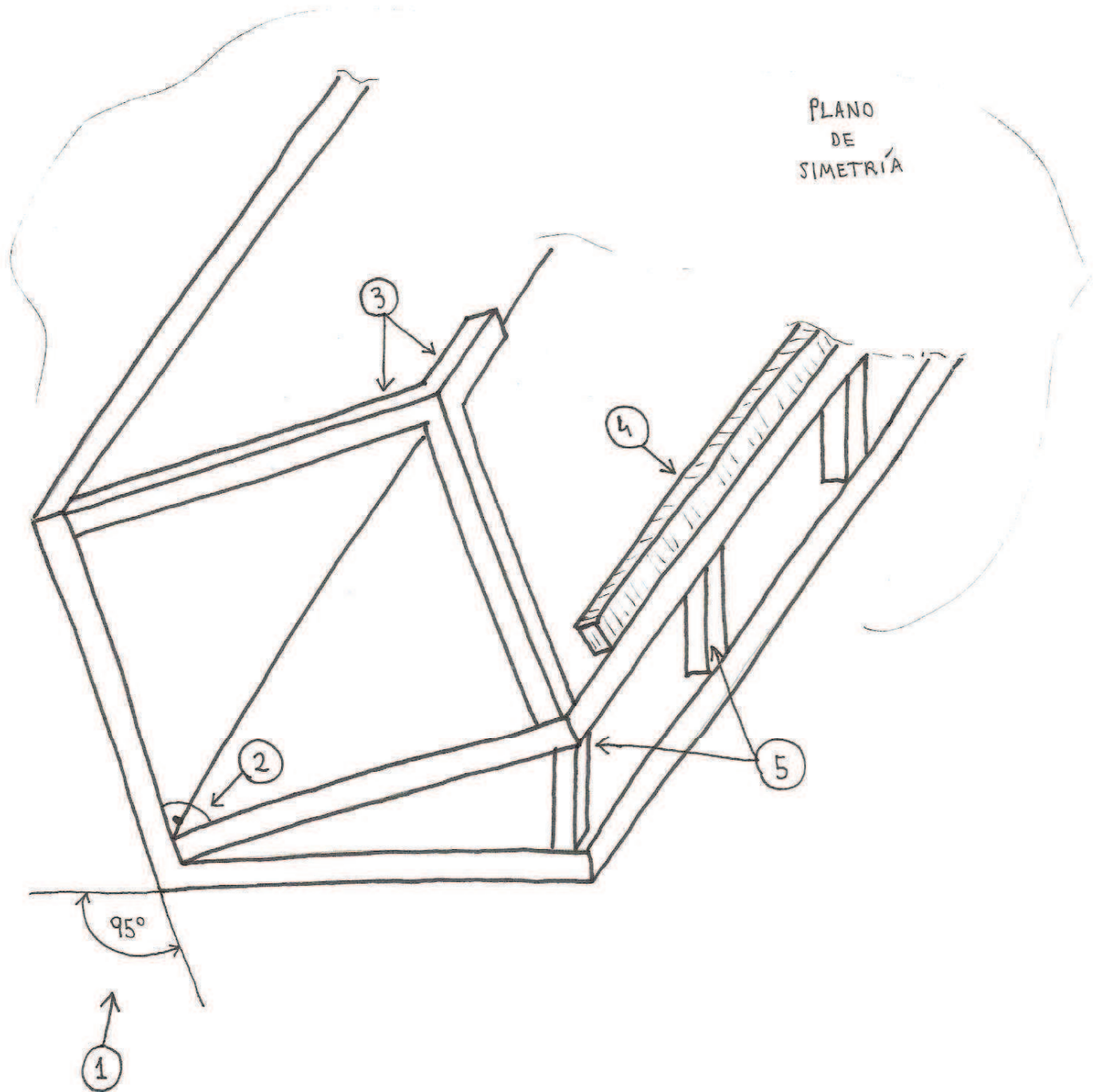
¹ Se adjunta boceto personal aclaratorio en la siguiente hoja





- **Dimensiones con la holgura oportuna**, tal que el carretillero introduzca sin problemas el contenedor de paneles divisorios, pero ajustando las medidas todo lo posible (cuestión de espacio y dinero).
- **Sistema antivuelco** para el transporte.
- **Zona de apoyo** para los paneles divisorios.

5.2 Primer Boceto²



² Se adjunta el boceto del diseño preliminar, en estado posterior al volteo.



En la imagen anterior vemos dibujado el boceto preliminar en el diseño del Contenedor Postizo. Al dibujo se le han añadido unas marcas (en forma de numeración) para facilitar el análisis de las características más importantes del mismo.

5.2.1 Características del Boceto

- 1) Las bases exteriores cumplen la condición de formar un ángulo de 95° , esto facilitará tanto el transporte como el volteo
- 2) Por su parte la base interior está a 90° , lo que permite que una vez volteado, el Contenedor de Paneles Divisorios esté ligeramente inclinado. Esto permitirá que los Paneles, una vez sueltos, no vuelquen.
- 3) En los laterales, se acopla una estructura rígida antivuelco, que evitará que el Contenedor salga expulsado tanto por el lateral como por la parte frontal, una vez volteado.
- 4) Se suelda una especie de “bordillo” con el mismo objetivo de mantener el Contenedor de Paneles dentro del Postizo.
- 5) Son unos pilares de refuerzo para mantener la integridad de la estructura.

5.2.2 Defectos del Boceto

El boceto está dibujado en posición volteada, esto es, en posición de suministro a línea, por lo que los operarios deberán subir al postizo tal como se ve.

Teniendo en cuenta esto, se aprecian peligros potenciales a tener en cuenta:



1. Los operarios se verían obligados a caminar por una superficie inclinada. Mala ergonomía.
2. Los brazos salientes antivuelco (marca 3) pueden provocar golpes en los operarios de línea. Nivel bajo de seguridad.
3. El bordillo (marca 4) es un obstáculo a la movilidad del operario y puede causar el tropiezo de éste. Nivel bajo de seguridad.

*Los problemas que se han observado en el primer boceto del Postizo están relacionados con la **Ergonomía** y la **Seguridad**.*

Estos detalles deben ser corregidos.

Boceto rechazado





5.3 Nuestro contenedor postizo

Como se ha visto, el primer boceto realizado no era del todo satisfactorio. De hecho, alguno de sus inconvenientes lo hacen inviable por razones de seguridad y ergonomía.

Por lo tanto, partiendo de ese primer boceto y teniendo en cuenta las características requeridas para la construcción del postizo, introduciremos una serie de cambios para que el diseño sea eficaz, tanto en operatividad como en seguridad y ergonomía para el trabajador.

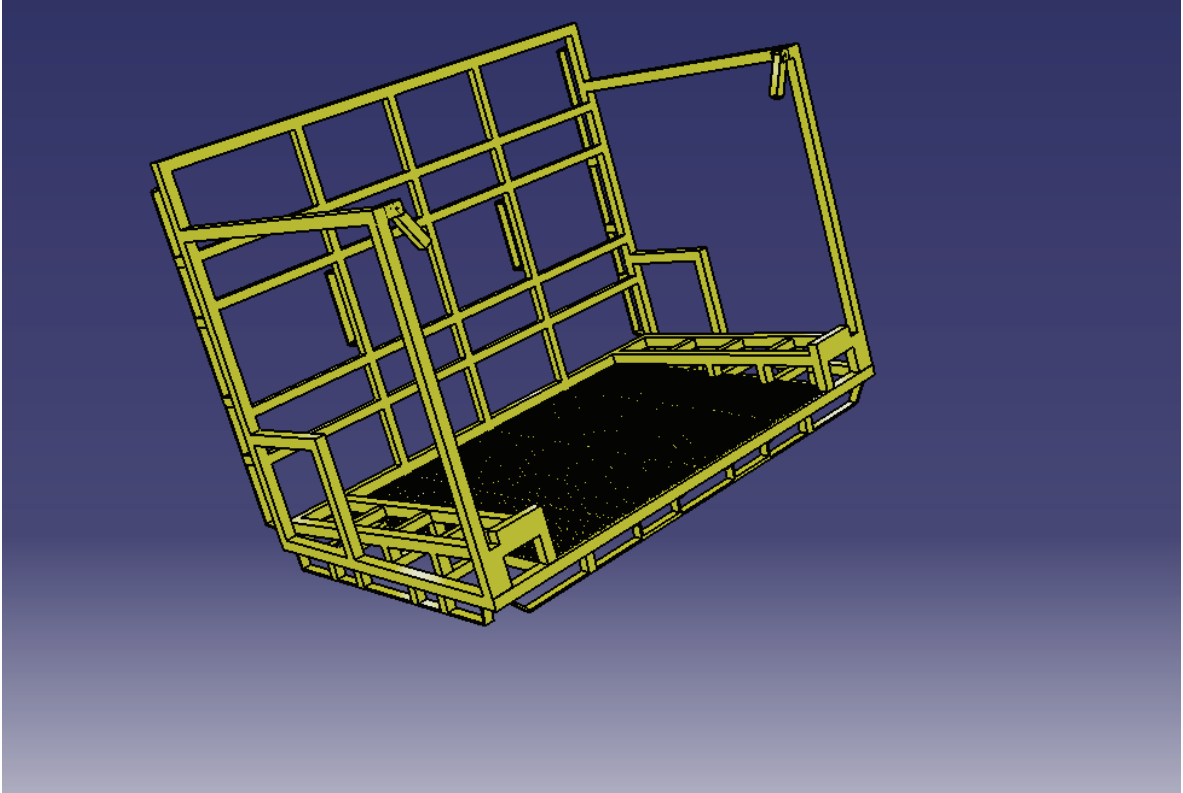
Viendo los inconvenientes por los que se deshecho la primera idea y tratando de reducirlos, sino eliminarlos por completo, se realizan una serie de modificaciones.

5.3.1 Modificaciones respecto al boceto³

- la base interna (la que forma un ángulo de 90°) se construirá sólo por el exterior:
 - se mejora en ergonomía: el operario caminará sobre una superficie horizontal.
 - Se mejora en seguridad: se evitan posibles tropiezos del operario.
- Las barras antivuelco quedarán abatidas una vez esté el contenedor en posición de suministro a línea:
 - De nuevo mejoramos en seguridad: evitando golpes peligrosos al operario.
- Se acoplará una rejilla antideslizante, que irá colocada sobre la base que apoya en el suelo (por la que el operario camina). Este detalle evitará posibles resbalones.

³ Todas las imágenes que se ven en las siguientes hojas son capturas de los diseños en Catia





5.3.2 Componentes del Contenedor Postizo⁴

A continuación desarrollaremos por separado cada uno de los elementos que conforman un contenedor postizo, haciendo hincapié en sus características estructurales y en el motivo de ellas.

⁴ Se pueden ver los planos de dichos elementos en el anexo correspondiente a los planos del postizo.



BASE DOBLE

Material: acero S 275 JR

Esta estructura cuenta con dos bases unidas en arista que forman entre sí un ángulo de 95°. El motivo de que el ángulo sea 95° en vez de 90° es por razones de transporte. De esta manera durante los trayectos será más difícil el vuelco.

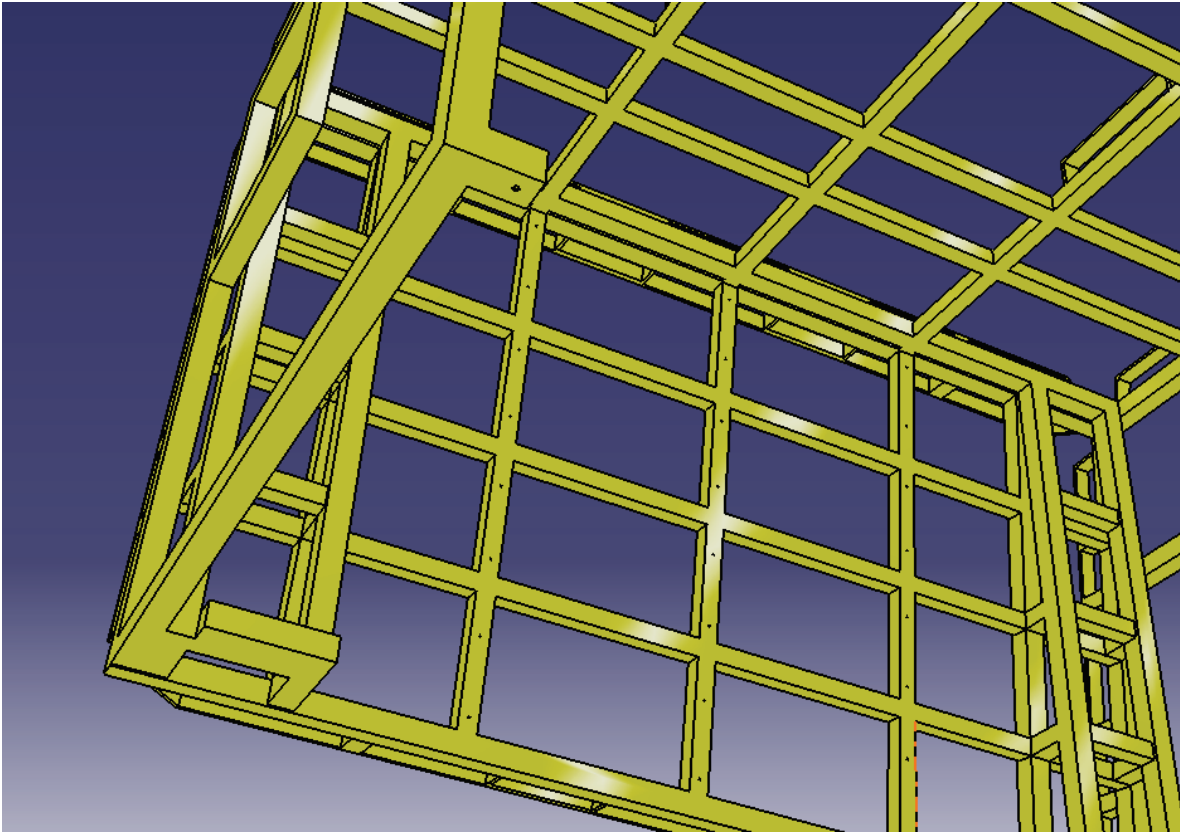
La zona perimetral de ambas bases estará formada por perfiles normalizados de 60x60x5 (mm), mientras que el resto de barras que conforman las bases serán de 50x50x4 (mm).

En las partes inferiores de ambas bases se soldarán patines, que servirán tanto de apoyo una vez esté el contenedor postizo en el suelo, como para transportar dicho postizo. Estos patines no son más que replicas de los patines de los contenedores vistos en fábrica. De esta manera no habrá problemas de medidas y de acoplamiento con las palas de la carretilla.

Como se ve en la imagen, en una de las bases, por sus laterales hay un levantamiento tal que éste forma 90° con respecto a la otra base. Su motivo es que una vez volteado, el contenedor de los paneles divisorios apoye sobre él, dejando caer los paneles a la base a 95°.

En los extremos de dichos levantamientos se soldará un pequeño trozo de perfil 60x60x5 con el objetivo de mantener el contenedor de paneles divisorios encerrado en el contenedor postizo, hasta su llegada a línea.

La unión entre bases se verá reforzada en los laterales por la soldadura de barras (también de 60x60x5), que en el caso de las más largas tendrán un pequeño saliente en su unión (como se ve en la imagen), con el objetivo de acoplarle un brazo abatible, que se explicará a continuación.



- **BRAZO ANTIVUELCO**

Numero de brazos: 2

Material: acero S 275 JR

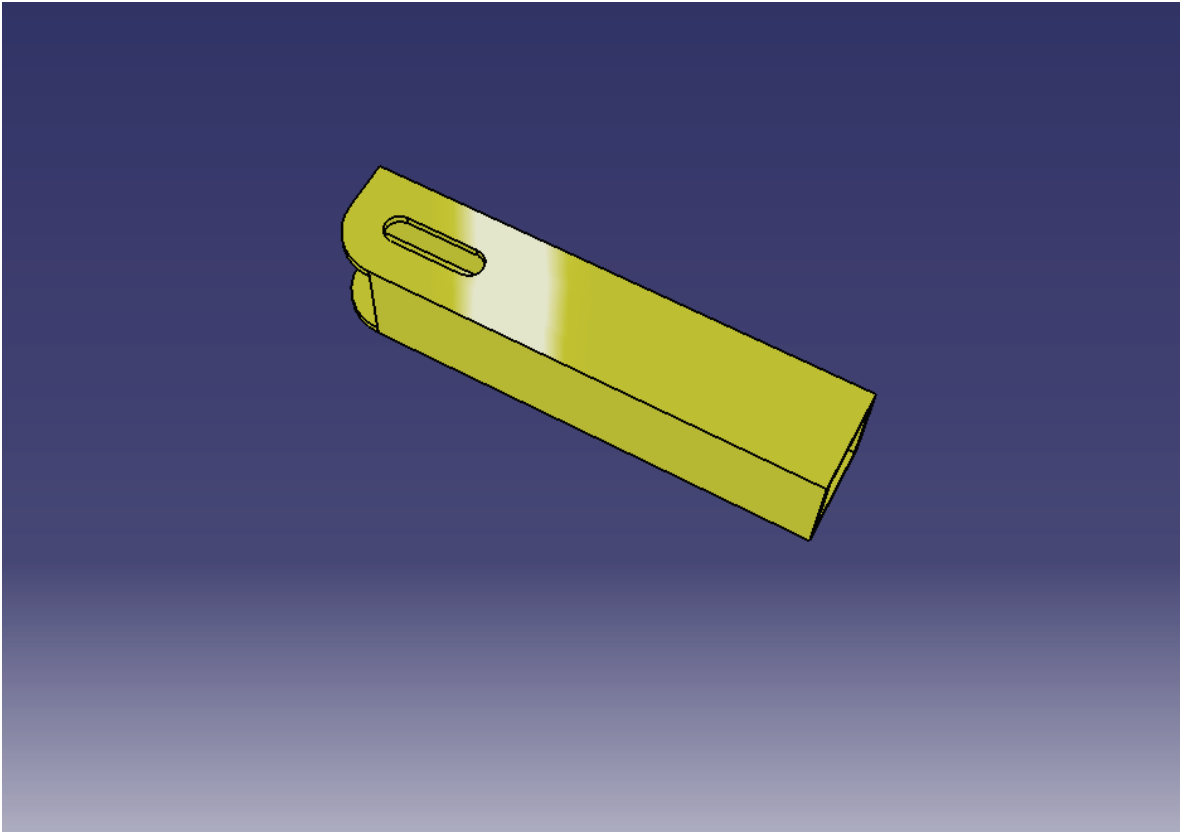
Los dos brazos antivuelco se obtendrán de la manipulación de perfiles normalizados 50x50x4 (mm) y se unirán a la base doble mediante pasador, tal como se especifica en el plano conjunto del contenedor postizo.

El principal objetivo de estos brazos es, al igual que pasaba con el trozo soldado al extremo del levantamiento de la base, que el contenedor de paneles divisorios no se salga del contenedor postizo; más específicamente, que no vuelque una vez chocase con dicho trozo soldado.

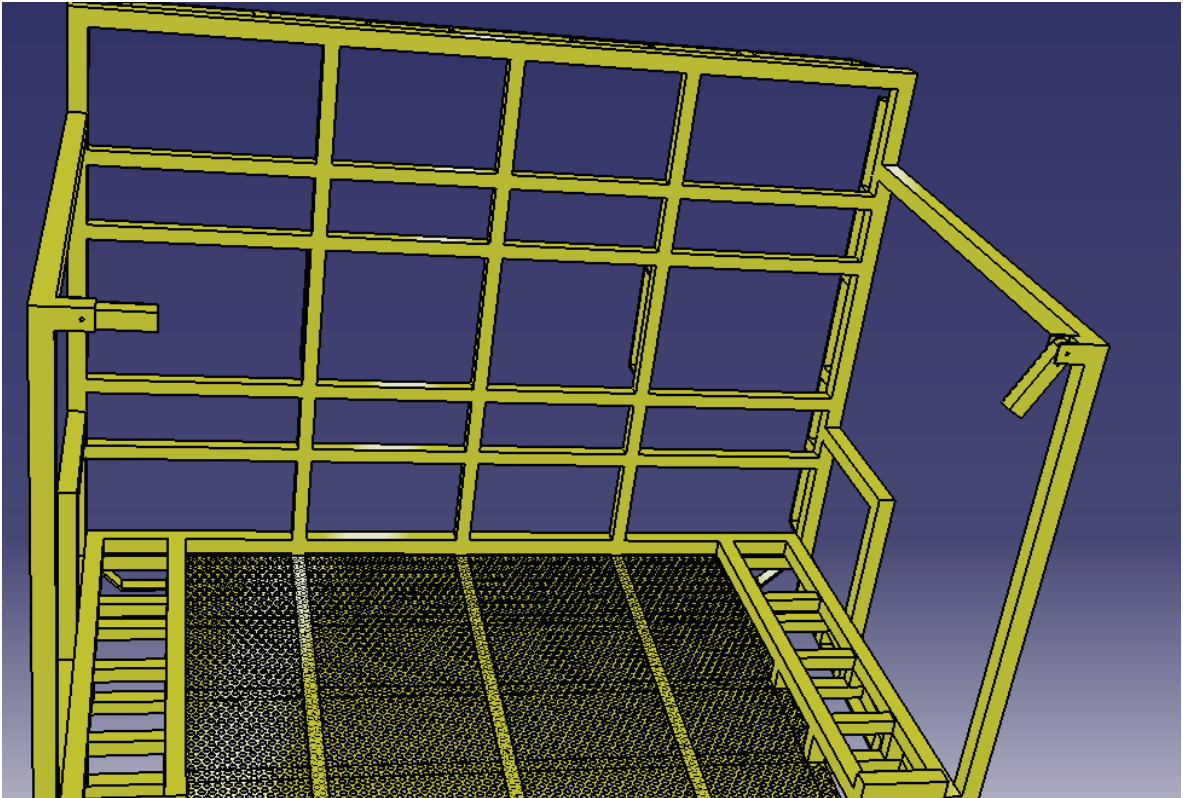


Por razones de seguridad es conveniente que estos brazos sean abatibles, lo que nos lleva al mecanismo del pasador. El obrero podrá abatirlos sin mayor problema sólo con tirar y girar.

Decimos que es por razones de seguridad ya que una vez en línea, el operario deberá introducirse en el contenedor postizo para coger los paneles divisorios. Y si los brazos quedasen en posición antivuelco se correría el riesgo de golpeo (en una zona peligrosa además, como podría ser la cara o la cabeza).



En la imagen de abajo se observa el brazo sin abatir (izquierda) y en proceso de abatimiento (derecha).



Un detalle tan pequeño como que estos brazos no fuesen abatibles podría hacer que este diseño fuese inviable por razones de seguridad. La seguridad es absolutamente prioritaria a la hora de dar el visto bueno a un proyecto.

- **REJILLA ANTIDESLIZANTE**

Numero de rejillas: 1

Material: Hierro fundido

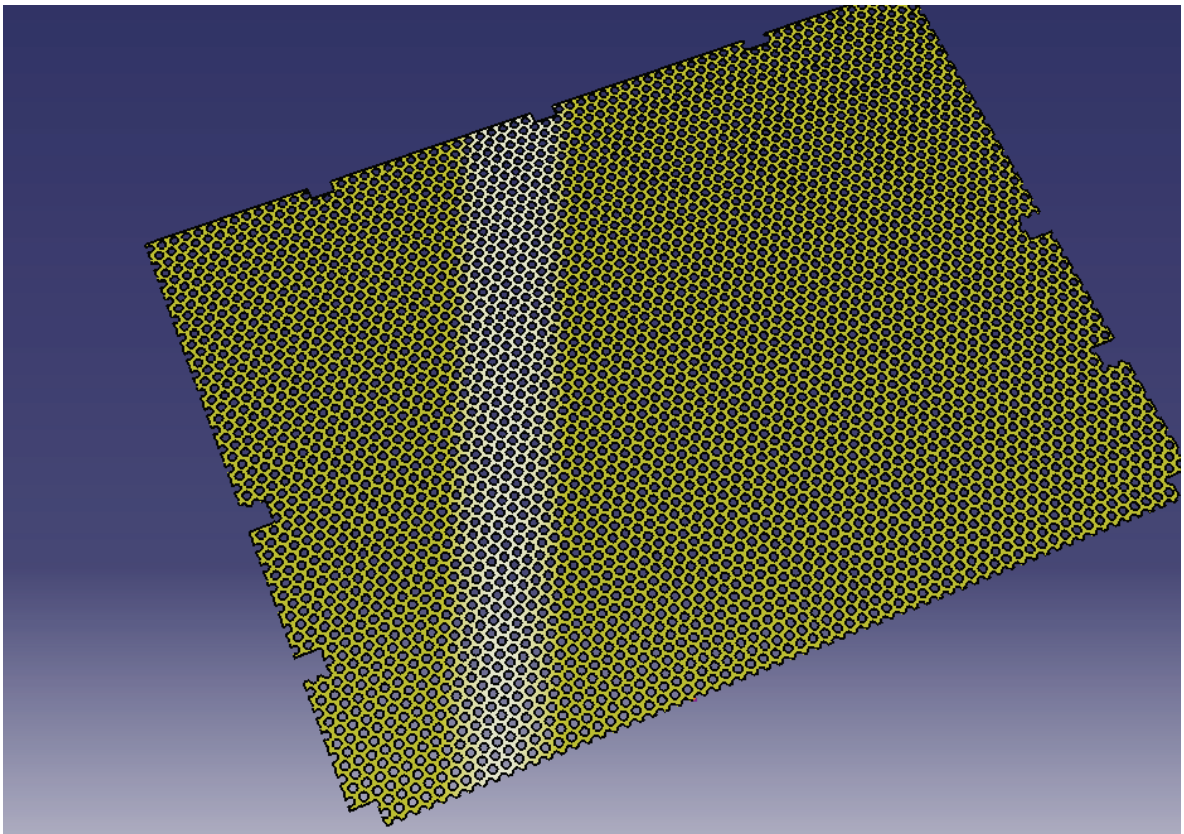
La rejilla antideslizante irá colocada sobre la base más pequeña según se muestra en el plano conjunto.

Las medidas de dicha rejilla (que se pueden observar en el plano correspondiente) son iguales a otras rejillas antideslizantes que observé durante mi periodo de prácticas en Iveco.



En la zona perimetral se observan varios huecos rectangulares, cuya razón es la de acoplarse perfectamente a las barras que conforman la base.

El motivo de la colocación de la rejilla antideslizante es, de nuevo, por seguridad. Como ya se dijo antes, los operarios de la línea deberán subirse al contenedor postizo para coger los paneles divisorios; y gracias a dicha rejilla, la adherencia a la base del postizo será mejor, evitando potenciales resbalones que supondrían un peligro intolerable en la ergonomía y seguridad en el puesto de trabajo.



- **GOMA ANTICHOQUE**

Numero de gomas: 3

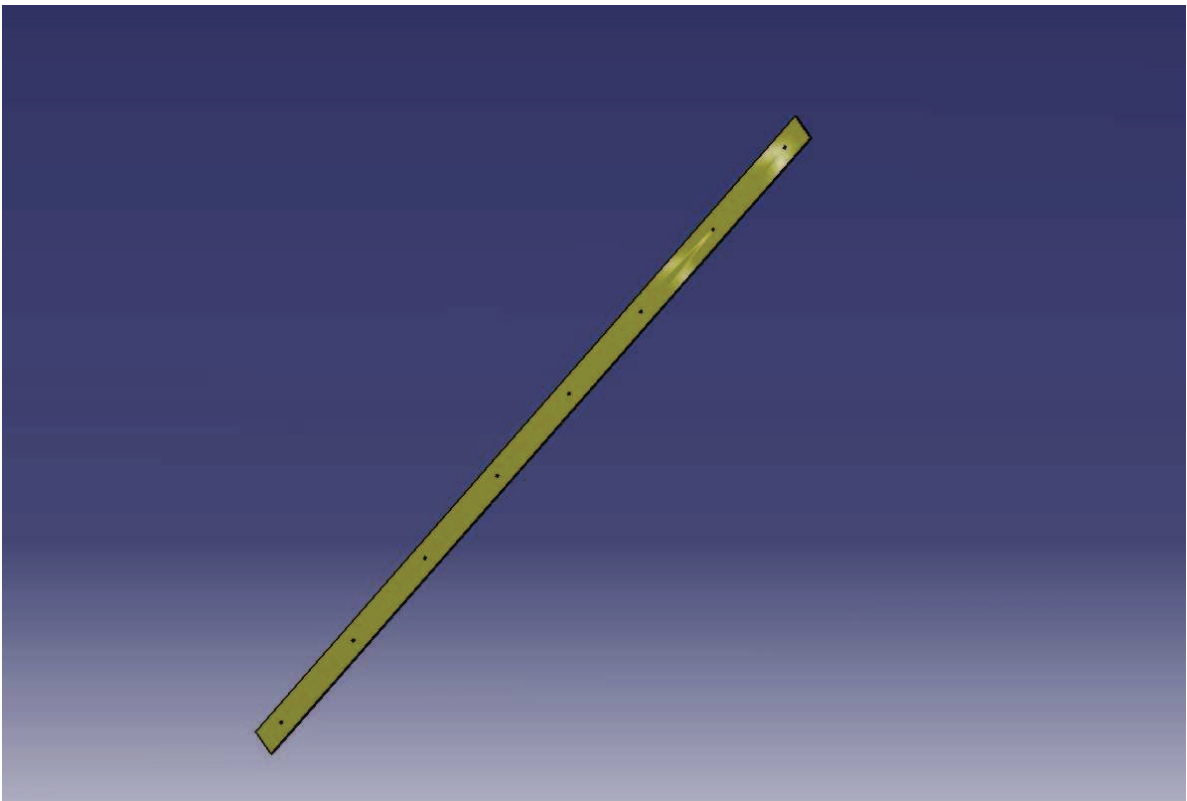
Material: caucho



Las tres gomas antichoques irán pegadas a unas chapas (que se verán a continuación) y atornilladas a la base por encima de la rejilla antideslizante, tal como se muestra en el plano conjunto del contenedor postizo.

Su función es la de evitar el deterioro de los paneles divisorios.

Al ser volteado el contenedor, Los paneles divisorios se precipitarán hasta la base pequeña del contenedor postizo, sufriendo un pequeño golpe. Tanto los efectos de este pequeño golpe como las vibraciones que se producirán en el trayecto desde el volteador al puesto de la línea, se verán minimizados gracias a estas tres gomas de caucho, manteniendo los paneles en un estado óptimo.





- **CHAPA SOPORTE**

Numero de chapas: 3

Material: Hierro fundido

Tienen medidas iguales a las gomas antichoques y su única función es la de servir de soporte a las mismas a la hora de atornillarlas a la base.

5.3.3 Pedido de Contenedores Postizos

Debido a las características de este proyecto logístico, serán necesarios varios contenedores postizos. Nunca puede quedar bloqueado el proceso de montaje por falta de postizos, por lo que siempre tiene que haber alguno vacío a la espera de nuevos paneles divisorios.

A esto, se suma que nuestro diseño de volteador y de postizo se va a duplicar en otra parte de la Fábrica con una finalidad diferente.

El motivo de la colocación de otro volteador no concierne a nuestro proyecto, pero se aprovecha para hacer el pedido conjunto y así conseguir cierto ahorro económico.

De esta manera, los contenedores postizos estarán en continuo movimiento entre ambos volteadores, acoplándose su flujo a las necesidades del momento.

Tanto los dos volteadores como los contenedores postizos entrarán en un presupuesto común, como se puede observar en el *anexo Estudio Económico*.

Finalmente se determinó un número de **15 contenedores postizos**, para asegurarse que no se producen paradas de producción por falta de ellos.

La **calidad de acabado** de los contenedores será la estandarizada para contenedores industriales IVECO.



6. VOLTEADOR

6.1 Características necesarias. Requerimientos

Al igual que pasaba tanto con el contenedor postizo como con el contenedor de paneles divisorios, la empresa da unas premisas con las características requeridas para el volteador.

En este caso, las características necesarias vienen, en gran medida, motivadas por estructura del contenedor postizo y por la manejabilidad del mismo.

Así pues, la estructura del volteador contará con las siguientes características:

- Estará compuesto de **base y caja**. Siendo la caja la que tenga el eje de rotación que permita el volteo
- **Dos bases a 95°** en la caja. Para que se adapte perfectamente a las dos bases del contenedor postizo
- **La base del volteador: robusta**. Anticipándonos a las posibles deformaciones por choques de la carretilla.
- **Ruedas** en la base. Serán locas y se colocarán con el objetivo de evitar deformaciones en caso de choque.
- **Dimensiones con la holgura oportuna**, tal que el carretillero introduzca sin problemas el contenedor postizo pero ajustando las medidas todo lo posible (cuestión de espacio y dinero).
- **Zona de apoyo horizontal** para las dos bases de la caja.





- **Horizontalidad también en vacío.** Para colocar sin problemas el conjunto *postizo-contenedor* tanto en posición de volteo como en posición de desvolteo.

6.2 Cómo realizar el volteo

Una vez especificadas las características necesarias, se plantea la duda de cómo hacer girar la caja del volteador.

Para ello, será necesario imprimir cierta fuerza motriz.

El cómo imprimir esa fuerza motriz, es el punto de discusión siguiente.

Se barajaron tres opciones:

1. volteo mediante motor.
2. volteo a mano.
3. volteo mediante carretilla.

Estas opciones son detalladas y analizadas a continuación.

6.2.1 volteo mediante motor

6.2.1.1 FUNDAMENTO TEÓRICO

El volteo mediante motor se realizaría mediante la incorporación de un motor eléctrico al eje de rotación del volteador, de tal forma que imprimiese la fuerza motriz necesaria para girar la caja en el ángulo requerido de 85°.



¿QUÉ ES UN MOTOR ELÉCTRICO?¹



Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotatorias que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. Debido a sus múltiples ventajas, entre las que cabe citar su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento, el motor eléctrico ha reemplazado en gran parte a otras fuentes de energía, tanto en la industria como en el transporte, las minas, el comercio, o el hogar.

Los motores eléctricos satisfacen una amplia gama de necesidades de servicio, desde arrancar, acelerar, mover, o frenar, hasta sostener y detener una carga. Estos motores se fabrican en potencias que varían desde una pequeña fracción de caballo hasta varios miles, y con una amplia variedad de velocidades, que pueden ser fijas, ajustables o variables.

Un motor eléctrico contiene un número mucho más pequeño de piezas mecánicas que un motor de combustión interna o uno de una máquina de vapor, por lo que es menos propenso a los fallos. Los motores eléctricos son los más ágiles de todos en lo que respecta a variación de potencia y pueden pasar instantáneamente desde la posición de reposo a la de funcionamiento al máximo. Su tamaño es más reducido y pueden desarrollarse sistemas para manejar las ruedas desde un único motor, como en los automóviles.

¹ Se adjunta imagen extraída de www.portalplanetasedna.com



6.2.1.2 VENTAJAS

Esta fue la primera opción que se barajó, debido a que la implantación de un motor supondría la solución más *elegante* a la hora de voltear el contenedor de los paneles divisorios.

Las ventajas más evidentes en dicho proceso serían las siguientes:

1. **El carretillero**, una vez hubiese puesto el conjunto *contenedor postizo – contenedor de paneles* sobre el volteador, **no tendría que bajarse** de la carretilla para accionar el dispositivo de volteo. Ya que, aprovechando que hemos implantado un sistema eléctrico, todo se haría de forma automática, ya sea bien con sensores, bien con un accionamiento a distancia...
2. La **velocidad de rotación** de la caja del volteador estaría **regulada** por el motor. Esto implicaría un volteo más suave con un apoyo final en el que se limitaría bastante el ruido causado por los impactos de apoyo.
3. **Ventaja estética**. Un volteo automatizado, daría una imagen de progreso y elegancia al volteador.
4. **Tiempo de ciclo bajo**. De todas las opciones que se barajaron (las veremos a continuación), ésta es la que menos tiempo consume en la operación de volteo, de nuevo debido a la automatización del proceso.





6.2.1.3 INCONVENIENTES

El principal inconveniente que nos encontramos en la instalación de un motor eléctrico es el gasto económico en seguridad y mantenimiento. Este coste se verá además acentuado por la ubicación a la intemperie del volteador de contenedores.

A la hora de implantar cualquier sistema eléctrico deberán seguirse unas normas antes, durante y después de la instalación. Normas que veremos a continuación...

****PREVENCIÓN DE RIESGO ELÉCTRICO**²**

NORMAS GENERALES

- Toda persona debe dar cuenta al correspondiente supervisor de los trabajos a realizar y debe obtener el permiso correspondiente.
- Debe avisar de cualquier condición insegura que observe en su trabajo y advertir de cualquier defecto en los materiales o herramientas a utilizar.
- Quedan prohibidas las acciones temerarias (mal llamadas actos de valentía), que suponen actuar sin cumplir con las Reglamentaciones de Seguridad y entrañan siempre un riesgo inaceptable.
- No hacer bromas, juegos o cualquier acción que pudiera distraer a los operarios en su trabajo.
- Cuando se efectúen trabajos en instalaciones de Baja Tensión, no podrá considerarse la misma sin tensión si no se ha verificado la ausencia de la misma.

² Normas de prevención de riesgo eléctrico obtenidas de www.estrucplan.com.ar



NORMAS ESPECÍFICAS ANTES DE LA OPERACIÓN

- A nivel del suelo ubicarse sobre los elementos aislantes correspondientes (alfombra o manta aislante o banqueta aislante).
- Utilizar casco (el cabello debe estar contenido dentro del mismo y asegurado si fuese necesario), calzado de seguridad dieléctrico, guantes aislantes para BT y anteojos de seguridad.
- Utilizar herramientas o equipos aislantes. Revisar antes de su uso el perfecto estado de conservación y aislamiento de los mismos, de sus tomas de corriente y de los conductores de conexión.
- Desprenderse de todo objeto metálico de uso personal que pudiera proyectarse o hacer contacto con la instalación. Quitarse anillos, relojes o cualquier elemento que pudiera dañar los guantes.
- Utilizar máscaras de protección facial y/o protectores de brazos para proteger las partes del cuerpo.
- Aislar los conductores o partes desnudas que estén con tensión, próximos al lugar de trabajo.
- La ropa no debe tener partes conductoras y cubrirá totalmente los brazos, las piernas y pecho.
- Utilizar ropas secas, en caso de lluvia usar la indumentaria impermeable.
- En caso de lluvia extremar las precauciones.

NORMAS ESPECÍFICAS DURANTE LA OPERACIÓN

- Abrir los circuitos con el fin de aislar todas las fuentes de tensión que pueden alimentar la instalación en la que se va a trabajar. Esta apertura debe realizarse en cada uno de los conductores que alimentan la instalación, exceptuando el neutro.
- Bloquear todos los equipos de corte en posición de apertura. Colocar en el mando o en el mismo dispositivo la señalización de prohibido de maniobra.
- Verificar la ausencia de tensión. Comprobar si el detector funciona antes y después de realizado el trabajo.





- Puesta a tierra y la puesta en cortocircuito de cada uno de los conductores sin tensión incluyendo el neutro.
- Delimitar la zona de trabajo señalizándola adecuadamente.

NORMAS ESPECÍFICAS POSTERIORES A LA OPERACIÓN

- Reunir a todas las personas que participaron en el trabajo para notificar la reposición de la tensión.
- Verificar visualmente que no hayan quedado en el sitio de trabajo herramientas u otros elementos.
- Se retirará la señalización y luego el bloqueo.
- Se cerrarán los circuitos.

NORMAS ESPECÍFICAS PARA EL EMPLEO Y CONSERVACIÓN DEL MATERIAL DE SEGURIDAD

- **Casco de seguridad**

Es obligatorio para toda persona que realice trabajos en instalaciones eléctricas de cualquier tipo.

- **Anteojos de protección o máscara protectora facial**

El uso es obligatorio para toda persona que realice un trabajo que encierre un riesgo de accidente ocular tal como arco eléctrico, proyección de gases partículas , etc.

- **Guantes dieléctricos**

Los guantes deben ser para trabajos a BT. Deben verificarse frecuentemente,





asegurarse que están en buen estado y no presenta huellas de roturas, desgarros ni agujeros. Todo guante que presente algún defecto debe ser descartado. Deben ser protegidos del contacto con objetos cortantes o punzantes con guantes de protección mecánica. Conservarlos en estuches adecuados.

- **Cinturón de seguridad**

El material de los cinturones será sintético. No deben ser de cuero. Debe llevar todos los accesorios necesarios para la ejecución del trabajo tales como cuerda de seguridad y soga auxiliar para izado de herramientas. Estos accesorios deben ser verificados antes de su uso, al igual que el cinturón, revisando particularmente el reborde de los agujeros previstos para la hebilla pasacinta de acción rápida. Verificar el estado del cinturón: ensambles sólidos, costuras, remaches, deformaciones de las hebillas, mosquetones y anillos. Los cinturones deben ser mantenidos en perfecto estado de limpieza y guardados en lugares aptos para su uso posterior.

- **Banquetas aislantes y alfombra aislante**

Es necesario situarse en el centro de la alfombra y evitar todo contacto con las masas metálicas.

- **Verificadores de ausencia de tensión**

Se debe verificar ante de su empleo que el material está en buen estado. Se debe verificar antes y después de su uso que la cabeza detectora funcione correctamente. Para la utilización de estos aparatos es obligatorio el uso de los guantes dieléctricos de la tensión correspondiente.





- **Escaleras**

Se prohíbe utilizar escaleras metálicas para trabajos en instalaciones eléctricas o en su proximidad inmediata, si tiene elementos metálicos accesibles.

- **Dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito**

La puesta a tierra y en cortocircuito de los conductores, aparatos o partes de instalaciones sobre las que se debe efectuar un trabajo, debe hacerse mediante un dispositivo especial diseñado a tal fin. Las operaciones se deben realizar en el siguiente orden:

- Asegurarse de que todas las piezas de contacto, así como los conductores del dispositivo, estén en buen estado.
- Siempre conectar en primer lugar el morseto de cable de tierra del dispositivo, utilizando guante de protección mecánica, ya sea en la tierra existente de las instalaciones o bien en una jabalina especialmente clavada en el suelo.
- Desenrollar completamente el conductor del dispositivo, para evitar los efectos electromagnéticos debido a un cortocircuito eventual.
- Fijar las pinzas de conexión de los conductores de tierra y cortocircuitos sobre cada uno de los conductores de la instalación utilizando guantes de protección dieléctrica y mecánica.
- Para quitar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito operar rigurosamente en el orden inverso, primero el dispositivo de los conductores y por último el de tierra.
- Señalizar el lugar donde se coloque la tierra, para individualizarla perfectamente.

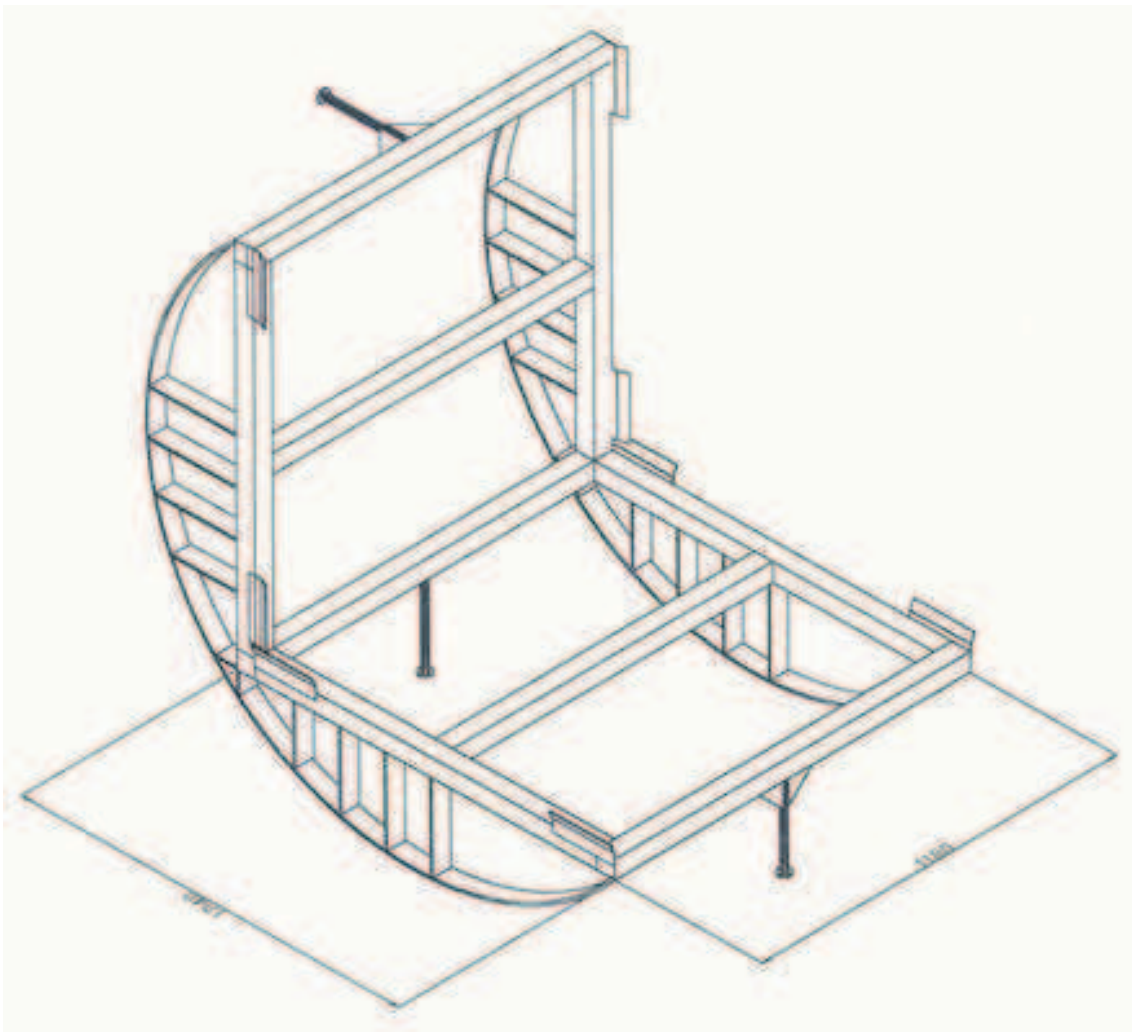
*A pesar de ser, sin duda, una solución muy elegante, el hecho de encontrarse el volteador a la intemperie y el mantenimiento que conlleva un sistema eléctrico, hacen que **descartemos** esta opción.*



6.2.2 volteo a mano

6.2.2.1 FUNDAMENTO TEÓRICO

Para la opción del volteo a mano se estudió primeramente alguna opción ya existente en la actualidad, como ésta:³



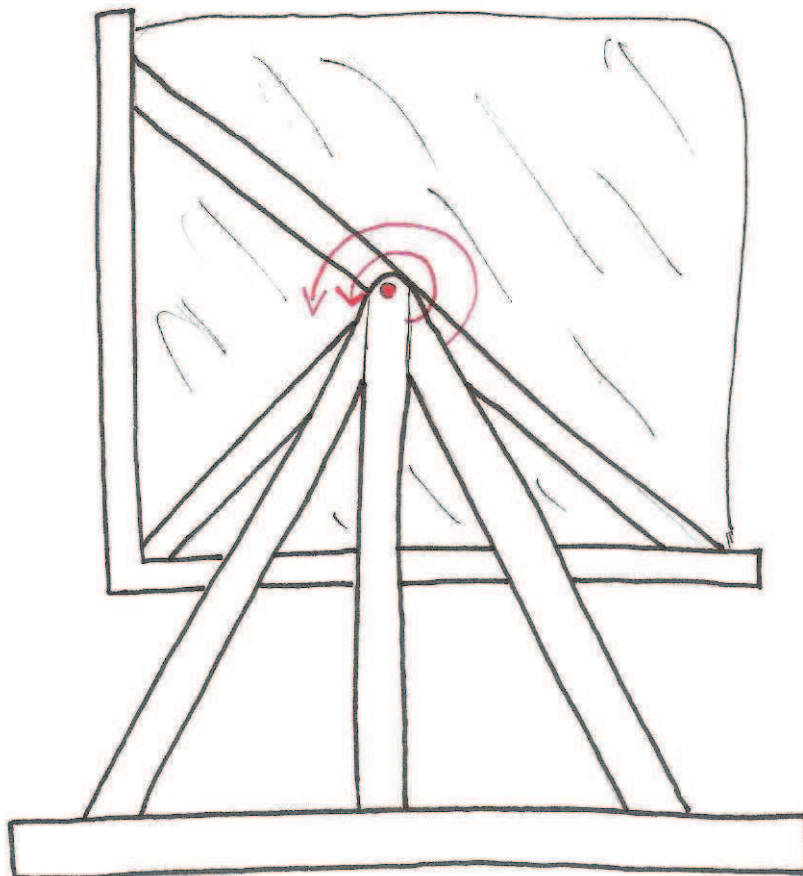
Que consistiría en empujar el volteador ayudados de la base curva. En otras palabras, hacerle rodar hasta que rote los 95° pertinentes.

³ La imagen corresponde a la página web www.logismarket.es.

Esta idea, aunque buena, es inviable en nuestro caso, debido al elevado peso de volteo.

Por lo tanto se busca otra opción. La más adecuada es la implantación en el eje de rotación de un sistema de poleas accionado mediante manivela.

La manivela debería estar a unos 1400 mm del suelo (posición ergonómica de trabajo) y el eje de rotación debería pasar lo más cerca posible del centro de gravedad, para facilitar el volteo⁴ (sería necesaria menos fuerza para conseguir accionar el mecanismo).



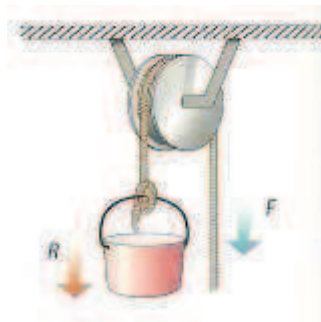
⁴ Vemos un boceto donde se muestra una posición aproximada del eje de rotación (en rojo) y el sentido de volteo.

¿QUÉ ES UN SISTEMA DE POLEAS?⁵

Una polea es una rueda que tiene una ranura o acanaladura en su periferia, que gira alrededor de un eje que pasa por su centro. Esta ranura sirve para que, a través de ella, pase una cuerda que permite vencer una carga o resistencia R , atada a uno de sus extremos, ejerciendo una potencia o fuerza F , en el otro extremo. De este modo podemos elevar pesos de forma cómoda e, incluso, con menor esfuerzo, hasta cierta altura. Es un sistema de transmisión lineal puesto que resistencia y potencia poseen tal movimiento.

Podemos distinguir tres tipos básicos de poleas:

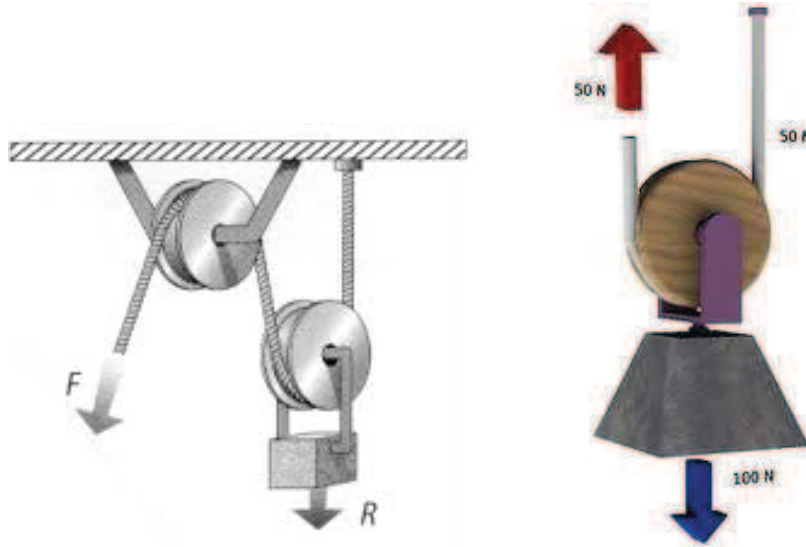
- **Polea fija:** Como su nombre indica, consiste en una sola polea que está fija a algún lugar. Con ella no se gana en Fuerza, pero se emplea para cambiar el sentido de la fuerza haciendo más cómodo el levantamiento de cargas al tirar hacia abajo en vez de para arriba, entre otros motivos porque nos podemos ayudar de nuestro propio peso para efectuar el esfuerzo. La fuerza que tenemos que hacer es igual al peso que tenemos que levantar (no hay ventaja mecánica) $F=R$. Así, por ejemplo, si deseo elevar una carga de 40 kg de peso, debo ejercer una fuerza en el otro extremo de la cuerda de, igualmente, 40 kg.



- **Polea móvil:** Es un conjunto de dos poleas, una de las cuales es fija, mientras que la otra es móvil. La polea móvil dispone de un sistema armadura-gancho

⁵ Los ejemplos e imágenes mostrados a lo largo de este subpunto fueron extraídos de la página web aprendemostecnologia.org

que le permite arrastrar la carga consigo al tirar de la cuerda. La principal ventaja de este sistema de poleas es que el esfuerzo que se emplea para elevar la carga representa la mitad del que haría si emplease una polea fija. Así, por ejemplo, si quisiera elevar una carga de 40 kg de peso, basta con ejercer una fuerza de tan sólo 20 kg.



Esto supone que la cuerda que emplee para este mecanismo pueden ser la mitad de resistentes que en el caso anterior. Sin embargo, presenta una desventaja: El recorrido que debe hacer la cuerda para elevar la carga una altura determinada (h) debe ser el doble de la altura buscada ($2h$).

Aunque consta de dos poleas, en realidad se puede construir este mecanismo con una sola polea (observa la imagen de la derecha). Para ello se debe fijar un extremo de la cuerda, la carga a la polea y tirar de la cuerda de forma ascendente. Precisamente, este es la desventaja, mientras que en el caso de emplear dos poleas, este problema desaparece.

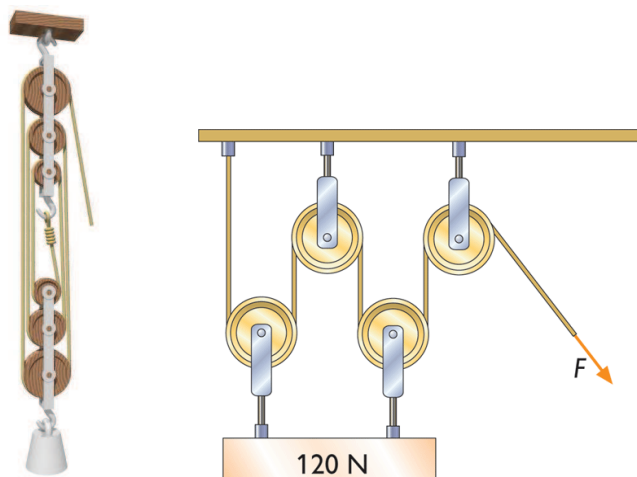
- **Sistemas de poleas compuestas:** Existen sistemas con múltiples de poleas que pretenden obtener una gran ventaja mecánica, es decir, elevar grandes pesos con un bajo esfuerzo. Estos sistemas de poleas son diversos, aunque tienen algo en común, en cualquier caso se agrupan en grupos de poleas fijas y móviles: destacan los polipastos:

Polipasto: Este mecanismo está formado por grupos de poleas fijas y móviles, cada uno de ellos formado a su vez por un conjunto de poleas de diámetro decreciente y ejes paralelos entre sí que se montan sobre la misma armadura, de modo que existe el mismo número de poleas fijas que móviles.

El extremo de la cuerda se sujeta al gancho de la armadura fija y se pasa alternativamente por las ranuras de las poleas —de menor a mayor diámetro en el caso del polipasto— comenzando por la del grupo móvil y terminando en la polea fija mayor o extrema donde quedará libre el tramo de cuerda del que se tira. La expresión que nos indica el esfuerzo que se debe realizar para vencer una carga (o resistencia) es la siguiente:

$$F_A = \frac{F_R}{2 \cdot n}$$

siendo n el número de poleas fijas del polipasto. Así, por ejemplo, si disponemos de un polipasto de tres poleas móviles, el esfuerzo que debo realizar para elevar una carga es seis veces menor ($2n = 2 \cdot 3 = 6$). Suponiendo que la carga sea, por poner un ejemplo, de 60 kg... el esfuerzo que deberíamos efectuar en este caso es de 10 kg.



Otro modelo de polipasto es aquel que emplea dos ramales distintos paralelos y a distinta altura en los que se alojan las poleas. En el ramal superior se sitúan las poleas fijas y en el de abajo las poleas móviles, conjuntamente con la carga.



Por último, es importante señalar que en este tipo de sistema, al igual que la polea móvil, debemos hacer un mayor recorrido con la cuerda; mayor recorrido cuanto mayor es el número de poleas.

6.2.2.2 VENTAJAS

Esta opción ofrece algunas de las ventajas del volteo mediante motor, como por ejemplo, la velocidad de rotación también sería fácilmente regulable, ya que la imprimiría el operario a mano. Esto, nuevamente, impediría que se produjesen choques fuertes, los cuales pueden ser perjudiciales para la salud auditiva del trabajador.

La otra gran ventaja de este sistema es que, debido a la condición anteriormente expuesta de que el eje de rotación pase lo más cerca posible del centro de gravedad, se ocupará un espacio menor que si colocáramos dicho eje en la intersección de las dos bases de la caja del volteador.

6.2.2.3 INCONVENIENTES

Este sistema, a pesar de ser mecánicamente viable, plantea una serie de inconvenientes que, a la postre, pueden hacer que se desestime.

Los más importantes son:

1. **Aparatoso sistema de poleas.** Al tratarse de voltear un conjunto tan pesado como lo es el *caja-postizo-contenedor*, la desmultiplicación de fuerzas deberá ser muy grande, lo que implica un elevado número de poleas.





2. **Difícil mecanismo de horizontalidad.** Si bien veíamos, en un principio, una ventaja en el hecho de que el eje pasase por el centro de gravedad; esto mismo implica, a su vez, un inconveniente: los apoyos de las bases de la caja no podrían ser fijos, ya que en ese caso impedirían el volteo.
3. **Mayor tiempo de ciclo** que en la solución anterior. Debido a que el carretillero deberá bajarse de la carretilla para realizar la operación de volteo.
4. **Trabajador expuesto.** Al ser el operario el que lo voltea a mano, las medidas de seguridad tendrán que ser altas, debido a que tratamos con un sistema pesado y peligroso.
5. También requerirá **cierto mantenimiento**, lo cual siempre es un inconveniente en instalaciones a la intemperie. Aunque éste es mucho menor que en el caso del motor.

*Los diversos inconvenientes, tanto de seguridad, estructurales o de tiempo, hacen, a nuestro juicio, que esta opción sea **descartada** para el diseño inicial.*

6.2.3 volteo mediante carretilla

6.2.3.1 FUNDAMENTO TEÓRICO

El hecho de descartar las dos opciones anteriores, sobre todo, por su complejidad (buscamos lo más simple posible al ubicarse el volteador a la intemperie), nos hizo pensar en voltear el conjunto *caja-postizo-contenedor* con nuestro elemento disponible más potente: la carretilla.





La idea es aprovechar la fuerza de las palas para empujar hacia arriba el extremo de la base apoyada de la caja del volteador, hasta que la proyección en planta del centro de gravedad quede sobre la otra base. Una vez llegados a ese punto, la caja terminara de voltearse por sí sola.

Los detalles de cómo se realizaría el volteo se explicarán más adelante, cuando se especifiquen los componentes necesarios de este diseño.

Como ya se ha hablado antes del centro de gravedad y se vuelve a hablar ahora, además de ser un concepto fundamental en el entendimiento de este diseño; se explicará a continuación tanto su significado como sus propiedades.

Seguidamente se explicará también de que consta y que utilidades tiene una carretilla. Elemento fundamental en todo el proceso de volteo.

¿QUÉ ES EL CENTRO DE GRAVEDAD?

El centro de gravedad es el punto de aplicación de la resultante de todas las fuerzas de gravedad que actúan sobre las distintas porciones materiales de un cuerpo, de tal forma que el momento respecto a cualquier punto de esta resultante aplicada en el centro de gravedad es el mismo que el producido por los pesos de todas las masas materiales que constituyen dicho cuerpo.

En otras palabras, el centro de gravedad de un cuerpo es el punto respecto al cual las fuerzas que la gravedad ejerce sobre los diferentes puntos materiales que constituyen el cuerpo producen un momento resultante nulo.

La resultante de todas las fuerzas gravitatorias que actúan sobre las partículas que constituyen un cuerpo pueden reemplazarse por una fuerza única, $M\mathbf{g}$, esto es, el propio peso del cuerpo, aplicada en el centro de gravedad del cuerpo. Esto equivale a decir que los efectos de todas las fuerzas gravitatorias individuales (sobre las partículas) pueden contrarrestarse por una sola fuerza, $-M\mathbf{g}$, con tal de que sea aplicada en el centro de gravedad del cuerpo.



Un objeto apoyado sobre una base plana estará en equilibrio estable si la vertical que pasa por el centro de gravedad corta a la base de apoyo. Lo expresamos diciendo que el c.d.g. se proyecta verticalmente (cae) dentro de la base de apoyo.

Además, si el cuerpo se aleja ligeramente de la posición de equilibrio, aparecerá un momento restaurador y recuperará la posición de equilibrio inicial. No obstante, si se aleja más de la posición de equilibrio, el centro de gravedad puede caer fuera de la base de apoyo y, en estas condiciones, no habrá un momento restaurador y el cuerpo abandona definitivamente la posición de equilibrio inicial mediante una rotación que le llevará a una nueva posición de equilibrio.

¿QUÉ ES UNA CARRETILLA?

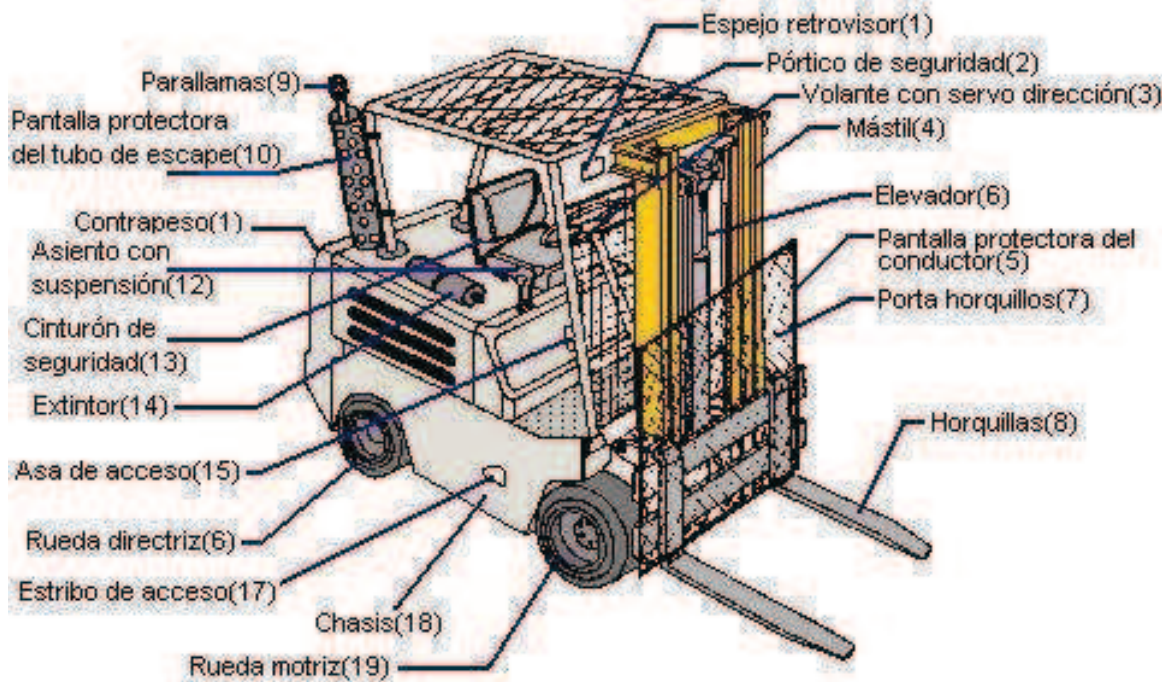
Se denominan carretillas automotoras de manutención o elevadoras, todas las máquinas que se desplazan por el suelo, de tracción motorizada, destinadas fundamentalmente a transportar, empujar, tirar o levantar cargas. Para cumplir esta función es necesaria una adecuación entre el aparejo de trabajo de la carretilla (implemento) y el tipo de carga⁶.

La carretilla elevadora es un aparato autónomo apto para llevar cargas en voladizo. Se asienta sobre dos ejes: motriz, el delantero y directriz, el trasero. Pueden ser eléctricas o con motor de combustión interna.

Los diversos componentes de la carretilla se expresan en:⁷

⁶ Todo lo referente a las normas de seguridad de la carretilla están especificadas en el punto 7: SEGURIDAD

⁷ La imagen de la siguiente página con los componentes de una carretilla se adquirió de la página web www.proyectosfindecarrera.com



6.2.3.2 VENTAJAS

Se pensó en esta idea porque a priori se observaban grandísimas ventajas en cuanto a lo que se exigía desde la empresa.

Estas ventajas son las siguientes:

1. **Simplicidad.** No se requerirá la instalación de ningún sistema complementario para realizar el volteo, ya que éste se hará mediante la aplicación directa de una fuerza motriz (la que proporcione las palas de la carretilla).
2. **Fácil sistema de horizontalidad.** Como la carretilla tiene suficiente fuerza, no será necesario colocar el eje de rotación en coincidencia con el centro de gravedad, para facilitar el volteo; por lo tanto, podremos



colocar apoyos fijos que garanticen la horizontalidad, disponiendo del eje de rotación en la intersección de ambas bases de la caja.

3. **Alta seguridad.** El operario no tiene que bajarse de la carretilla para realizar la operación de volteo, por lo que queda protegido por las medidas de seguridad de la misma, que pueden verse en el apartado de Seguridad.
4. **Poco mantenimiento.** El hecho de ser un sistema de volteo directo, implica que el mantenimiento sea menor, debido a que no se utilizan sistemas complejos.
5. **Económicamente viable.** El requerir poco mantenimiento y tener, de por sí, un alto grado de seguridad, hacen que esta opción conlleve un coste menor que en los casos anteriores.

6.2.3.3 INCONVENIENTES

Como en todo proceso industrial, en éste nos encontramos algunos inconvenientes que, si bien no hacen inviable el proyecto, sí que hay que tenerlos en cuenta.

Los inconvenientes principales son los siguientes:

1. **Solución tosca.** Evidentemente es la menos elegante, por decirlo de alguna manera, de todas las opciones barajadas. El proceso queda quizás “muy industrial”.
2. **Precisión del operario.** Este sistema requiere que el carretillero actúe con precisión a la hora de voltear.





3. **Ruido.** Los previsibles choques que se producirán causarán un ruido insano. Se trabajará sobre este punto más adelante, aportando las soluciones pertinentes.

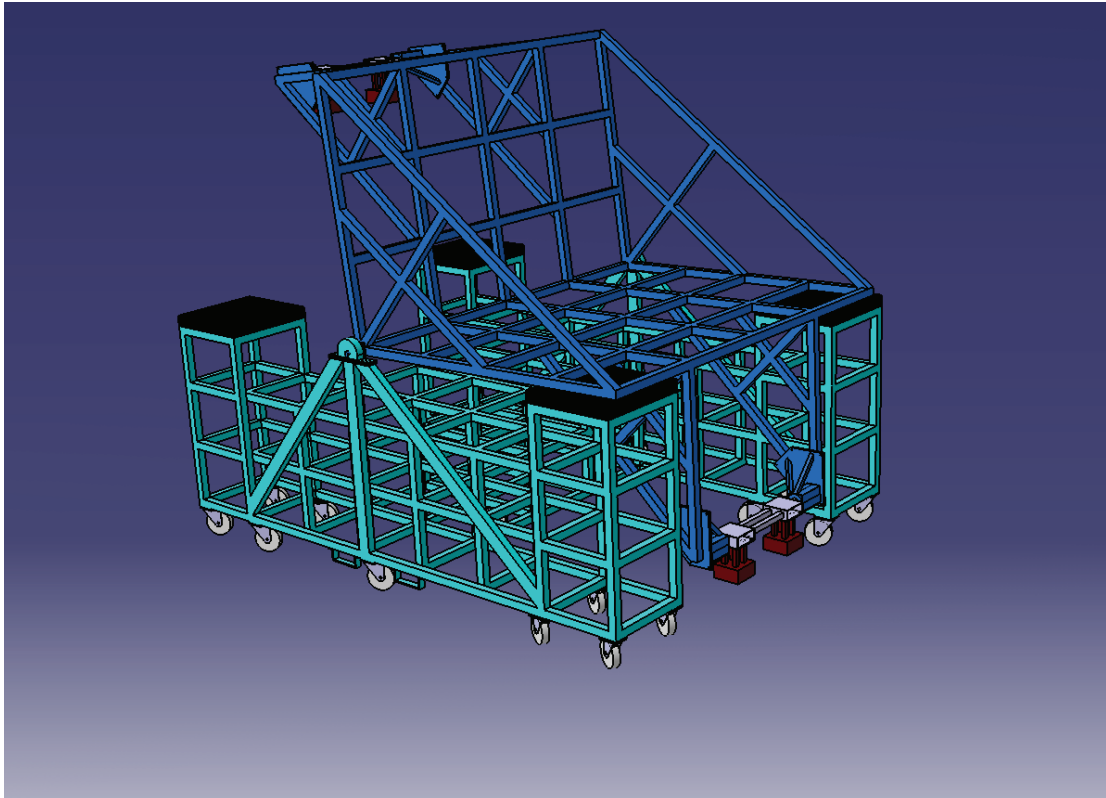
Esta opción, aun pareciendo a primera vista la menos elegante, es la más viable de las expuestas. Tanto por cuestiones de mantenimiento y seguridad, como, sobre todo, por cuestiones económicas.

Opción elegida



6.3 Nuestro volteador

El diseño definitivo del volteador es el que se ve a continuación.⁸



6.3.1 Componentes del Volteador⁹

- **BASE**

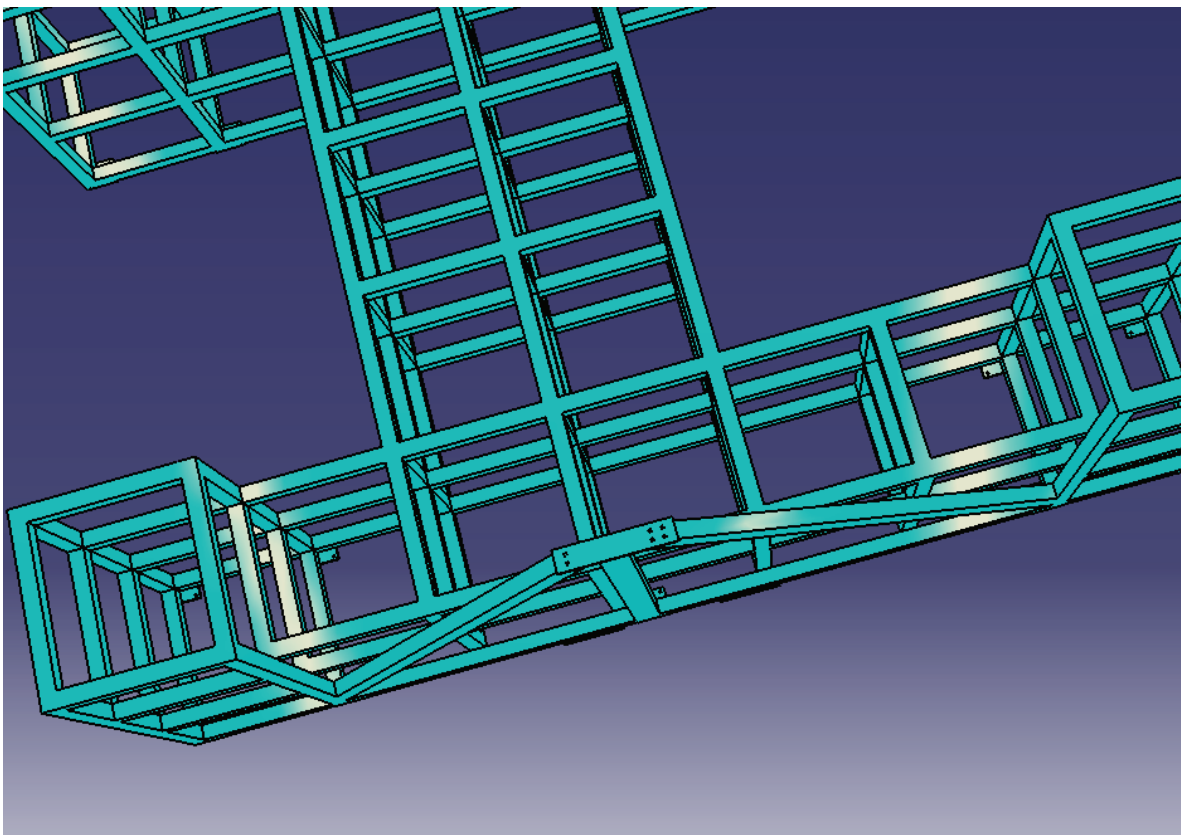
Material: acero S275 JR

⁸ Todas las imágenes aportadas en este punto son capturas del diseño en Catia

⁹ En el anexo de Planos, se pueden observar detalladamente cada uno de los componentes, así como su montaje

La base está formada por perfiles normalizados de 60 x 60 x 5 (mm) , mientras que las barras laterales, donde van soldadas las placas superiores (donde se atornillaran los soportes de los ejes de rotación), se componen de perfiles de 100 x 60 x 5.

La utilización de perfiles normalizados es básicamente económica, ya que todo material de catálogo o normalizado resultará más barato.

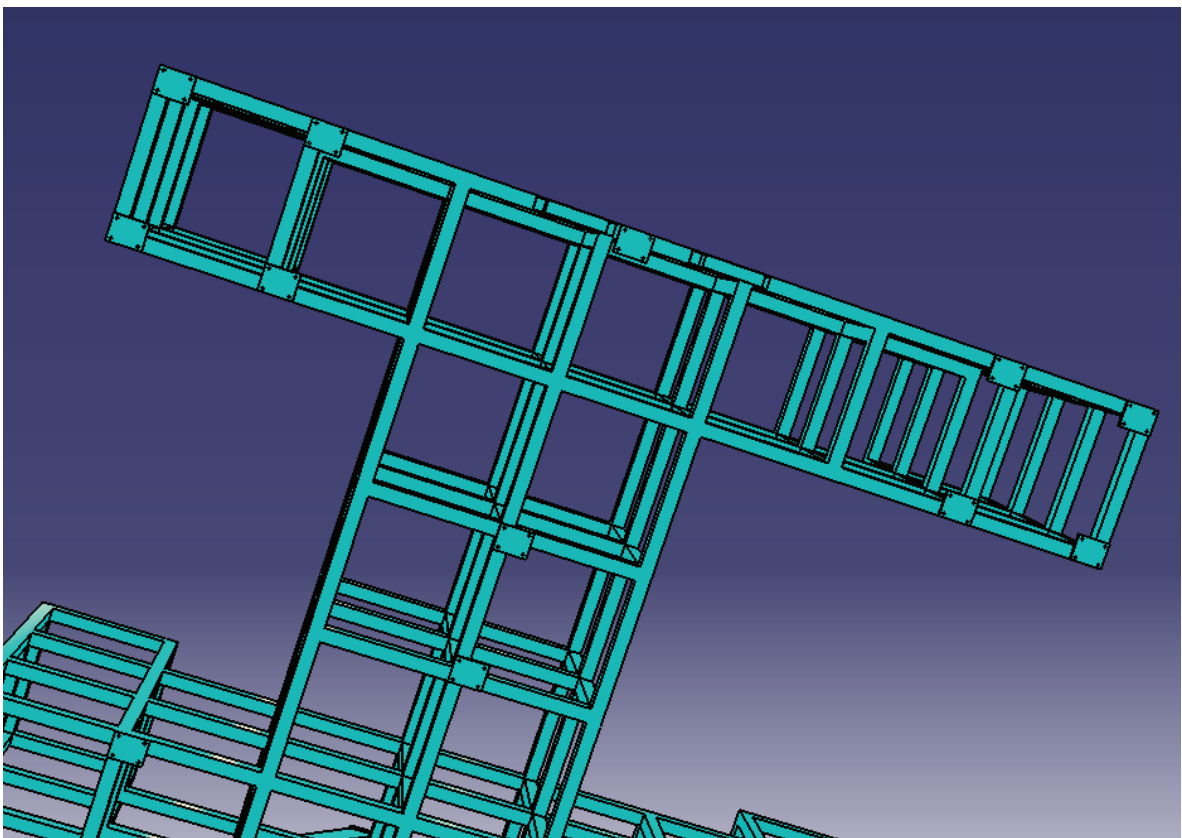


La base tendrá cuatro pilares, como se ve en la imagen, y tendrán una disposición simétrica. Estos pilares se elevarán un poco más respecto al grueso de la base con el objetivo de servir de apoyo para la caja del volteador.

El elevado número de barras soldadas que se ven, tiene su motivación en la resistencia a los impactos. Impactos que se prevén abundantes por la idiosincrasia propia de la operación, en la que el manejo de la carretilla es constante además de ser con cargas pesadas que hacen más difícil la precisión.



En ambos lados de la base, lo que podría denominarse por condiciones de uso como parte delantera y trasera, se dejará un espacio por donde la carretilla pueda entrar a la hora del volteo. Estos espacios se denominarán pasillos y tendrán la anchura suficiente como para que la carretilla no tenga problemas de espacio una vez introducidas las palas en el elemento empujador (operación que se explicará más adelante).



En la parte inferior irán soldadas 20 placas con el objetivo de atornillar a ellas las ruedas, como veremos más adelante.



- **CAJA**

Material: acero S 275 JR

La estructura de la caja esta formada, al igual que la base, por perfiles normalizados de 60 x 60 x 5 (mm).

La caja tendrá dos bases, que formarán un ángulo entre sí de 95°, como ya lo formasen las dos bases del contenedor postizo. La razón es que el postizo se acople perfectamente.

Por esa misma razón una de las bases será más amplia que la otra (2300 mm de una por 1900 mm de otra). Lo que conlleva a que haya una sola posición de volteo y desvolteo. Esto es, que cada vez que se tenga que voltear el contenedor para llevarlo a línea, se hará por un lado (el lado largo) y cada vez que se tenga que desvoltear, ya vacío para devolverlo al almacén, se hará por el otro (lado corto).

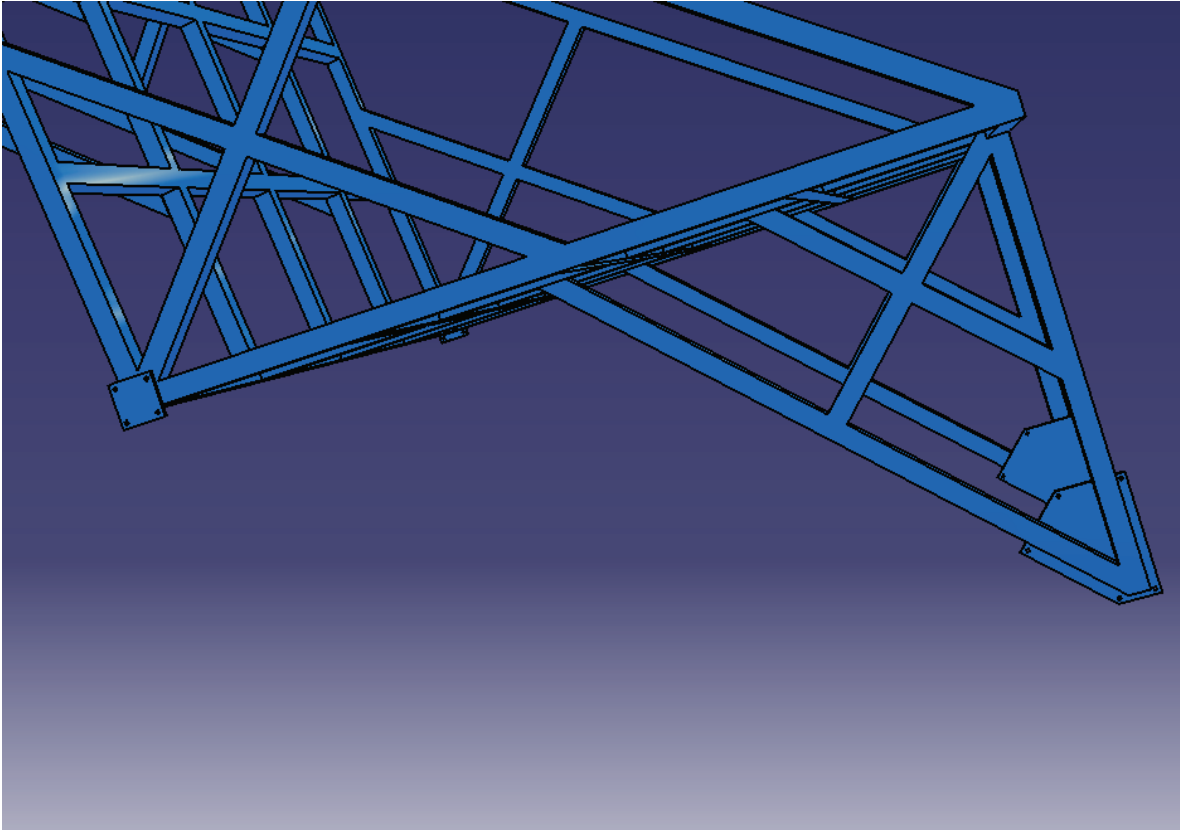
Ambas bases se unirán, a modo de refuerzo, por varias barras inclinadas.

En la línea longitudinal que une ambos planos se dispondrán simétricamente dos chapas (que irán soldadas), donde se atornillarán los ejes de rotación que permitirán el volteo. Se acoplarán cojinetes para facilitar el proceso.

De cada una de las bases salen dos estructuras soldadas a las mismas que, al igual que el resto, se compondrán con perfiles normalizados de 60 x 60 x 5.

Estos salientes serán simétricos y tienen como objetivo llevar soldada una chapa en cada uno, donde se atornillarán los soportes para los elementos empujadores, que veremos más adelante.

La razón de que estos salientes estén formados, como se ve en la imagen, por varias barras inclinadas es la resistencia a los choques. Al igual que en el caso de la base, se trata de conseguir la estructura más robusta posible.



- **ELEMENTO EMPUJADOR**

Numero de empujadores: 2

Material: acero S 275 JR

Se colocara dentro de los soportes que veremos a continuación, en cada una de las dos bases de la caja del volteador.

Es fundamental para la operación de volteo.

Las palas de la carretilla entrarán por los dos huecos de este elemento, que están a igual distancia uno del otro que los huecos de los patines de los contenedores (lugar por el que entran las palas de la carretilla para levantarlos y transportarlos), de

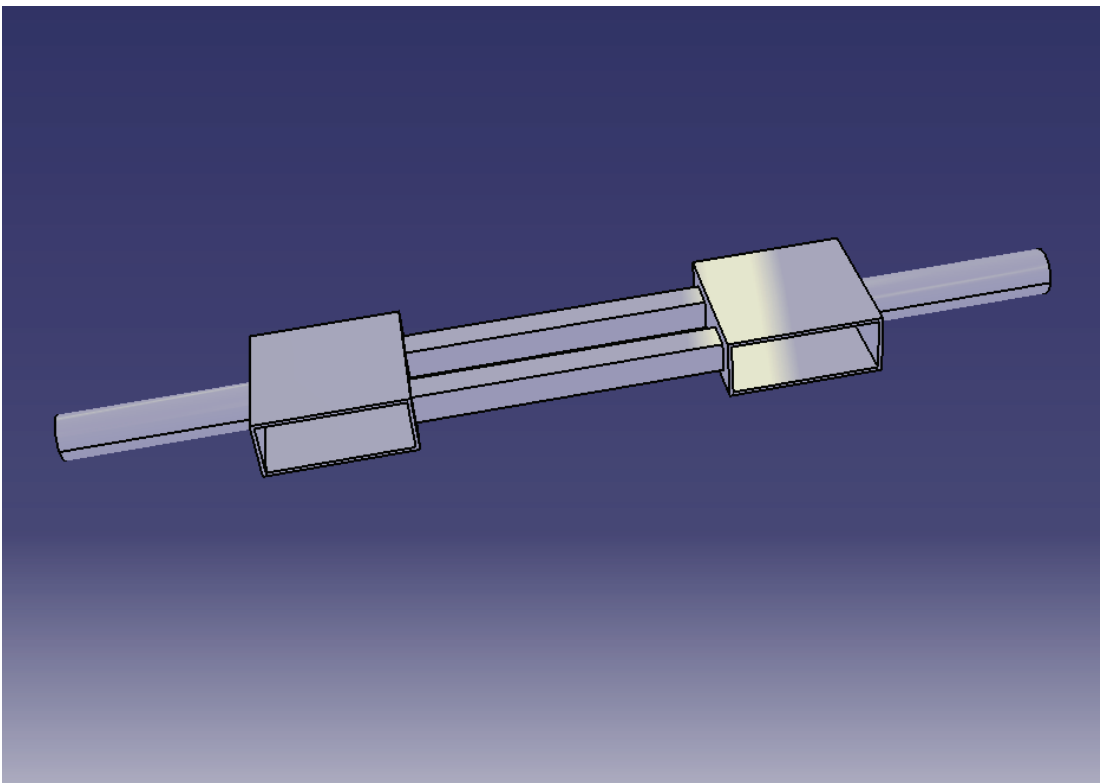


tal manera que el carretillero no tenga que hacer modificaciones a la hora de colocarse en posición de volteo.

Una vez introducidas las palas, la carretilla subirá el toro a la vez que avanza un poco. Esto será posible debido al eje de rotación con el que cuenta el elemento empujador.

Según el toro va subiendo, la caja del volteador va rotando sobre su eje (pieza que comentaremos un poco más adelante), hasta que una vez el centro de gravedad del conjunto caja – postizo – contenedor se sitúa más próximo al otro lado; y ya se volteará por sí solo.

Si se quiere evitar un golpe brusco por la caída libre del conjunto anteriormente citado, sería conveniente seguir subiendo el toro hasta que la otra base de la caja quedé apoyada. Pero en caso de una retirada anterior de la carretilla se cuenta con unos tacos elásticos que se explicarán más adelante, cuya función es minimizar los posibles golpes bruscos.



• SOPORTE DEL ELEMENTO EMPUJADOR

Numero de soportes para empujador: 2 y otros 2 simétricos

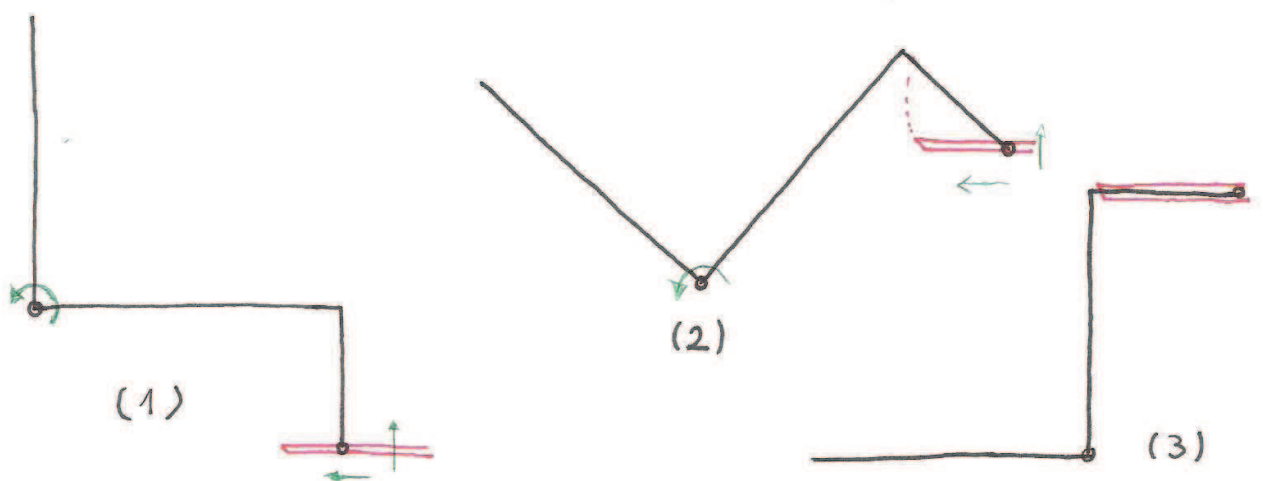
Material: acero S 275 JR

Hacen un total de cuatro piezas, simétricas dos a dos y su montaje es doblemente simétrico tal como se especifica en los planos del volteador.

Se montarán mediante tornillos por razones de sustitución futura en caso de deformación. Dicho montaje se realizará en lo extremos de los salientes de la caja, como veíamos antes.

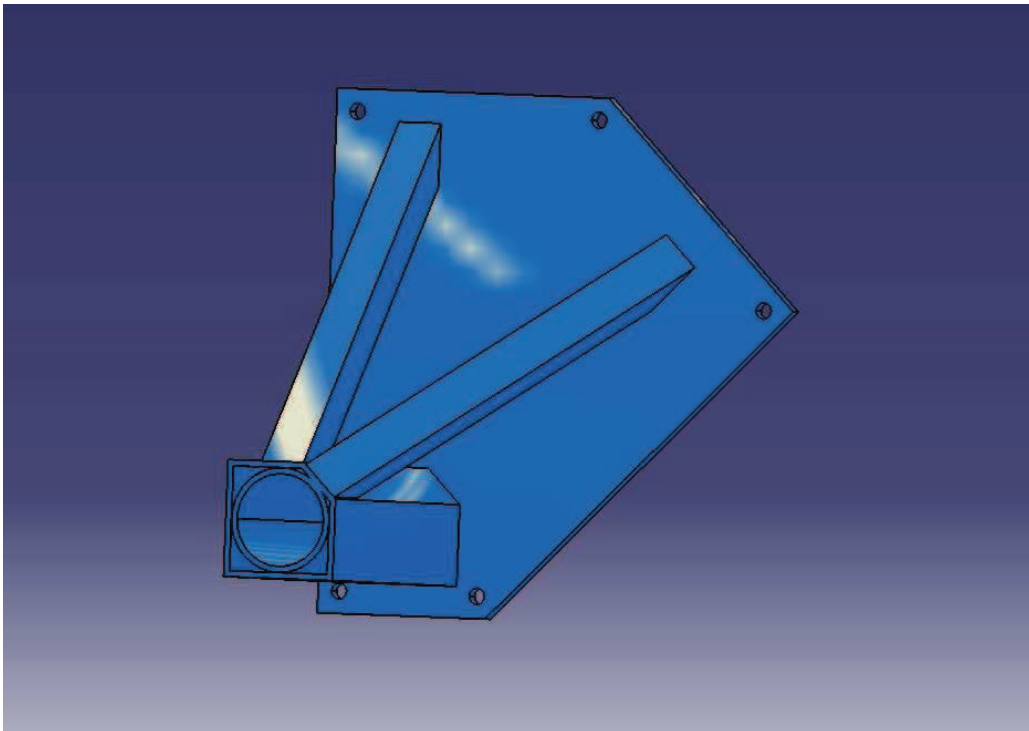
Su función es permitir el libre giro al elemento empujador; y para ello será ayudado por cojinetes, como veremos más adelante.

El motivo para dejar espacio entre el montaje del empujador y las bases de la caja es para permitir el paso de las palas sin chocar. Así, según las palas van subiendo y la carretilla avanzando, las palas librarán la base.¹⁰



¹⁰ Se ve un boceto aclaratorio de cómo librarán las palas de la carretilla (en rojo) a la base de la caja del volteador (negro)

Su forma es la más heterodoxa de las piezas que complementan al conjunto base –caja del volteador, por lo que es importante la precisión a la hora de las cotas, ya que pequeños desvíos que en otros casos no conllevarían a problemas serios, aquí podría acabar siendo un problema que dificultase la operación de volteo de manera no admisible.



- **EJE DE ROTACIÓN**

Numero de ejes de rotación: 2

Material: acero S 275 JR

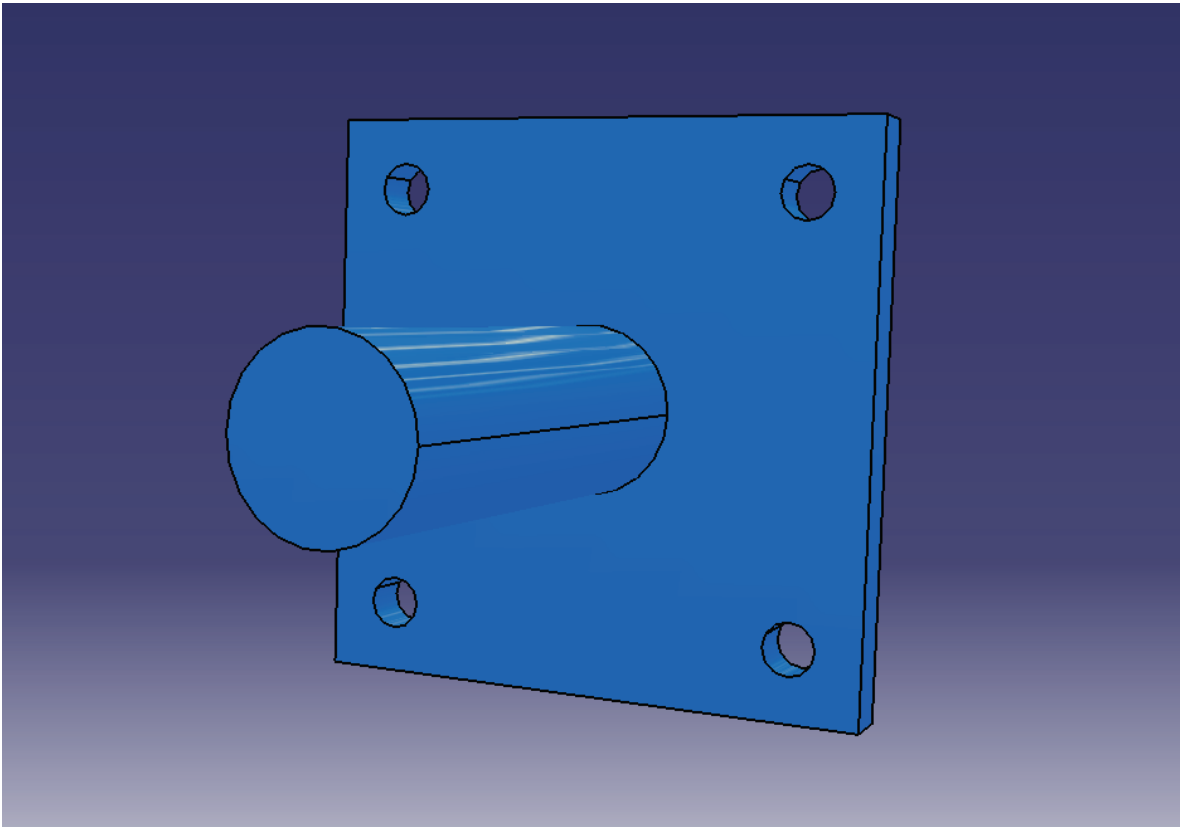
Se atornillarán a la caja del volteador de manera simétrica.

Es una de las piezas que mas sufrirán, de ahí que vaya atornillada y que el elemento rotatorio sea de acero macizo y de 35 mm de diámetro (tendrá que soportar



todo el peso del conjunto caja de volteador – postizo – contenedor de paneles divisorios)

Esta pieza es la que hace posible el movimiento rotatorio de la caja del volteador.



- **SOPORTE DEL EJE DE ROTACIÓN**

Numero de soportes de eje de rotación: 2

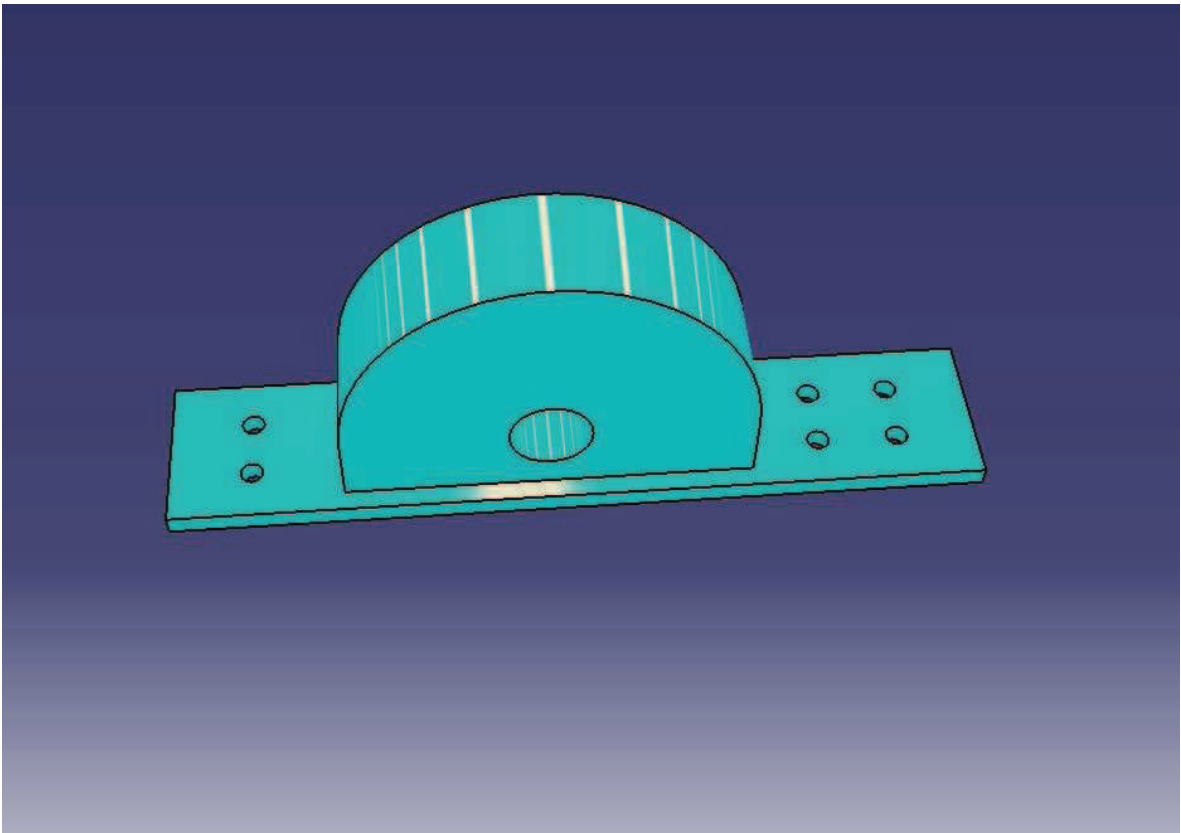
Material: acero S 275 JR

Irán atornillados a la base simétricamente el uno del otro, tal como se muestra en el plano conjunto del volteador.



Tendrán un taladro de 40 mm de diámetro que supondrá una holgura suficiente para que pueda girar sin problemas la caja del volteador a través del eje de rotación y los cojinetes.

El motivo de ir atornillado es, también, para una futura sustitución en caso de deformación por los esfuerzos transmitidos a través del eje de rotación.

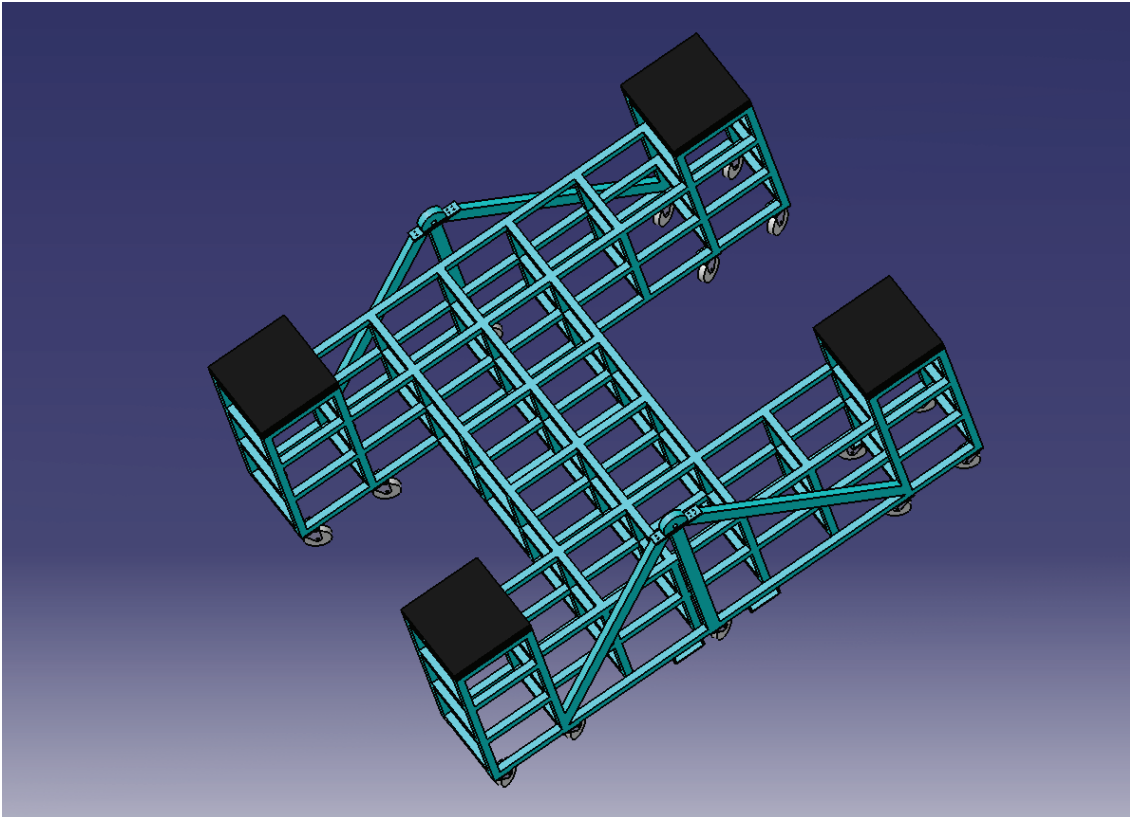


- **TACO ELÁSTICO**

Numero de tacos elásticos: 4

Material: Caucho

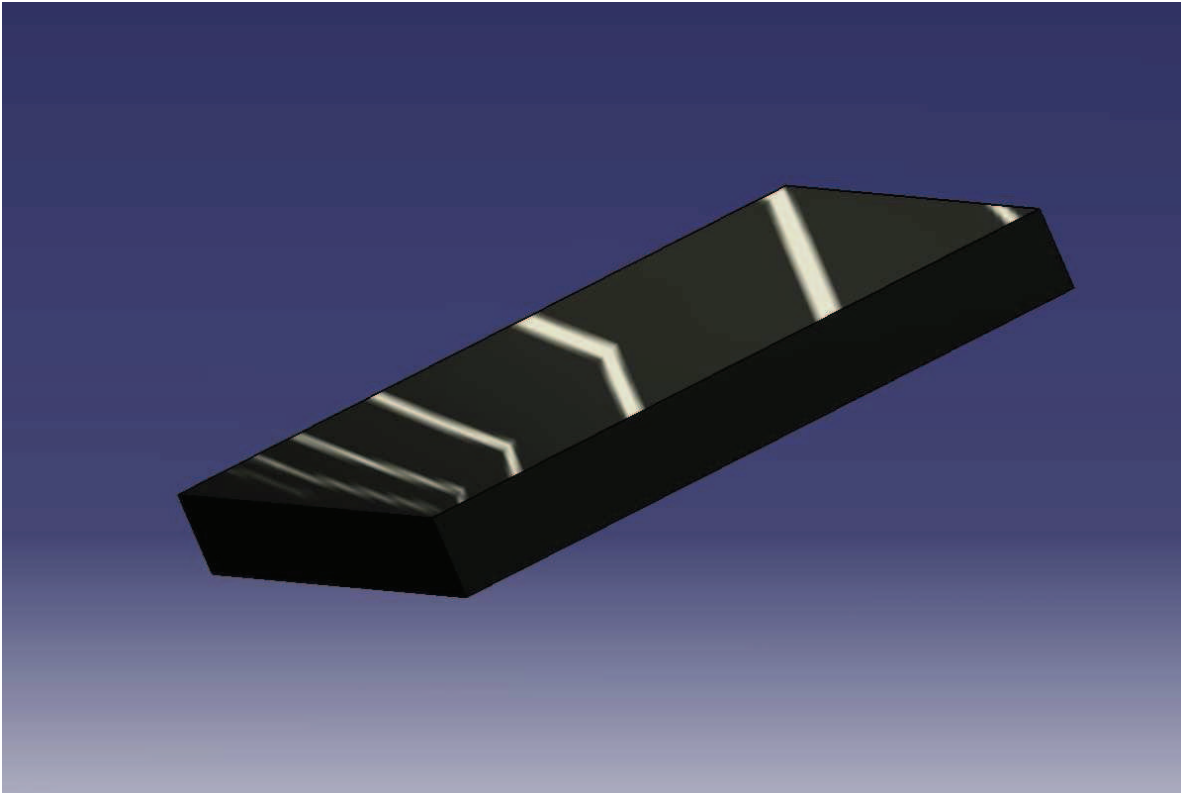
Estos tacos elásticos irán uno encima de cada pilar de la base, como se observa en el plano conjunto del volteador y la imagen de abajo.



Su función se basa en el funcionamiento de los “silentblock”.

Un «**Silentblock**» es un bloque silencioso, antivibratorio, (literalmente en Inglés: bloque silencioso) es una pieza de un material flexible o elastómero, normalmente de algún tipo de caucho para absorber los choques y las vibraciones entre los componentes mecánicos y la estructura en la que se apoya, como consecuencia de absorber los choques y las vibraciones también elimina los ruidos, de donde procede su nombre.

Por lo tanto, utilizamos unas piezas rectangulares de caucho de 80 mm de grosor con dicho fin.



Estructuralmente, los tacos elásticos no aportan nada, pero se hacen imprescindibles tanto para retrasar el desgaste del metal debido a los choques como, sobre todo, para la ergonomía del operario, al absorber las vibraciones y los ruidos producidos por dichos choques.

- **CONTRAPESO**

Numero de contrapesos: 4

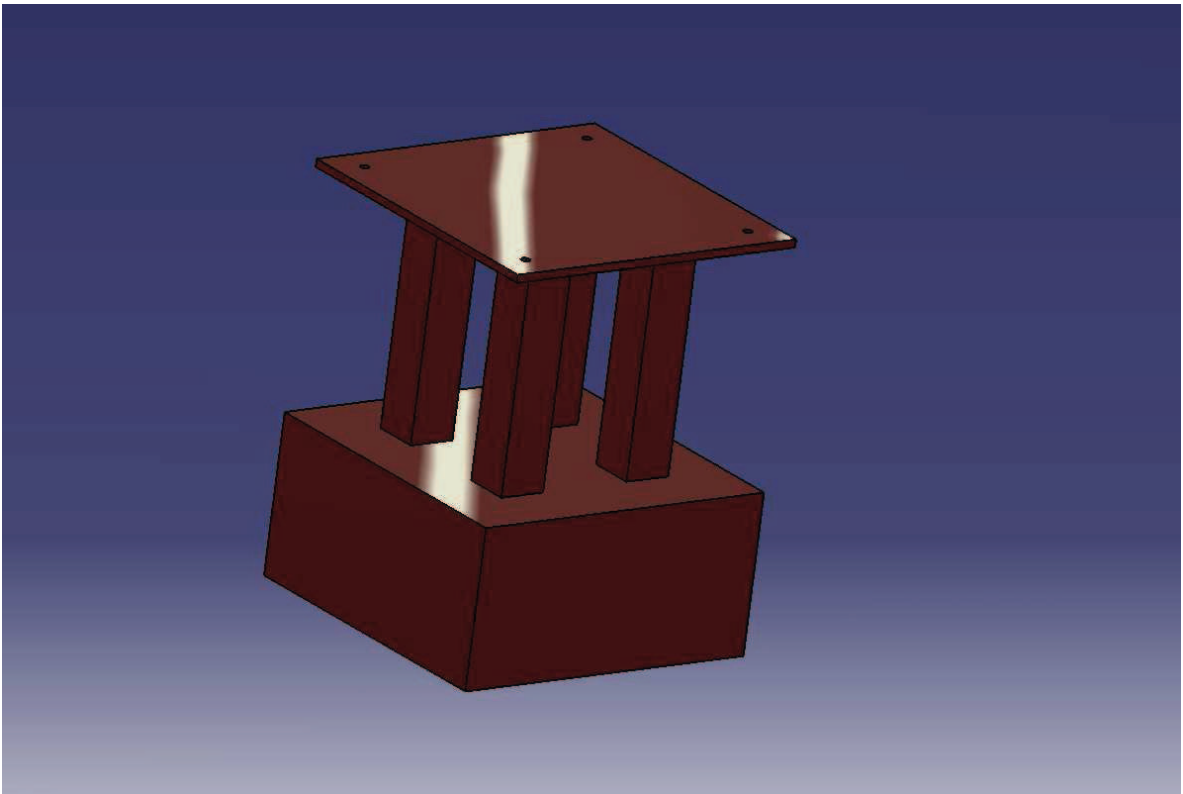
Material: Hierro fundido

Los contrapesos irán atornillados a la parte inferior de los huecos para palas de los empujadores, como se puede ver en el plano conjunto del volteador.



Al igual que las otras piezas, irán atornillados para una más fácil sustitución en caso de rotura o deformación. De hecho, esta zona se prevé como una de las más castigadas por los golpes, ya que con llevar un poco bajas las palas de la carretilla a la hora de iniciar la operación de volteo, el golpe recaerá directamente sobre los contrapesos.

La razón del montaje de estos contrapesos es que en cuando el volteador quede en vacío, la caja del mismo quede con una de sus bases en posición horizontal, al igual que el elemento empujador; y de esta manera estar dispuesta para el siguiente volteo cuando sea pertinente.





- **RUEDA**

Numero de ruedas: 20

Cada conjunto rueda estará formado por una pletina, una horquilla y la rueda en sí.

Tanto pletina como horquilla serán de acero, mientras que la rueda será de nylon.

Estas ruedas se dispondrán de catalogo con las siguientes características:

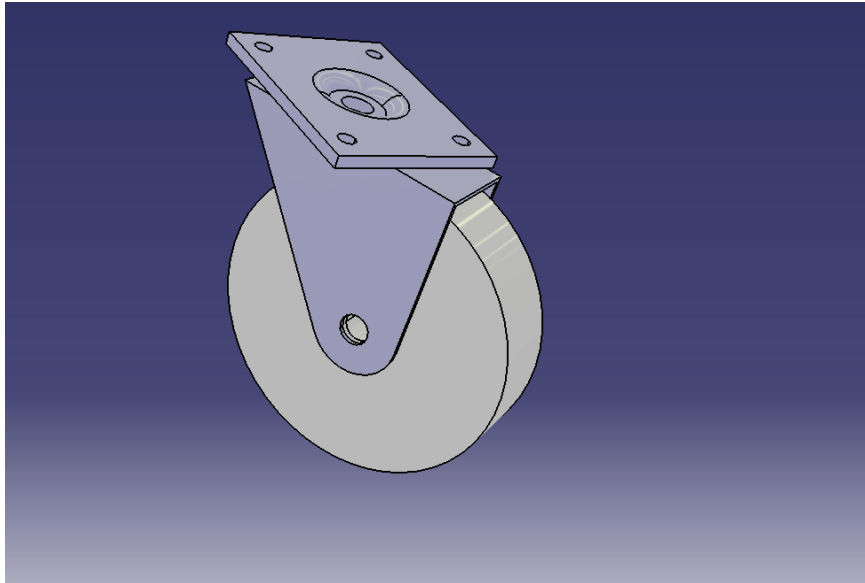
- Diámetro= 200 mm
- Ancho = 50 mm
- Rueda loca, esto es, giro libre.

La razón de la colocación de las ruedas es reducir los efectos de los potenciales choques de la carretilla con nuestro volteador.

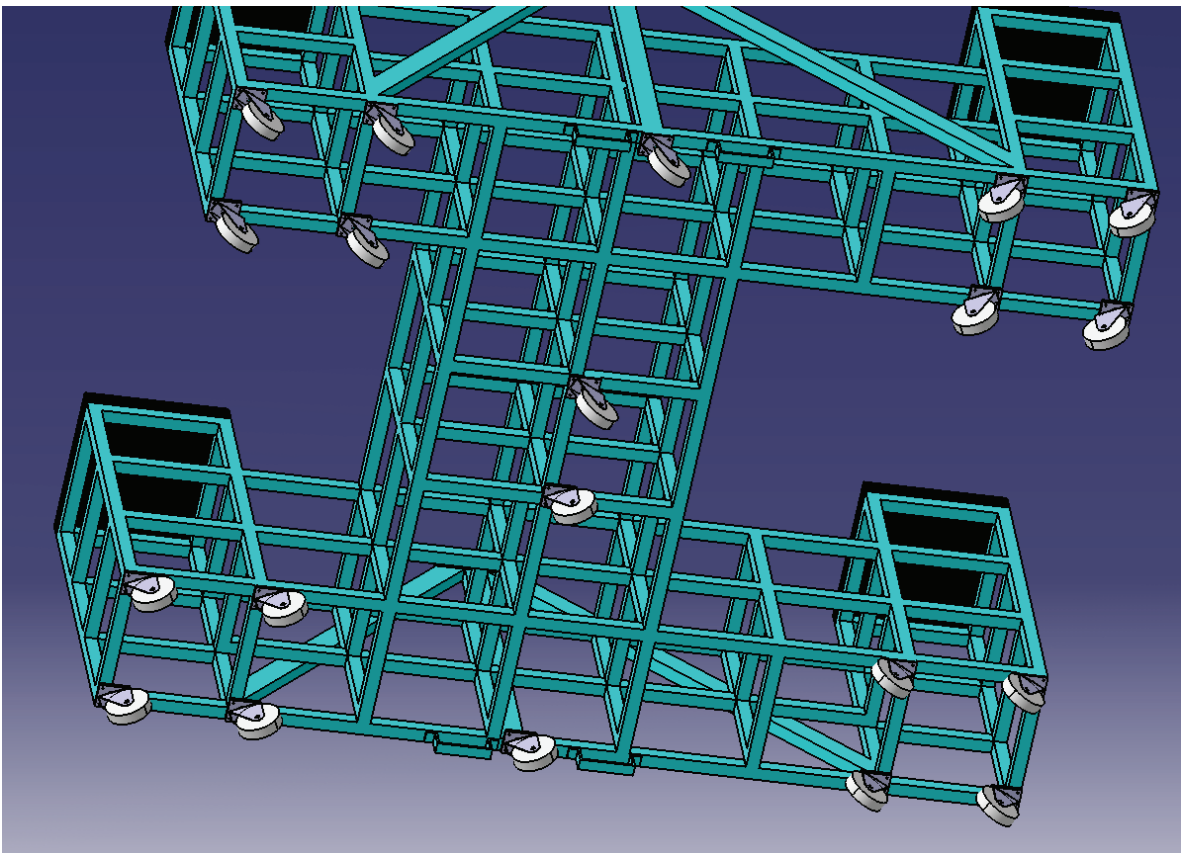
Se colocarán 20 ruedas, que al ser todas locas y estar sobre una superficie horizontal, mantendrán al volteador estático gracias al peso del mismo, mientras no se aplique ninguna fuerza mayor sobre él.

Al chocar la carretilla con el volteador, un pequeño movimiento permitido por las ruedas evitará una deformación reseñable en la base del mismo.





El montaje de las ruedas en la parte inferior de la base será como se muestra en la siguiente imagen:



6.3.1.1 COJINETES

Son puntos de apoyo de ejes y árboles para sostener su peso, guiarlos en su rotación y evitar deslizamientos.

Los cojinetes van algunas veces colocados directamente en el bastidor de la pieza o máquina, pero con frecuencia van montados en soportes convenientemente dispuestos para facilitar su montaje.

De acuerdo con el tipo de contacto que exista entre las piezas (deslizamiento o rodadura), el cojinete puede ser un cojinete de deslizamiento o un rodamiento respectivamente.

En los de rodamiento¹¹, nuestro caso, entre el árbol y su apoyo se interponen esferas, cilindros o conos, logrando que el rozamiento sea sólo de rodadura cuyo coeficiente es notablemente menor.



Los rodamientos son elementos de desgaste que deben ser reemplazados periódicamente para evitar daños al mecanismo en el cual están montados. Este

¹¹ Se ve una imagen con diferentes tipos de cojinetes de rodamiento. Extraída de www2.ing.puc.cl



reemplazo se realiza bajo el concepto de mantenimiento preventiva, en donde el rodamiento es reemplazado justo antes de que falle. La falla debe entenderse como un grado de desgaste tal que provoca vibraciones en el eje, apreciables auditivamente por un zumbido característico.

Estos rodamientos se dispondrán tanto en eje de volteo como en los ejes del empujador y serán implantados según el fabricante. Esto es, dispondremos de los rodamientos utilizados en la empresa fabricante para las condiciones de carga requerida.

*En un primer momento no se contemplo la opción de los **cojinetes de rodamiento**, pero el hecho del continuo uso del volteador y de las más que previsibles vibraciones que sufriría, hizo que nos decantásemos por incluir dichos cojinetes en el pedido final.*

6.3.2 Pedido de Volteador

Como ya advertíamos en el punto anterior, el pedido se hace conjunto con otro sub-departamento con el fin de ahorrar dinero.

Con lo que el pedido final incluye **2 volteadores**¹².

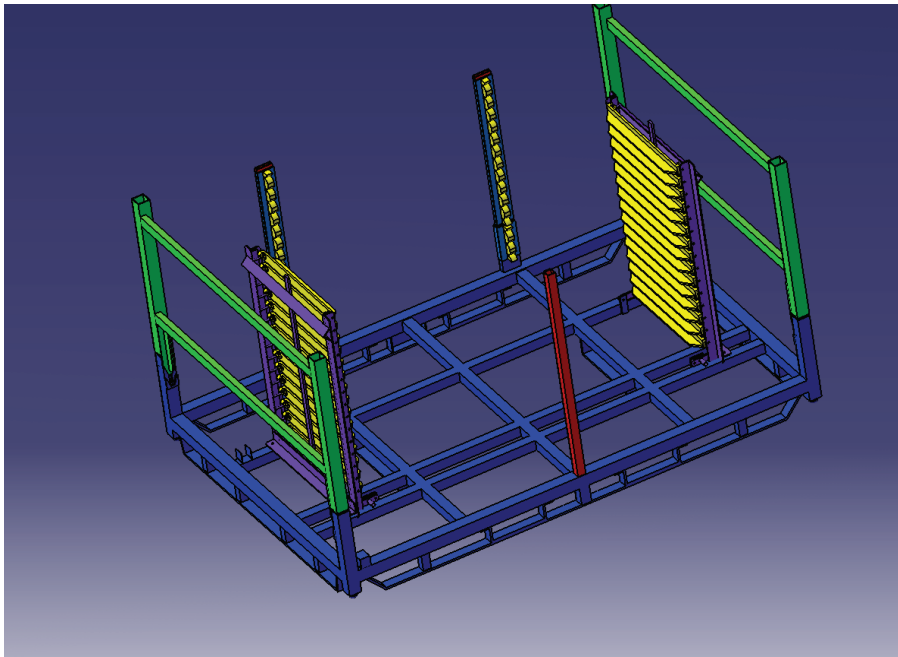
El uso del volteador va a resultar muy tosco y va a sufrir muchos golpes, por lo que no se precisa un acabado especial sino, que al igual que los contenedores postizos, se tratará de un **acabado estándar** para contenedores IVECO. Dato ya documentado, puesto que se trata del proveedor habitual de Iveco.

¹² La misma empresa encargada del trasvase de los paneles divisorios, también se encarga del trasvase de otra pieza de Iveco. Por lo cual, se aprovecha el diseño del volteador para duplicarlo en otro lugar de la planta y así ahorrarnos también los gastos producidos por el trasvase de dicha pieza.

6.4 Secuencia del proceso

Tanto en este punto como en los anteriores, hemos hablado del Contenedor de Paneles Divisorios, del Postizo y del Volteador, explicando para cada uno de ellos sus funciones y cómo se llevan a cabo.

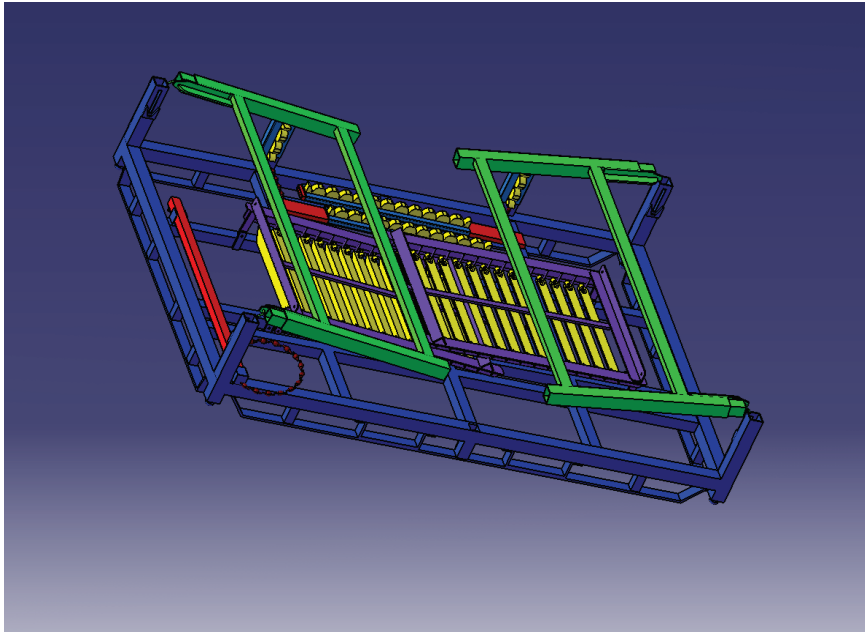
Con el fin de conseguir un entendimiento mejor, a continuación se muestra una secuencia en imágenes¹³ de todo el proceso, ya con todos los elementos, explicando brevemente cada uno de los pasos:



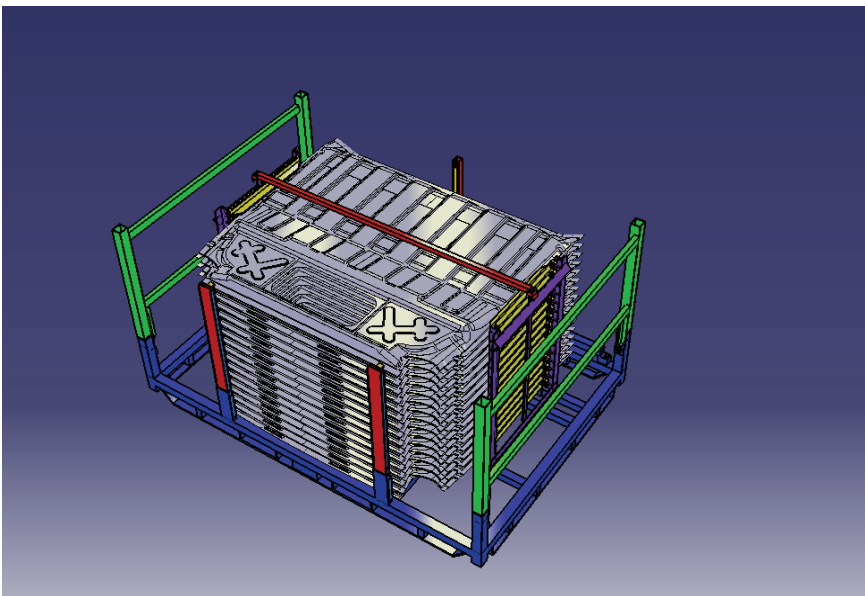
- 1) Vemos el contenedor vacío, que tendrá que ser enviado a Italia para recargarlo de nuevos Paneles Divisorios.



¹³ Todas las imágenes de esta secuencia son capturas fotográficas extraídas de Catia.

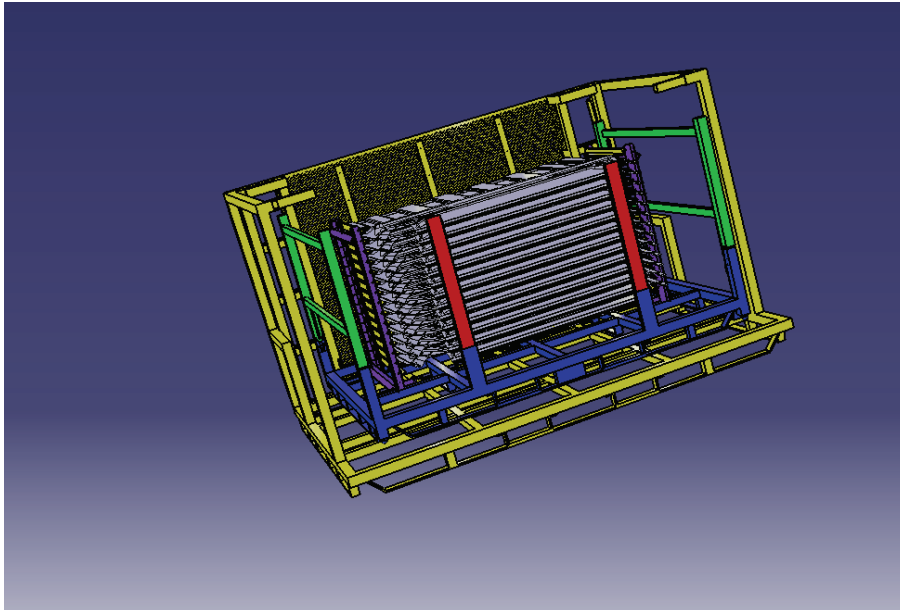


- 2) Para enviarlo y optimizar espacio en el transporte, el contenedor es replegado. Así conseguimos transportar el doble de contenedores en vacío que en lleno.

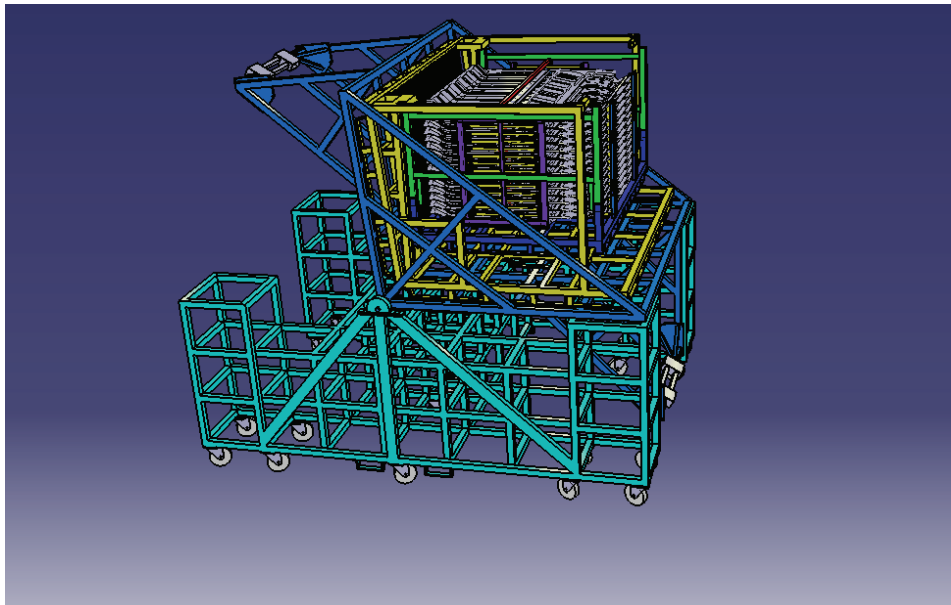


- 3) En Italia se llena y se transporta hasta España con los Paneles en horizontal. Así conseguimos dos alturas en el camión de carga.



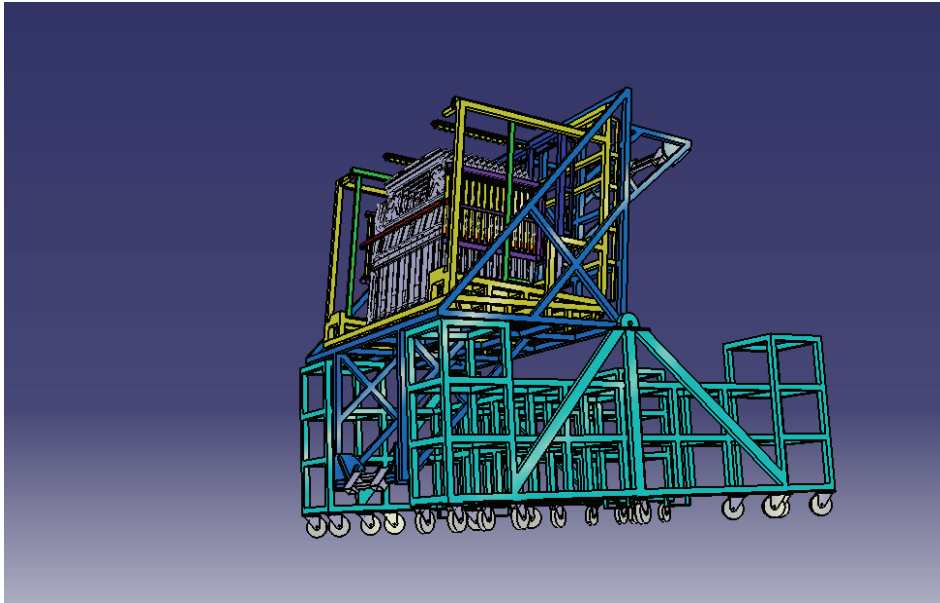


- 4) El Contenedor de Paneles se sube al Postizo por medio de una carretilla; y ambos son trasladados hasta la ubicación del Volteador.

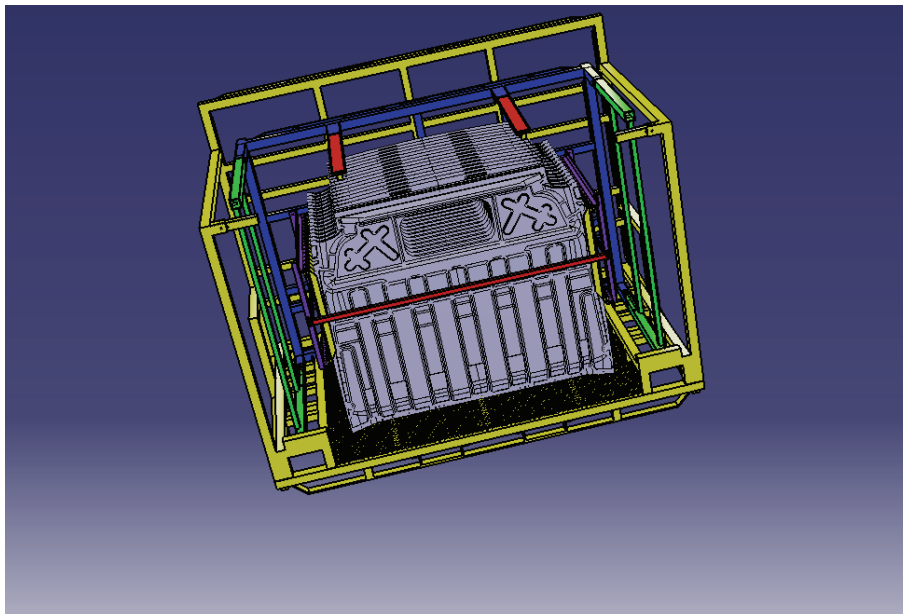


- 5) El conjunto es subido al Volteador por la posición de volteo (en la base mayor) y con la carretilla hacemos girar la caja hasta la posición de montaje.



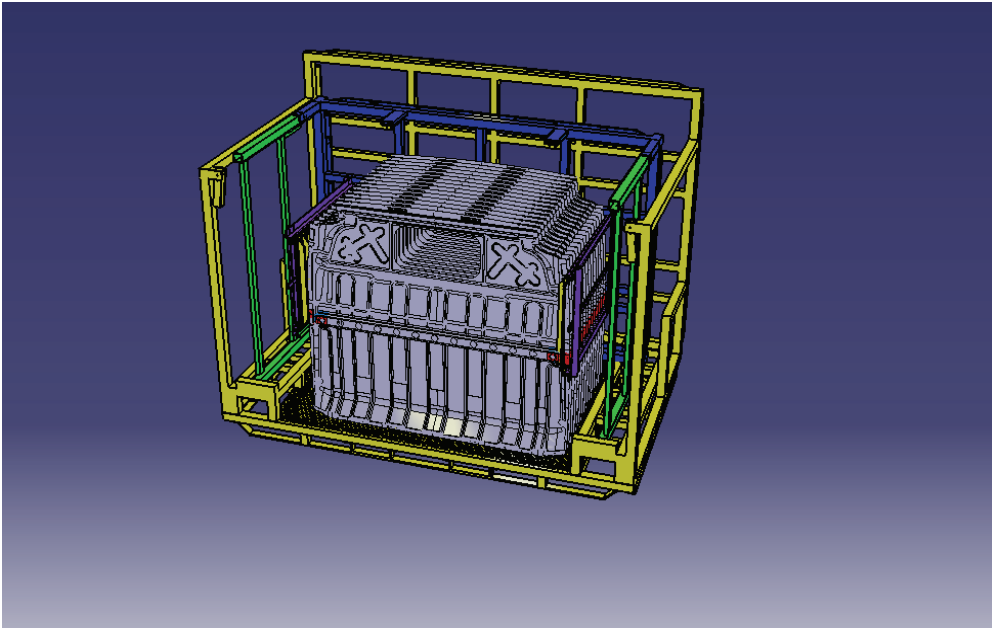


- 6) Una vez volteado, recogeremos el conjunto de la base de desvolteo (base pequeña)

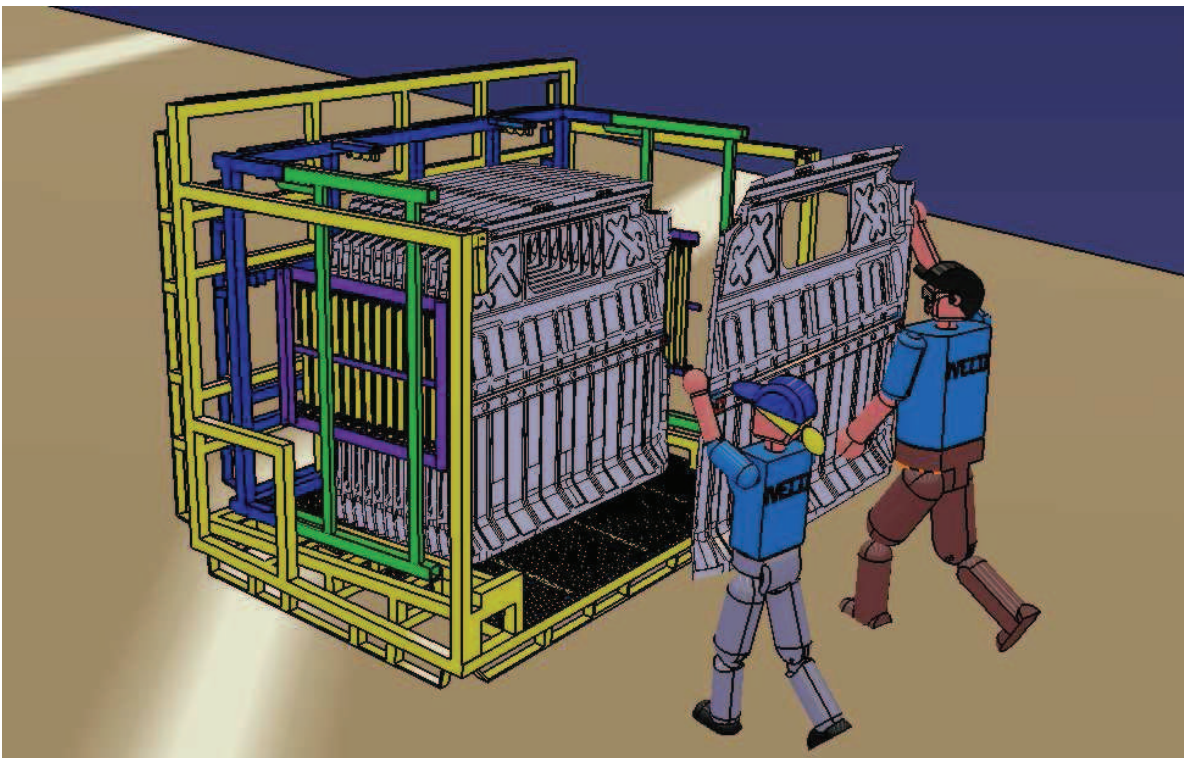


- 7) Por efecto de la gravedad, los Paneles se deslizarán hasta la base con rejilla del Postizo.





- 8) Se transportará hasta la línea y se quitarán las barras (rojas en la imagen anterior) que pudiesen obstaculizar el trabajo de los operarios.



- 9) Los operarios extraerán los Paneles y realizarán el montaje en el vehículo.





7. SEGURIDAD

7.1 Introducción

A lo largo de los puntos anteriores han sido tratados aspectos puntuales de Salud y Seguridad, ya sea para evitar golpes a los operarios, como era el caso de los brazos abatibles del Contenedor Postizo; para evitar resbalones, por lo que se acopló la rejilla antideslizante; o bien para evitar ruidos molestos, con la colocación de los tacos elásticos en el Volteador.

Sin embargo, el tema más evidente y con más matices a tratar en el apartado de Seguridad es **la carretilla**.

Desde el momento en que el Contenedor de Paneles Divisorios llega a la fábrica hasta que el conjunto Postizo-Contenedor está en la línea de Montaje, todo el proceso será realizado por un carretillero.

El trabajo del carretillero no se limitará simplemente a transportar contenedores, sino que tendrá que utilizar su carretilla a modo de herramienta volteadora, como ya hemos visto en los puntos anteriores.

Además, el peso y volumen que se deberá transportar serán elevados, por lo que las prevenciones a tomar tendrán que ser exhaustivas.

Por todo ello, a continuación explicaremos todo lo concerniente a carretillas, tanto en prevención de riesgos, como en mantenimiento y uso. Que si bien, son normas que cualquier carretillero debe cumplir siempre, no está de más repasarlas y exigir las con más vehemencia de la habitual, por la idiosincrasia del proyecto.

Las normas que veremos a continuación corresponden a las NTP 713, 714 y 715¹. Normativa vigente después de que sustituyese a la NTP 214.

¹ La información, imágenes y tablas de dichas normas están extraídas de la página web www.insht.es



7.2 Carretillas Elevadoras Automotoras

7.2.1 Conocimientos básicos para la prevención de riesgos.

7.2.1.1 OBJETIVO:

En el transporte y manipulación de cargas, tanto en locales interiores como en emplazamientos exteriores de las empresas, las carretillas automotoras ya sean elevadoras o simplemente transportadoras juegan un papel primordial y su utilización conlleva una serie de riesgos tanto para los bienes que se manipulan e instalaciones de almacenamiento como primordialmente para los operadores y personal que trabaja en su entorno.

Las carretillas automotoras comercializadas o puestas en servicio a partir de 1996 vienen identificadas con el marcado "CE" indicativo de que las mismas cumplen con los requisitos esenciales de seguridad y salud establecidos en el Anexo I de los RD 1435/1992 y 56/1995 (Directiva 98/37/CE)². No obstante, gran cantidad de carretillas en uso carecen de tal marcado por haberse comercializado con anterioridad a esa fecha y deben adecuarse a los requisitos fijados en el Anexo I del RD 1215/1997 y utilizarse siguiendo los criterios fijados en el Anexo II del citado RD.

Los objetivos de esta NTP son:

- Describir brevemente las características de estos equipos en sus diferentes versiones.
- Exponer los criterios y parámetros a tener en cuenta para la selección de los mismos según sus especificaciones y las necesidades operativas en cada caso.
- Describir las características y nivel formativo de los operadores de carretillas.

² la 98/37/CE ha sido revisada y actualizada en la vigente Directiva 2006/42/CE



- Indicar los principios básicos del equilibrado de cargas y estabilidad.
- Identificar los peligros asociados a su utilización.
- Ofrecer un listado, no exhaustivo, de las medidas preventivas aplicables a dichos peligros.
- Hacer un breve recorrido por los textos legales que les afectan de forma directa.

7.2.1.2 DEFINICIÓN. TIPOS Y COMPONENTES:

Carretilla elevadora automotora es todo equipo con conductor a pie o montado, ya sea sentado o de pie, sobre ruedas, que no circula sobre raíles, con capacidad para auto cargarse y destinado al transporte y manipulación de cargas vertical u horizontalmente. También se incluyen en este concepto las carretillas utilizadas para la tracción o empuje de remolques y plataformas de carga. Los tipos más usuales son los siguientes:

Por la ubicación de la carga:

- **voladizo:** Carretilla elevadora apiladora provista de una horquilla (puede estar reemplazada por otro equipo o implemento) sobre la que la carga, paletizada o no, está situada en voladizo con relación a las ruedas y está equilibrada por la masa de la carretilla y su contrapeso.

Figura 1

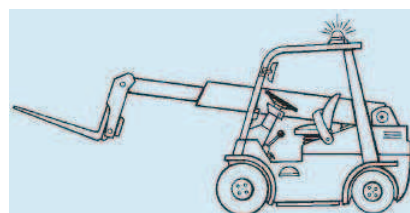
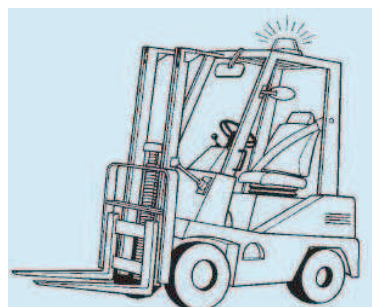


Figura 2

- **Carretilla no contrapesada**, retráctiles, apiladores, etc.: Carretilla elevadora apiladora de largueros portantes en la cual la carga, transportada entre los dos ejes, puede ser situada en voladizo por avance del mástil, del tablero porta horquillas, de los brazos de horquilla o de carga lateral.

Figura 3

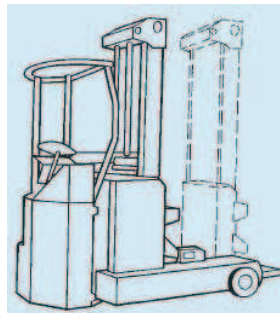
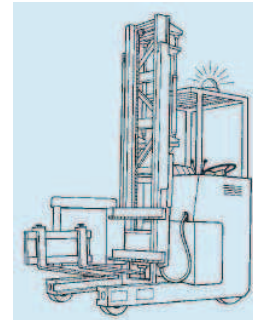
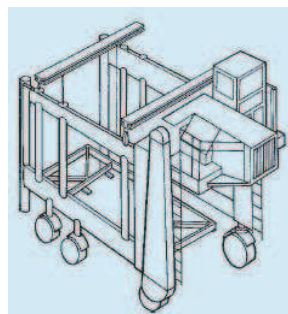


Figura 4



- **Carretilla pórtico elevadora apiladora** (a horcajadas sobre la carga o "straddle-carriers"): Carretilla elevadora bajo cuyo bastidor y brazos portantes se sitúa la carga, que el sistema de elevación mantiene y manipula para elevarla, desplazarla y apilarla. Normalmente utilizada para la manipulación de contenedores de flete. (Ver fig. 5)

Figura 5



Por el sistema de elevación de la carga:

- **Mástil vertical**, en distintas versiones, de 2 o 3 etapas, con elevación libre, etc. La carga se ubica sobre una horquilla, plataforma o implemento que montado sobre la placa portahorquilla se desliza a lo largo de unas guías verticales de varias etapas, mediante sistemas hidráulicos, eléctricos, cadenas, cables, etc. elevando o descendiendo la carga. (Ver fig. 1, 3, 4 y 6).
- **Brazo inclinable y telescópico, manipulador telescópico**: la carga también se sitúa sobre una horquilla o implemento montado en el extremo de un brazo telescópico que alcanza la altura deseada mediante la extensión e inclinación del mismo. (Ver fig. 2).
- **De pequeña elevación**, (por ejemplo: transpaleta) utilizada únicamente para separar mínimamente la carga del suelo y facilitar el desplazamiento. La carga se recoge del suelo introduciendo debajo de la misma una horquilla o plataforma que se eleva ligeramente, mediante un sistema de palancas accionadas mecánicamente o hidráulicamente, para separar esta carga del suelo facilitando su transporte. (Ver fig. 7).

Figura 6

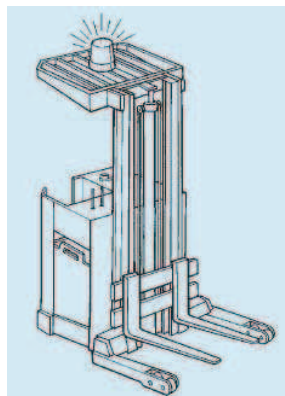
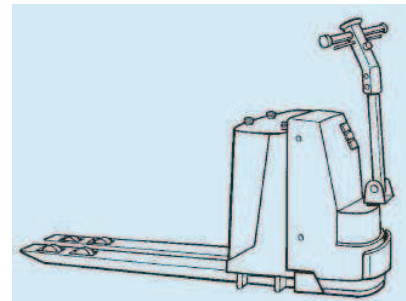


Figura 7





Por el tipo de energía utilizada:

- **Con motor térmico**, ya sea Diesel, a gasolina, gas licuado, etc. Carretillas generalmente propias de exteriores y zonas ventiladas.
- **Con motor eléctrico**, alimentado a partir de baterías de acumuladores. Carretillas propias de interiores.
- **Mixtas**, con motor térmico y accionamiento eléctrico u otras variables.

Por las características de sus trenes de rodaje:

- **Con cuatro ruedas sobre dos ejes**, anterior motriz y posterior directriz. (Ver fig. 1, y 2). Según los casos, en el eje anterior pueden montarse ruedas dobles o gemelas,
- **Con rodadura en triciclo**, el eje motriz/directriz sobre una sola rueda (o dos ruedas gemelas), centrada sobre el eje longitudinal de la máquina. En determinados modelos los dos ejes son motrices. En las carretillas retráctiles las ruedas posteriores son únicamente portantes. (Ver fig. 3, 4 y 7).
- **Con cuatro ruedas sobre dos ejes motrices**, en algunos casos también directrices, carretillas propias de exteriores o "todo terreno" (Ver fig.1 y 2).

Por la posición del operador:

- De operador transportado sentado sobre la carretilla, (Ver fig. 1, 2, 4 y 5).





- De operador transportado de pie. Aunque en algunos casos pueda disponer de un asiento auxiliar para uso temporal por el operador, se considera de operador transportado de pie. (Ver fig. 3 y 6).
- De operadora pie. Aunque en algunos casos se disponga de una plataforma abatible para el transporte ocasional del operador, la carretilla se considera de operador a pié. (Ver fig. 7).

Componentes

Los componentes principales de una carretilla elevadora se pueden ver en la fig. 8 y son los siguientes:

- **Bastidor:** Estructura generalmente de acero soldado, sobre la cual se instalan todos los componentes de la carretilla con sus cargas y transmite su efecto directamente al suelo a través de las ruedas (sin suspensión).
- **Contrapeso:** Masa fijada a la parte posterior del bastidor, destinada a equilibrar la carga en la carretilla contrapesada.
- **Mástil de elevación o brazo telescópico:** Permiten el posicionamiento y la elevación de las cargas.
- **Tablero porta horquillas:** Placa fijada al mástil que permite el acoplamiento y la sujeción de las horquillas u otros implementos. Si es necesario, detrás del tablero porta horquillas debe montarse un respaldo de apoyo de la carga (placa porta horquilla) para evitar el deslizamiento de la misma sobre el operador.
- **Horquillas:** Dispositivo que incluye dos o mas brazos de horquilla de sección maciza, que se fijan sobre el tablero porta horquillas y que normalmente se posicionan manualmente.





- **Accesorios de manipulación de carga:** Son los implementos (por ejemplo: pinzas, desplazamientos laterales, cucharas, elevadores, etc.), que permiten la aprehensión y depósito de la carga a la altura y posición escogida por el operador
- **Grupo motor y transmisión:** Es el conjunto de elementos que accionan los ejes y grupos motores y directores Incluye los motores térmicos o eléctricos y los distintos tipos de transmisión, mecánica, hidráulica, etc.
- **Sistema de alimentación de energía:** Son los sistemas de alimentación de combustible en las carretillas con motor térmico y las baterías de tracción o la conexión a la red en las carretillas eléctricas.
- **Sistema de dirección:** Consta de un volante para la dirección tipo automóvil en carretillas de operador transportado o de un timón en carretillas de operador a pie. Puede ser mecánico, hidráulico o eléctrico.
- **Sistema principal de frenado:** Dispositivo para limitar la velocidad de la máquina a voluntad del operador, hasta asegurar el paro total de la misma, normalmente equipado con mordazas o discos de fricción accionados mecánica o hidráulicamente y que actúan sobre las ruedas o sobre los órganos motores de la máquina. La Directiva 98/37/CE contempla que, en la medida que la seguridad lo exija, la máquina disponga de un dispositivo de parada de emergencia con mandos independientes. Asimismo, fija la necesidad de que exista un dispositivo de estacionamiento para mantener inmóvil la máquina.
- **Puesto del operador:** Centraliza todos los órganos de mando y control. Todas las funciones deben estar claramente identificadas, ser visibles, operables y de fácil y ergonómico acceso para el operador. El puesto debe estar diseñado de forma que desde el mismo sea imposible el contacto fortuito del operador con las ruedas o con cualquier órgano móvil agresivo





del propio equipo y asimismo garantizar la protección frente a gases de escape.

- **Techo o tejadillo protector del operador:** Estructura resistente que protege al operador contra la caída de objetos (FOPS (1)). Obligatorio, siempre que exista riesgo debido a la caída de objetos. En algunos casos si la cabina es cerrada, forma parte de la misma • **Protección del operador frente al riesgo de vuelco:** Estructura resistente que protege al operador contra los efectos del vuelco del equipo. Obligatorio, siempre que exista riesgo de que el equipo pueda volcar (ROPS (2)). (Fig. 9). Cuando la carretilla esté provista de cabina, la misma debe garantizar la plena protección del operador y, entre otros aspectos, garantizar la protección frente a caída de objetos y frente a vuelco.
- **Asiento:** Puesto del operador en las carretillas que lo equipan. Debe ser anatómico y dotado de suspensión (para evitar que las vibraciones se transmitan al operador ya que las carretillas carecen de sistemas de amortiguación), regulable y adaptable, con sistema de ajuste al peso del operador de forma que pueda ser utilizado cómodamente por todo tipo de personas. En algunos modelos para facilitar la posición del operador al efectuar marcha atrás, poseen un sistema que permite el giro del asiento unos 30°. Cuando la máquina pueda ir equipada de una estructura de protección para los casos de vuelco, el asiento debe estar dotado de un cinturón de seguridad o de un sistema de retención del operador equivalente.
- **Ruedas:** Sirven de apoyo de la carretilla sobre el suelo permitiendo la tracción de la misma. Pueden ser de bandas macizas (aro o sección circular de caucho o plástico duro montado sobre un núcleo de acero o fundición), súper elásticas macizas (similares a las anteriores pero con un aro de caucho de mayor espesor, formado por varias capas de distintos groesos y tipos de material que le da un cierto grado de elasticidad), o neumáticas (cubierta neumática, con o sin cámara, con superficies de





rodadura de distintos tipos e hinchadas a la presión indicada por el fabricante).

- **Placas informativas:** Cada carretilla debe llevar obligatoriamente marcado de forma legible e indeleble los textos y pictogramas que informen al operador sobre la capacidad de carga de la carretilla en las distintas situaciones de carga (ver apartado 5 de esta NTP), la función de los distintos mandos y los riesgos inherentes a la utilización de la máquina. Es especialmente importante comprobar que la máquina lleva la placa de identificación del fabricante, el marcado CE de conformidad con la Directiva 98/37/CE y la placa de capacidad de cargas admisibles para las condiciones de uso real de la carretilla. Si a la carretilla se le monta algún accesorio adicional, sobre el mismo también debe existir la placa de identificación del fabricante del accesorio, la capacidad de carga del mismo y, si es aplicable, el marcado CE de conformidad. Asimismo, se incluirán todas aquellas indicaciones ligadas a las condiciones especiales de uso de la carretilla (por ejemplo: si una carretilla ha sido construida para trabajar en atmósfera explosiva, ello se deberá indicar en la máquina). En el puesto del operador se incluirá una placa adicional con la capacidad de carga y las limitaciones de uso para cada conjunto formado por la carretilla y cada accesorio o implemento, que normalmente se le suele acoplar según el trabajo que realice. Todo ello se realizará de acuerdo con las instrucciones recibidas de los respectivos fabricantes. En su defecto se podría consultar con la Asociación Española de Manutención (FEM/AEM).
- **Sistemas y/o componentes de seguridad:** Equipos destinados a garantizar la seguridad del operador y de las personas y/o bienes. Son muchos y variados y comprenden entre otros: el sistema de frenado, sistemas de alarma óptica y acústica para advertir de la presencia del vehículo, dispositivos de advertencia o limitación del exceso de carga, los dispositivos que impiden el arranque de la carretilla o de algunos de sus mecanismos si el operador no está en su puesto de control, sistema de protección para caso de vuelco y contra caída de objetos, etc. Cada tipo de



máquina tiene unas necesidades distintas en cuanto a sistemas de seguridad, desde sensores que paran la máquina en caso de interferencia con un objeto en las carretillas automáticas sin conductor, hasta el pedal de "hombre muerto" destinado a garantizar que el funcionamiento de la máquina solo se realiza mientras el pedal permanece pulsado.

- **Manual de instrucciones:** El fabricante debe entregar obligatoriamente con cada máquina un manual de instrucciones "original" y, en el momento de su entrada en servicio, una traducción en la lengua oficial del país de utilización del equipo. El manual debe incluir toda la información precisa para la correcta y segura utilización de la máquina, contener obligatoriamente los requisitos de los apartados 1.7.4, 3.6.3, 4.4.1 y 4.4.2 del RD. 1435/92, así como todas las normas, instrucciones, consejos de seguridad, utilización y mantenimiento, todos ellos indicados de forma clara y que no ofrezca dudas sobre su interpretación.

Esta documentación, debe permanecer siempre en buen estado y con una copia de la misma ubicada en el compartimento de la máquina, habilitado a tal fin, para permitir su consulta e información ante cualquier incidencia.

Figura 8

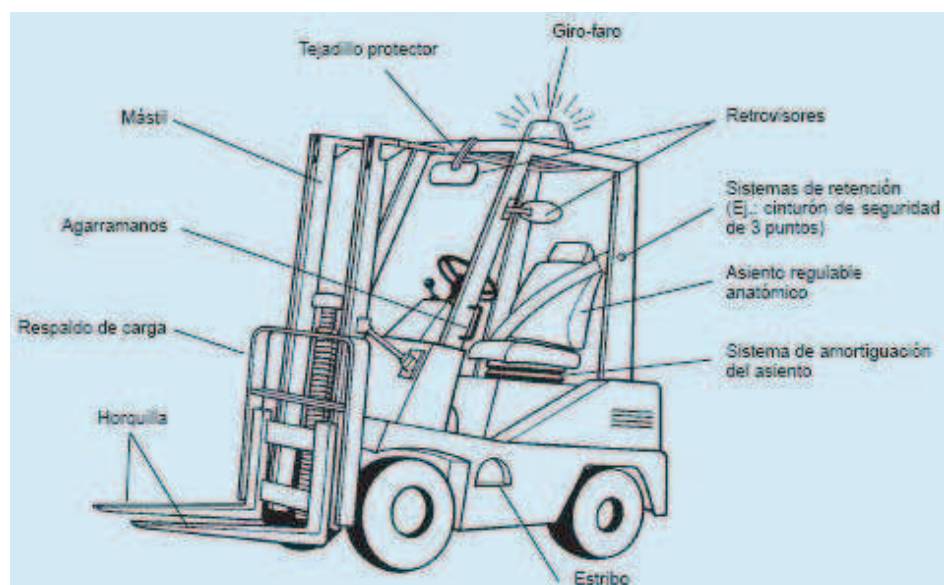
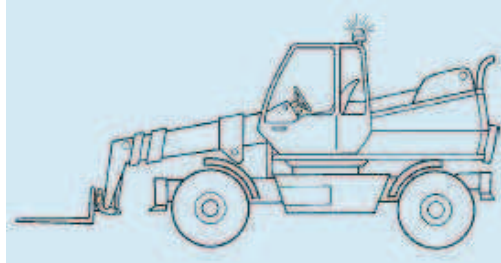


Figura 9



7.2.1.3 SELECCIÓN DE CARRETILLAS INDUSTRIALES

La FEM (Federación Europea de la Manutención) clasifica los tipos de carretilla en 13 grupos de productos, que a su vez se subdividen en 37 categorías. Esta variedad de tipos unida a la amplia gama de implementos disponible en el mercado, permite la manipulación de todo tipo cargas unitarias o a granel en condiciones de seguridad pero hace difícil una enumeración exhaustiva de todos ellos.

Algunos de los criterios generales para su selección en función del tipo de utilización pueden ser:

- **Carretillas de interior:** Normalmente accionadas por motor eléctrico. Pequeñas, silenciosas, no polucionante, de gran maniobrabilidad, poca altura libre bajo chasis, estabilidad limitada, diseñadas para ser utilizadas en interiores de locales cerrados insuficientemente ventilados o con mucho personal en su proximidad y para la manipulación de productos que se deterioran o contaminan con los gases de escape (almacenes frigoríficos, etc.). Ofrecen buen rendimiento en trayectos cortos, sin rampas y con periodos de utilización que permita la recarga adecuada de los acumuladores. Debido a la capacidad de estos acumuladores, no se recomienda su utilización en recorridos largos, con rampas frecuentes, suelos en mal estado o con irregularidades.



- **Carretillas de exterior.** Normalmente accionadas por motor térmico, (gas, diesel o gasolina). Tienen gran capacidad de tracción, superación de rampas, buena velocidad de traslación, mayor altura libre bajo chasis y una mejor estabilidad, especialmente transversal.
- En esta categoría podríamos distinguir entre las **carretillas convencionales**, con estructura similar y maniobrabilidad a las de interior, pero con ruedas neumáticas de mayor diámetro, capacidad para salvar pequeños obstáculos y que trabajan alternativamente en interiores bien ventilados o en patios pavimentados que representan una prolongación del propio edificio y **carretillas todo terreno**, utilizadas en construcción, obra pública, agricultura y en general para todo tipo de terreno no acondicionado. Las carretillas todo terreno diseñadas para tareas sobre terrenos irregulares tienen una gran altura libre bajo chasis, neumáticos de grandes dimensiones, con rodadura tipo agrícola o para movimiento de tierras, tracción a 2 o 4 ruedas y en algunos casos están dotadas con sistemas de reducción a rueda, bloqueo de diferencial, frenos estancos al agua, sistemas de dirección sobre 2 o 4 ruedas, etc. Tienen capacidad para superar fuertes pendientes y su estabilidad ha sido notablemente aumentada, ya sea por el propio diseño de la carretilla o por la adición de sistemas especiales, tales como niveladores de chasis, estabilizadores exteriores, etc.

Para la selección del tipo y tamaño adecuado de carretilla, debe tenerse presente: Según el tipo de carga a manejar:

- El peso en Kg. de la carga estándar (unidad de carga máxima).
- Las alturas a las que debe elevarse.
- Sus dimensiones, para conocer la posición del centro de gravedad de la misma y determinar la capacidad nominal necesaria en la carretilla.





- El tipo de carga, para poder estudiar la posibilidad de utilizar algún tipo de implemento, de los muchos existentes en el mercado, que pudiera ser más adecuado que la horquilla y paletas convencionales.

Según la zona de trabajo:

- La altura de los techos y puertas, para comprobar que la máquina puede evolucionar y efectuar las operaciones de estiba/apilado sin riesgo de interferencia con los mismos.
- Los anchos de pasillos y puertas que aseguren la amplitud suficiente para la maniobrabilidad de la máquina seleccionada. El RD 486/1997 al respecto dice que "la anchura de las vías por las que puedan circular medios de transporte y peatones deberá permitir el paso simultaneo con una separación de seguridad suficiente": Dado que la exigencia anterior no aporta información concreta sobre la anchura de los pasillos de circulación, detallamos seguidamente datos concretos obtenidos de bibliografía especializada:
 - a. Pasillos en los que circule carretillas con sentido de circulación único: la anchura máxima (carretilla o carga) + 1 m
 - b. Pasillos de doble sentido de circulación: la anchura máxima (carretillas + cargas) + 1,20 m
- La resistencia de forjados, elevadores, plataformas y pisos de vehículos sobre los que deba circular, así como los tipos de suelo y sus características (adherencia, etc.).
- Otras características particulares como pueden ser los peligros inherentes a las atmósferas de las zonas de trabajo (peligro de incendio o explosión, existencia de polvo), el trabajo en intemperie, etc.

En todo proceso de selección es importante consultar con el fabricante de la carretilla, que puede orientar eficazmente al usuario sobre el tipo de carretilla y accesorios más idóneos para el trabajo a realizar. Así mismo es también muy útil tener





en cuenta las particularidades de los distintos componentes de una carretilla, que pueden ser precisos en función del área de trabajo donde esta deba moverse. Así, por ejemplo:

- En zonas muy polvorientas se pueden instalar filtros de aire reforzados e indicadores de suciedad, en carretillas con motor térmico, y un sistema de filtrado del aire de la cabina del operador. Al respecto, la Directiva 98/37/CE exige *"que el puesto de conducción deberá ir provisto de una cabina adecuada cuando existan riesgos provocados por un entorno peligroso"*
- En los entornos de trabajo en los que exista personal alrededor de la máquina, se deben equipar los escapes de los motores térmicos con elementos tales como purificadores, filtros de partículas, etc. que reduzcan la emisión al ambiente de sustancias nocivas.
- El tren de rodadura debe ser el más adecuado al tipo de superficie de trabajo. Así, en el caso de carretillas "todo terreno", no se deben utilizar bandajes macizos, por la nula absorción que ofrecen a las tensiones originadas por las irregularidades del terreno y que, en este caso, se transmiten directamente a todos los órganos mecánicos perjudicando el confort del operador y la estabilidad de la carga sobre la horquilla y acelerando el envejecimiento de los elementos de la maquina.

7.2.1.4 OPERADOR DE CARRETILLAS

Respecto del operador de carretillas hay que prestar atención a dos aspectos fundamentales: las condiciones que debe reunir a priori, y su formación.

Condiciones

De acuerdo con el RD 1435/92 (Directiva 98/37/CE), el operador de una máquina es *"la(s) persona(s) encargada(s) de instalar, poner en marcha, regular, mantener, limpiar, reparar o transportar una máquina"*. Las anteriores disposiciones definen al conductor de una máquina móvil como *"un operador*





competente encargado del desplazamiento de una máquina. El conductor podrá ir o en la máquina, o a pie acompañando la máquina, o bien actuando mediante mando a distancia".

El RD 1215/97 también define que el operador es "el trabajador encargado de la utilización de un equipo de trabajo" y en su anexo II, apartado 2.1 requiere que "la conducción de equipos de trabajo automotores estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una formación específica para la conducción segura de estos equipos de trabajo":

La función del operador en el manejo de las carretillas elevadoras es primordial y por ello deberán ser personas con las aptitudes psico-físicas y sensoriales adecuadas, que hayan recibido la formación suficiente para que sean competentes en este trabajo, que hayan sido autorizados específicamente por el empresario para este fin y que exista constancia y registro tanto de la autorización como de la formación recibida.

Formación

La ya mencionada diversidad de equipos y utilizaciones pone de relieve la necesidad de una formación específica del operador para cada tipología de carretilla a fin de adquirir la "competencia necesaria", su periódica revisión para adecuarla a la incorporación de las nuevas tecnologías y a las nuevas situaciones de riesgo que puedan presentarse (Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995) y así mismo debe formarse e informarse a todo el personal relacionado con el trabajo de las carretillas.

El programa de formación debería estar adaptado a los conocimientos que sobre la materia sean necesarios para desarrollar de forma segura las tareas propias del puesto de trabajo y las exigencias del mismo. Al respecto habría que diferenciar entre los siguientes casos:

1. Personal que se incorpora al mundo laboral, sin experiencia previa.
2. Personal con práctica en la utilización de carretillas elevadoras, pero que no ha recibido formación específica.

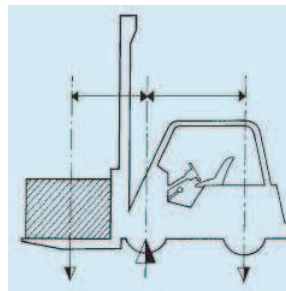


3. Reciclado y adecuación de conocimientos de personal profesional con experiencia y formación.

7.2.1.5 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL EQUILIBRADO DE CARGAS Y ESTABILIDAD

La carretilla contrapesada con la carga en voladizo, mantiene un equilibrio longitudinal que corresponde al de una palanca de primer género. Su fulcro corresponde al centro del eje delantero y los dos brazos de la palanca, de distinta longitud soportan por un lado la carga y por otro el peso propio de la máquina que equilibra al primero (Ver fig. 10).

Figura 10



En el caso de la carretilla retráctil, esta situación solamente se da en las operaciones de retirada y depósito de la carga, pero el principio también es aplicable aunque su diseño y aplicaciones sean distintas a la contrapesada, ya que durante el transporte mantiene la carga entre los brazos portantes.

En ambos casos la estabilidad transversal de la carretilla, constituye un factor muy importante ya que determina su momento de vuelco lateral con o sin carga, hecho que puede ocasionar accidentes graves o mortales.

De ello se deduce que la estabilidad de la carretilla depende en todo momento de que la resultante de las fuerzas que pasan por el centro de gravedad del conjunto se proyecte dentro del triángulo de sustentación descrito por los extremos del eje delantero y el punto sobre el cual oscila el centro del eje posterior. Esta posición se ve afectada por múltiples factores como son, el peso y dimensiones de la carga, su



posición sobre la horquilla, la posición del mástil, velocidad de desplazamiento, giros, etc.

Todas las carretillas deben disponer de una placa con un gráfico que indique las cargas nominales admisibles para las distintas alturas y distancias desde el centro de gravedad de la carga hasta el tablero portahorquilla o el talón de la horquilla.

En las carretillas de brazo inclinable y telescópico (manipuladores telescópicos), la carga admisible también varía en función del alcance del brazo y del ángulo que forme respecto a la horizontal.

Antes de aplicar implementos a la carretilla, es muy importante recordar que éstos representan un peso añadido en la zona de voladizo y que al desplazar la carga hacia delante varían la situación del centro de gravedad del conjunto, por lo que necesariamente, para garantizar la seguridad del conjunto, debe reducirse la capacidad de carga a manejar y la relación con la altura a que se eleve la misma respecto a las características originales referidas a la utilización de la horquilla. Estas características varían con cada tipo de implemento utilizado. En estos casos deben solicitarse al fabricante de la máquina o del equipo los gráficos de carga correspondiente a las condiciones reales de utilización.

7.2.2 Principales peligros y medidas preventivas.

7.2.2.1 RIESGOS, MEDIDAS PREVENTIVAS Y RECOMENDACIONES BÁSICAS EN LAS OPERACIONES CON CARRETILLAS:

Para la prevención de los riesgos laborales que pueden darse en la utilización de las carretillas elevadoras, debemos tener presente una amplia gama de peligros, situaciones y sucesos peligrosos que, caso de materializarse, pueden dar lugar a daños, con diferentes niveles de gravedad para las personas.



Entre otros aspectos, deben de tenerse en cuenta los siguientes:

- La formación, experiencia, capacidad física y psicotécnica del operador de las carretillas.
- La presencia de personal en el entorno del área de trabajo (o "zona de peligro").
- El tipo de carretilla utilizada y su adecuación a la tarea que debe realizar, su mantenimiento, estado, la disponibilidad y adecuación de sus elementos de seguridad (Ej.: avisador acústico, giro faro, sistema de retención del operador sobre el asiento, etc.).
- La utilización de cargas paletizadas o no, el peso de las unidades de carga, las características de la carga, sus dimensiones y posición sobre la horquilla, las características de los implementos utilizados, la estabilidad y acondicionamiento de los mismos, etc.
- El entorno de trabajo con todas sus características: Trabajos en el interior de locales (superficies de tránsito y trabajo, dimensiones de los locales, tipo de materiales a manipular, presencia y paso de personas, áreas de clasificación, entradas y salidas de carretillas y personas, tipo y características del almacenamiento, etc.), trabajos en el exterior, en el interior de frigoríficos, en cajas de camiones, portuarios, distribución (interior y/o exterior), trabajos en áreas clasificadas con riesgo de incendio y explosión, trabajos especiales, estado de los suelos (baches, húmedo, mojado, etc.), tipos de pavimentos (rugoso, deslizante, etc.), pendientes, etc.
- La operativa o conjunto de prácticas específicas de cada empresa para el flujo físico de materiales con carretillas elevadoras, que afectan a la velocidad de los ciclos de trabajo, sobrecargas, orden y limpieza, etc. Citaremos a continuación una lista, no exhaustiva, de los peligros más





característicos de las carretillas elevadoras y de sus correspondientes medidas preventivas más usuales. Esta lista no debe de sustituir a la preceptiva evaluación de los riesgos de los puestos de trabajo existentes en las zonas de operación de las carretillas.

7.2.2.2 LEGISLACIÓN APLICABLE

Además de toda la legislación laboral aplicable con carácter general, las carretillas elevadoras están incluidas y por tanto deben cumplir con las Directivas de Seguridad en Máquinas refundidas en la 98/37/CE, que a nivel de la legislación interna española se contemplan en los RD 1435/1992 y RD 56/1995. Ello comporta que todas las unidades puestas en el mercado o puestas en servicio con posterioridad a 1/1/1996 deben llevar bien visible el marcado CE, e ir acompañadas de una declaración CE de conformidad con los requisitos esenciales de seguridad y salud elaborada por el fabricante y el Manual de Instrucciones "original" y, en el momento de su entrada en servicio, una traducción en español.

En aplicación del RD 1215/1997 sobre equipos de trabajo, todas las carretillas elevadoras que en la fecha de entrada en vigor de este Real Decreto estuvieran a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo y que hubiesen sido puestas en servicio con anterioridad al 10.6.89, habrán debido adecuarse a las disposiciones mínimas contenidas en el Anexo I y ser utilizadas conforme a las disposiciones del Anexo II del citado Real Decreto (las carretillas comercializadas entre el 10.6.89 y el 1.7.95 -opcionalmente hasta el 1.1.96 - deben cumplir la ITC MIE AEM-3. Véase Anexo A de la Guía Técnica para la Evaluación y la Prevención de los Riesgos relativa a la Utilización de los Equipos de Trabajo).

Para ampliar información sobre los requisitos técnicos de seguridad aplicables a estas máquinas, es recomendable la consulta de las normas europeas armonizadas referidas a las mismas. En estas normas se recogen los requisitos técnicos cuyo cumplimiento por parte del fabricante le ofrece presunción de conformidad a la Directiva 98/37/CE.



En la bibliografía se relacionan estas Normas Europeas Armonizadas aplicables a carretillas.

Por otra parte, de acuerdo con el RD 212/2002, las carretillas elevadoras que trabajan a la intemperie también deben llevar en lugar visible el etiquetado de nivel sonoro con indicación del nivel acústico garantizado de la máquina en el entorno.

Si la carretilla debe circular por vías públicas (o que tengan la consideración de públicas), deberá cumplir con las exigencias de la legislación en materia de Tráfico y Seguridad Vial.

Tabla 1

VUELCO		
Consecuencias	Causas	Prevención
<ul style="list-style-type: none"> • Atrapamientos del operador y/o personas del entorno bajo la carretilla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Circular con la carga elevada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carretilla equipada de dispositivo antivuelco (ROPS) y el operador usará siempre cinturón de seguridad o dispositivo de retención. (1) • Circular con el mástil inclinado hacia atrás y las horquillas a 15 cm. del suelo (en carga/vacío)
	Velocidad excesiva al girar o tomar una curva (carga/vacío).	Reducir la velocidad al tomar una curva o gira (1)
	Presencia de baches. Al circular, subir bordillos o desniveles. Circular con neumáticos o bandas de rodadura en mal estado. Reventón de neumáticos y/o rotura de bandas de rodadura por sobrecarga o circular sobre suelos con elementos cortantes o lacerantes.	Suelos de los locales uniformes, sin irregularidades No subir/bajar bordillos o desniveles. Usar rampas adecuadas No circular nunca a más de 10 Km/h de velocidad. (2) (1) Revisión diaria de la presión y estado de neumáticos y/o bandas de rodadura Sustituir de inmediato los neumáticos o bandas de rodadura deficientes No sobrepasar nunca los límites de carga de la carretilla Instalar un sistema jimitador de carga en la carretilla Eliminar del suelo los objetos punzantes o lacerantes
CAÍDA DE ALTURA Y/O POSIBLE VUELCO		
Consecuencias	Causas	Prevención
<ul style="list-style-type: none"> • Traumatismos diversos del operador y personal de la zona. • Rotura de materiales y elementos transportados. 	Circular junto al borde de muelles de carga o rampas.	<ul style="list-style-type: none"> • (1). • No circular junto al borde de muelles de carga o rampas. • Proteger y señalizar los bordes de los muelles de carga y rampas.



	Entrada/salida de la caja de camiones.	<ul style="list-style-type: none"> • (2). • (1). • Inmovilizar el vehículo (con freno y calzos) y las rampas de acceso antes de acceder. • Inmovilizar las rampas de acceso a camiones antes de acceder a las cajas de los mismos. • (2).
	Circular sobre pisos de insuficiente resistencia.	<ul style="list-style-type: none"> • (1). • Verificar la resistencia de los suelos, previo al paso de las carretillas. • (2).
CHOQUES Y ATRAPAMIENTOS		
Consecuencias	Causas	Prevención
Atropellos y atrapamientos de personas por carretillas y/o su carga.	<p>Circular a velocidad elevada.</p> <p>Distracción del operador y/o de los peatones.</p> <p>Fallo de frenos y/o dirección de la carretilla.</p> <p>Deslumbramientos en cruces, carga/descarga y/o accesos/ salida de recintos.</p> <p>Iluminación insuficiente.</p> <p>Espacio reducido para maniobras.</p> <p>Falta de visibilidad al circular marcha atrás.</p> <p>Áreas angostas para clasificar / confeccionar pedidos.</p> <p>Circular con cargas que limitan la visión del operador.</p> <p>Circular sobre pisos húmedos resbaladizos.</p> <p>Conducción de carretillas por personal no formado y/o no autorizado por la empresa.</p>	<p>(2).</p> <p>Dotar a la carretilla de un giro-faro sobre la zona superior del pórtico de seguridad, conectado de forma permanente durante la marcha.</p> <p>El operador utilizará el claxon en cruces y al entrar/salir de recintos.</p> <p>Proteger mediante vallas las salidas de peatones del interior de locales.</p> <p>Revisión diaria y periódica del estado de frenos y dirección.</p> <p>Estudiar las zonas de posible deslumbramiento y prevenir su aparición.</p> <p>Iluminar los pasillos y zonas interiores (min. 100 lux). (3)</p> <p>Para circular por exteriores o zonas mal iluminadas, dotar de alumbrado a la carretilla.</p> <p>Revisión diaria y periódica del alumbrado de carretilla y almacén.</p> <p>Dotar de espacio suficiente para el tránsito y las maniobras de las carretillas.</p> <p>Para facilitar las maniobras marcha atrás, dotar al asiento del operador de un sistema que permita un giro de unos 30°. (4)</p> <p>Delimitar, señalizar y mantener siempre libres las zonas de paso de peatones y carretillas.</p> <p>Crear, mantener y señalizar zonas para la clasificación de productos y para la confección de pedidos.</p> <p>Procurar tener siempre una buena visibilidad del camino a seguir. Si la carga lo impide, circular marcha atrás extremando las precauciones. Hacerse acompañar por un operario que ayude a dirigir la maniobra.</p> <p>Caso de ser práctica frecuente el transporte de cargas voluminosas, utilizar carretillas de conductor sobreelevado.</p> <p>Moderar la velocidad en las zonas con pisos húmedos o resbaladizos.</p> <p>Los pisos por donde circulen las carretillas serán de pavimento</p>



		antideslizante, en particular si se trata de zonas húmedas. Formar y reciclar de forma periódica a operadores y personal del almacén.
Choques contra objetos inmóviles	<ul style="list-style-type: none"> • Estanterías con largueros sin protección en zonas de cruce. • Circular a velocidad elevada. • Distracción del operador y/o de los peatones. • Fallo de frenos y/o dirección de la carretilla. • Circular sobre pisos húmedos resbaladizos. • Conducción de carretillas por personal no formado y/o no autorizado por la empresa. • Falta de formación sobre apilado de cargas. • Áreas angostas para clasificar / confeccionar pedidos. 	<p>Proteger los largueros de las estanterías contra el impacto de las carretillas, en especial en las zonas de cruce.</p> <p>(2).</p> <p>Dotar a la carretilla de un giro-faro sobre la zona superior del pórtico de seguridad, conectado de forma permanente durante la marcha.</p> <p>Revisión diaria y periódica del estado de frenos y dirección.</p> <p>Moderar la velocidad en las zonas con pisos húmedos o resbaladizos.</p> <p>Los pisos por donde circulen las carretillas serán de pavimento antideslizante, en particular si se trata de zonas húmedas.</p> <p>Formar y reciclar de forma periódica a operadores y personal del almacén.</p> <p>Crear, mantener y señalizar zonas para la clasificación de productos y para la confección de pedidos.</p>
Maniobras descontroladas de la carretilla.	<ul style="list-style-type: none"> • Conducción de carretillas por personal no formado y/o no autorizado por la empresa. • Circular en carga marcha atrás. • Maniobrar con poca o sin visibilidad. • Sobrecargar la carretilla. • Circulación por rampas y pendientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formar y reciclar de forma periódica a operadores y personal del almacén • Para evitar su uso inadecuado o por personal no formado o no autorizado, las carretillas dispondrán de llave de contacto en poder del operador o de un responsable de la empresa. • (4) • Si ocasionalmente se debe circular marcha atrás, se extremarán las precauciones y, si se precisa, se guiará la carretilla con la ayuda de una persona formada. • Instalar espejos retrovisores (central y laterales) para facilitar las maniobras. • Dotar a la carretilla de un claxon discontinuo, que se active con la marcha atrás. • (3). • Procurar tener siempre una buena visibilidad del camino a seguir. Si la carga lo impide, circular marcha atrás extremando las precauciones. Hacerse acompañar por un operario que ayude a dirigir la maniobra. • Caso de ser práctica frecuente el transporte de cargas voluminosas, utilizar carretillas de conductor sobreelevado. • Para circular por rampas o pendientes (en vacío/carga) se observarán las instrucciones del fabricante y estarán señalizadas las zonas que no sean superables



		<ul style="list-style-type: none"> por la carretilla. El descenso de pendientes se realizará siempre marcha atrás y con precaución (5). No efectuar giros sobre las rampas.
Caída de piezas apiladas.	<ul style="list-style-type: none"> Iluminación insuficiente de la zona de apilado en las estanterías. Rotura de envases y caída de piezas sobre la carretilla. Maniobras de apilamiento por personal no formado. 	<ul style="list-style-type: none"> (3). Carretilla equipada de estructura de protección contra caída de objetos (FOPS). Solo se permite el uso de las carretillas al personal formado y autorizado por la empresa. Para evitar su uso inadecuado, las carretillas dispondrán de llave de contacto, en poder del operador o de un responsable de la empresa. Formar y reciclar de forma periódica a operadores y personal del almacén.

CAÍDA DE CARGAS TRANSPORTADAS/ELEVADAS

Consecuencias	Causas	Prevención
Caída de materiales sobre personas del entorno.	<ul style="list-style-type: none"> Rotura de conducciones de los circuitos hidráulicos de la carretilla. Descenso de pendientes pronunciadas con la carga en el sentido de la marcha. Cruce de vías férreas o resaltes del terreno circulando a velocidad de marcha. Mala sujeción o apilado de las cargas sobre las horquillas. 	Revisión diaria y periódica de los circuitos hidráulicos. (5). El paso sobre vías férreas y/o resaltes del terreno se realizara diagonalmente y a poca velocidad. Las cargas se situaran siempre sobre horquilla de forma que sea imposible su caída (uso de paletas o contenedores y sistemas de fijación adecuados).
<ul style="list-style-type: none"> Caída de materiales sobre el operador. 	Rotura de cargas elevadas y caída de piezas sobre el operador. Circular con la carga elevada.	Carretilla equipada de estructura de protección contra caída de objetos (FOPS). Antes de transportar o elevar una carga, consultar la tabla de características de la carretilla o implemento que utilice. Revisión diaria y periódica de los circuitos hidráulicos. Siempre se circulara con las cargas a 15.

INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN

Consecuencias	Causas	Prevención
<ul style="list-style-type: none"> Incendio y/o explosión en los locales de trabajo. 	Uso de carretillas convencionales en áreas con atmósferas de gases, vapores o polvos explosivos / inflamables. Uso de carretillas de motor térmico (diesel) con deficiente combustión en zonas con materiales inflamables o combustibles.	<ul style="list-style-type: none"> Usar carretillas antiexplosivas certificadas según RD 400 /1996. Dotar a las carretillas de motor térmico de dispositivo de retención de chispas (apagallamas) a la salida del tubo de escape. Revisión diaria de la combustión en las carretillas de motor térmico.
Incendio de carretillas.	<ul style="list-style-type: none"> Uso de carretillas convencionales en áreas con atmósferas de gases, vapores o polvos explosivos / inflamables. Carga de baterías eléctricas en áreas con focos de ignición. Sobrecarga de elementos de la instalación de carga de baterías eléctricas. Fugas de combustible, gases o vapores inflamables, por rotura 	<ul style="list-style-type: none"> Usar carretillas antiexplosivas certificadas según RD 400 /1996. La zona de carga de baterías debe estar exenta de focos de ignición. La instalación eléctrica será la prescrita según las ITC-BT 29 y 30 del vigente REBT del RD 842/2002. La zona de carga de baterías debe estar bien ventilada. En la manipulación y carga de





	de conducciones, perforación del depósito o deficiencias en los acoplamientos.	<p>baterías no esta permitido el uso de cadenas, pulseras, relojes u otros elementos metálicos que puedan ocasionar cortocircuitos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prohibir usar mecheros o llamas vivas para comprobar los niveles de carga. • En la carga automática de baterías, solo se recargarán a la vez el numero previsto por el fabricante del equipo. • Revisión diaria y periódica de circuitos, depósitos, acoplamientos de combustible y los elementos y circuitos de las baterías. • Revisión diaria y periódica de los sistemas de combustión y/o de las baterías eléctricas.
--	--	---

CAÍDA DE PERSONAS AL SUBIR O BAJAR O SER TRANSPORTADOS O IZADOS POR CARRETIILLAS

Consecuencias	Causas	Prevención
Contusiones múltiples.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de ascenso/ descenso de la carretilla inadecuados o inseguros. 	<p>Dotar a la carretilla de un estribo de piso antideslizante sito sobre el chasis, y de una abrazadera en el bastidor del pórtico.</p> <p>Instruir al operador sobre la forma segura para el ascenso y descenso de la carretilla.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Golpes por caída de personas montadas sobre la carretilla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte de personas en carretillas no preparadas para ello. 	<p>Prohibir transportar personas en las carretillas dotadas de un solo asiento.</p> <p>Instruir al operador de los riesgos de transporte no autorizado de personas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Traumatismos diversos por caída de altura de personas elevadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevación de personas sobre una paleta o sobre las propias horquillas. 	<p>Prohibir utilizar la carretilla para la elevación de personas.</p> <p>Sólo con carácter excepcional se permitirá su uso para elevación de personas, y en ese supuesto se utilizarán equipos que garanticen un nivel de seguridad adecuado para este fin</p>

TRAUMATISMOS ARTICULARES DIVERSOS EN LA UTILIZACIÓN

Consecuencias	Causas	Prevención
<ul style="list-style-type: none"> • Lumbalgias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de carretillas con asientos no ergonómicos (sin suspensión, regulación, sin adaptación al cuerpo, etc). 	<ul style="list-style-type: none"> • El asiento del operador estará dotado de suspensión, y será anatómico y regulable en altura y horizontalmente. • Instruir al operador para que se ajuste el asiento antes de iniciar el trabajo. • (4).
Traumatismos vertebrales.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de carretillas con asientos no ergonómicos (sin suspensión, regulación, sin adaptación al cuerpo, etc. • Circulación sobre pisos en mal estado. 	<ul style="list-style-type: none"> • El asiento del operador estará dotado de suspensión, y será anatómico y regulable en altura y horizontalmente. • Instruir al operador para que se ajuste el asiento antes de iniciar el trabajo. • Las superficies de circulación serán uniformes y carecerán de irregularidades. • (4).

INTOXICACIÓN Y/O ASFIXIA POR ACCESO A ESPACIOS





INSUFICIENTEMENTE VENTILADOS		
Consecuencias	Causas	Prevención
<ul style="list-style-type: none"> Intoxicación por inhalación de gases de combustión. 	Trabajos con carretillas de motor térmico en el interior de cajas de camión cerradas o en locales cerrados sin o con insuficientemente ventilación.	No trabajar en recintos cerrados mal ventilados con carretillas de motor térmico. Todos los locales y áreas de trabajo dispondrán de ventilación adecuada (6).
Desmayos, pérdidas de consciencia o asfixia.	Trabajos con carretillas en el interior de cajas de camión o en locales cerrados sin ventilación suficiente o con posible baja concentración de oxígeno.	No entrar en recintos cerrados mal ventilados con carretillas de motor térmico. Comprobar el contenido de oxígeno de la atmósfera previamente al acceso a recintos cerrados y mal ventilados (en especial para carretillas de motor térmico). Solo se entrara si el nivel está entre el 19,5 % y el 21 % de oxígeno en la atmósfera de trabajo. Verificar en continuo el contenido de oxígeno de la atmósfera durante los trabajos.
<ul style="list-style-type: none"> Intoxicación por inhalación de gases tóxicos. 	Trabajos en el interior de espacios cerrados con una atmósfera interior con baja concentración de oxígeno y posible presencia de gases o vapor.	oxígeno y de posibles gases tóxicos en la atmósfera previamente al acceso a recintos cerrados y mal ventilados. Solo se entrara si el nivel de oxígeno esta entre el 19,5 %. el 21 % en la atmósfera de trabajo. Verificar en continuo el contenido de oxígeno de la atmósfera durante los trabajos. Comprobar la ausencia de gases o vapores tóxicos o que la concentración de los mismos se mantiene de forma constante en valores inferiores a los VLA, antes de penetrar en un espacio cerrado y mientras duren los trabajos. Durante el trabajo se asegurara la ventilación de los locales cerrados. Como medida general se sellarán las posibles entradas de gases o vapores tóxicos antes de entrar en un espacio. (6).

(1) Carretilla equipada de dispositivo antivuelco (ROPS) y el operador usará siempre cinturón de seguridad o dispositivo de retención.

(2) No circular nunca a más de 10 Km/h de velocidad.

(3) Iluminar los pasillos y zonas interiores (min. 100 lux).

(4) Para facilitar las maniobras marcha atrás, dotar al asiento del operador de un sistema que permita un giro de unos 30°

(5) El descenso de pendientes se realizará siempre marcha atrás y con precaución.

(6) El descenso de pendientes se realizará siempre marcha atrás y con precaución.





7.3 Mantenimiento Y Utilización ³

7.3.1 Introducción

El Real Decreto 1215/1997 en su artículo 3 contempla que *"el empresario adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones tales que satisfagan las disposiciones del segundo párrafo del apartado 1* (Nota: El segundo párrafo del apartado 1 de este artículo no guarda relación con disposiciones relativas a los equipos. Debe entenderse que la referencia es al tercer párrafo, tal como se desprende del análisis de la propia Directiva). *Dicho mantenimiento se realizará teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante o, en su defecto, las características de estos equipos, sus condiciones de utilización y cualquier otra circunstancia normal o excepcional que puedan influir en su deterioro o desajuste"*.

El mandato anterior se traduce en la necesidad de garantizar que las prestaciones iniciales del equipo, en materia de seguridad, se mantengan a lo largo de la vida del mismo; es decir, que sus características no se degraden hasta el punto de poner a las personas en situaciones peligrosas. Obviamente, en Prevención de Riesgos Laborales, el mantenimiento adecuado que exige el RD 1215/1997, tan sólo lo garantiza el mantenimiento preventivo, sea éste sistemático, predictivo o de oportunidad.

Es importante destacar que con independencia de las instrucciones del fabricante que, como es obvio están redactadas y dirigidas con carácter general a todos los usuarios; éstos deberán concretar las necesidades de mantenimiento a las distintas situaciones de trabajo a las que la carretilla se vea sometida (turnos de trabajo, ambientes agresivos de trabajo, circulación habitual en rampas, trabajo en ambientes con riesgo de incendio o explosión, etc ...), es decir, deberán realizar un mantenimiento que se ajuste a las exigencias del art. 3 de que en el tipo de

³ Las normas de mantenimiento y utilización corresponden a la NTP 715





mantenimiento se tenga en cuenta: "*sus condiciones de utilización y cualquier otra circunstancia normal o excepcional que puedan influir en su deterioro o desajuste*".

7.3.2 Definiciones

Mantenimiento preventivo sistemático es el conjunto de programas de intervenciones o cambios de algunos componentes o piezas según intervalos predeterminados de tiempo o espacios regulares, aunque no se hayan producido incidencias, para reducir la probabilidad de avería o pérdida de prestaciones de la máquina. La frecuencia de realización lo determinan la información que el fabricante debe haber suministrado al respecto en el Manual de Instrucciones y, siempre en cualquier caso, la experiencia anterior de la propia empresa ligada a las condiciones de trabajo o de uso de la carretilla. Este mantenimiento es „aceptable" preventivamente hablando.

Mantenimiento predictivo es el mantenimiento basado en el conocimiento del estado de un equipo, elemento o componente por medición periódica o continua de algún parámetro significativo, cuya alteración permite ser correlacionado con la probabilidad de fallo o avería en el futuro próximo. La intervención de mantenimiento se condiciona a la detección precoz de los síntomas de la avería. Preventivamente es "aceptable" tan solo cuando la fiabilidad de los parámetros de referencia es alta y su medición ofrece garantías.

Mantenimiento de oportunidad es la actuación basada en criterios de oportunidad diferentes a los anteriores y habitualmente aprovechando la realización de los anteriores. Preventivamente es "aceptable" si la reparación o sustitución se ejecuta con antelación a que se cumpla el tiempo prefijado para realizar el mantenimiento sistemático de la pieza o mecanismo de que se trate.

Estos tipos de mantenimiento deberán ser realizados por personal cualificado, sea de la propia empresa (para lo que deberán haber recibido una formación específica adecuada en cumplimiento de lo exigido en el art. 5.4 del RD 1215/97) o sea ajeno a la misma y deben documentarse.



¿Es obligatorio un diario de mantenimiento en carretillas elevadoras?

Si bien el RD 1215/1997 no concreta que equipos deben disponer de él, nuestra opinión es que estas máquinas móviles deberían tener un diario de mantenimiento y lo apoyamos en los siguientes criterios:

- Sólo el registro documental de las tareas de mantenimiento permitirán verificar y garantizar que no se producen desviaciones, ni en los plazos, ni en el contenido de lo previsto.
- En aplicación de la exigencia de "comprobaciones periódicas" y de la documentación escrita de los resultados de las mismas de los arts. 4.2 y 4.4, 1er párrafo del RD 1215/1997, estas máquinas móviles deberían tener un diario de mantenimiento y, como dice el propio artículo, "conservarse durante toda la vida útil de los equipos".
- Un libro de mantenimiento que recopile los registros periódicos proporcionará información para una futura planificación e informará al personal responsable del mantenimiento, sea de la propia empresa o externo, de las actuaciones previas realizadas.
- Al respecto resta recordar que el RD 1215/1997 en su Anexo 11.1.15 exige que: "cuando un equipo de trabajo deba disponer de un diario de mantenimiento, éste permanecerá actualizado"

En el cuadro 1 se adjunta una propuesta de modelo de mantenimiento a realizar que a su vez puede servir como registro de mantenimiento.

Con independencia del tipo de mantenimiento que se realice y que será el más acorde a las características de la carretilla, a las características de trabajo, a las características del entorno y lugar de trabajo, etc; se debe realizar adicionalmente lo que podríamos denominar un "mantenimiento de uso" o "revisión diaria" que consistirá





en que el propio operario realice un conjunto de comprobaciones, generalmente visuales y breves, que se efectúan diariamente o antes de cada turno de trabajo, para comprobar el buen estado funcional de la carretilla. Para ser "aceptable", hablando en términos preventivos, debería quedar constancia escrita de la realización de tales comprobaciones y para ello se debería diseñar e implantar un cuestionario con las comprobaciones mínimas a realizar en el que constara la fecha o turno de realización y la firma de la persona que realiza las comprobaciones.

En el cuadro 2 de esta NTP se adjunta una propuesta de modelo de comprobaciones a realizar a diario.

Cuadro 1
Modelo de hoja de revisión periódica de seguridad

HOJA DE INSPECCIÓN PERIÓDICA	Carretilla n°		Horas:	Fecha:...../...../200...
Marca y tipo de carretilla	Propietario:			
Comprobaciones (marcar el resultado con un cruz en la casilla que corresponda)	Resultado		Criterio de validación y aclaraciones	Comentarios
	OK	Def		
Dispositivo de elevación:				
Horquillas:				
Espesor en el talón				
Deformaciones permanentes				
Grietas en talon y soportes de montaje				
Cadenas de elevación:				
Incremento de longitud sobre el valor inicial				
Sistema de propulsión				
Composición gases de escape			Equipo con motor térmico	
Revisión instalación GLP			Equipo con motor de GLP	
Estado de neumáticos, llantas.....			Apriete tuercas	
Sistema de frenado				
Prestaciones del freno de servicio				
Prestaciones del freno de estacionamiento				
Prestaciones del freno en el timón			Transpaletas	
Conductos, fugas de fluido, cables, ajustes....				
Puesto del operador y mandos				
Sistema de retención del operador				
Fijaciones del asiento				
Sistema de amortiguación del asiento				
Sistema de dirección				
Mandos, indicadores y testigos				
Equipo eléctrico				
Estado de la batería				
Sistema de fijación de la batería				
Caducidad de la batería				
Sistemas de aislamiento				
Estado general instalación, fusibles.....				





SEGURIDAD

Interruptores de dispositivos de seguridad				
Paro de emergencia				
Interruptores de seguridad en timón			Transpaletas	
Sistema hidráulico				
Velocidad descenso carga por fugas internas				
Velocidad inclinación carga por fugas internas				
Estado general de tuberías, fugas....				
Chasis y equipos de seguridad				
Chasis			Grietas, roturas.....	
Techo protector y sus fijaciones			Grietas, roturas.....	
Estado general de tapas y protectores			Fijación, bloqueos	
Puntos de fijación grupos principales			Deformaciones, apriete	
Gancho para remolques			Grietas, roturas.....	
Varios				
Placa de capacidad de cargas				
Placas de instrucciones y avisos				
Manual de instrucciones				
Equipos opcionales				
Accesorios varios			Según tipo	
Organismo:	Inspección	Fecha:	Nombre:	Firma:
Observaciones:				

CUADRO 7
Modelo de hoja de revisión periódica de seguridad

HOJA DE INSPECCIÓN DIARIA	Carretilla n°			Horas:	Fecha:...../...../200...
Marca y tipo de carretilla	Propietario:				
Comprobaciones (marcar el resultado con un cruz en la casilla que corresponda)	Turno			Criterio de validación y aclaraciones	Comentarios
	M	T	N		



7.3.3 Utilización: normas básicas para el manejo seguro de una carretilla

Aunque en la utilización de cada tipo concreto de carretilla deben seguirse los procedimientos específicos que se recomiendan en los "Cursos de formación de operadores" y en el Manual de Instrucciones entregado por el fabricante, a continuación se exponen algunas recomendaciones de tipo general.

Antes de utilizar una carretilla elevadora por primera vez, el operador debe leer y comprender la información facilitada en el manual de la misma. Para una utilización segura y eficiente de la carretilla, las instrucciones y consejos indicados en estos manuales deben seguirse escrupulosamente.

Entorno de trabajo

Es esencial disponer de una buena información del entorno de trabajo, teniendo en cuenta por ejemplo que:

Si en la zona de trabajo existe riesgo de incendio o explosión, ya sea por las mercancías almacenadas, por las características del proceso productivo o por posibles fugas accidentales de fluidos (gases, vapores, nieblas, etc.), se debe comprobar que la carretilla posee la protección antiexplosiva del grupo y categoría adecuado a los niveles de protección exigidos. Recordar al respecto que desde el 30 de junio de 2003 es exigible y aplicable el RD 400/1996.

- Si se opera con una carretilla con motor térmico en locales cerrados, se debe comprobar que exista una ventilación suficiente para evitar concentraciones nocivas de los gases de escape. Se debe parar el motor siempre que no se utilice. Si las necesidades de ventilación no están garantizadas, en cumplimiento de las exigencias del Anexo II. 2.5 del RD 1215/1997, las carretillas "dotadas de motor de combustión no deberán emplearse en esas zonas de trabajo".





- Si se manejan productos alimenticios, tener siempre en cuenta si los citados productos pueden verse afectados por los gases de escape de la carretilla.
- Si se trabaja en almacenes frigoríficos, prestar atención al estado de los suelos y los bandajes de rodadura de la carretilla, por la influencia que tienen en el riesgo de deslizamiento y la disminución de la eficacia de frenado.
- En la utilización de carretillas "todo terreno", se debe prestar especial atención al estado de los neumáticos y a los criterios de utilización de los dispositivos particulares de este tipo de carretillas, como pueden ser por ejemplo, la conexión de tracción a las 4 ruedas o los bloqueos del diferencial.
- Si se circula con la carretilla por vías públicas, el operador debe obtener los permisos y autorizaciones necesarios de acuerdo con la legislación vigente, así como contratar la póliza de seguro pertinente. En general, las carretillas obtienen el permiso de circulación como vehículos para usos muy específicos, una vez solicitada una exención de homologación a las autoridades estatales o autonómicas y efectuada la revisión de la unidad en una ITV que extenderá la oportuna ficha técnica. Deben incorporar los elementos de señalización y seguridad prescritos en el Reglamento General de Vehículos (RD 2822/1998 de 23 de diciembre. BOE de 26.01.99).
- Si existen campos electromagnéticos de intensidad suficiente para alterar los sistemas de funcionamiento o seguridad de la carretilla, deberán seleccionarse los equipos con la compatibilidad adecuada a este tipo de situaciones.

Criterios básicos de utilización

Distinguiremos entre los criterios a tener en cuenta previamente al inicio de la jornada, las prohibiciones, las recomendaciones de seguridad en la utilización y lo relativo a los equipos de protección individual.



Previamente al inicio de la jornada

Antes de iniciar la jornada de trabajo debe revisarse el estado de la carretilla siendo recomendable registrar el resultado de esta revisión en una hoja de control (en el cuadro 2 se incluye un modelo de esta hoja de control). Esta revisión debería incluir como mínimo:

- Presión de hinchado de los neumáticos y estado de su superficie de rodadura.
- Funcionamiento correcto de frenos, dirección, mandos, equipos de alumbrado y señalización, bocinas.
- Inexistencia de fugas de fluidos de cualquier tipo.
- Posición correcta y debidamente fijada, de todos los protectores, tapones y elementos de seguridad así como de los brazos de horquilla o del accesorio que los sustituya.
- Ausencia de grietas u otros defectos estructurales observables a simple vista.
- Niveles de fluidos de engrase, refrigerante, etc.
- Nivel de combustible (efectuar el llenado del mismo siempre con el motor parado).
- Nivel de líquido de freno.
- Nivel de aceite hidráulico.
- Conexiones del acumulador eléctrico y nivel del electrolito, si corresponde.
- Presencia y buen estado de las placas indicadoras de carga de la carretilla y sus implementos, si los lleva.
- Limpieza de todas las placas indicadoras, retrovisores y equipo de señalización eléctrica y alumbrado.
- Regulación del asiento a la posición más adecuada a la complexión física del operador y ajuste del cinturón de seguridad a estas condiciones.
- Estado de adecuación del puesto de conducción, dejándolo libre de objetos y/o herramientas que puedan desplazarse libremente y llegar a bloquear un mando o impedir una maniobra cuando sea necesario.
- Verificar el apriete de las tuercas o tornillos de fijación de las ruedas.





Prohibiciones

- Sobrecargar la carretilla por encima de la carga máxima autorizada.
- Circular con la carga elevada, a menos que la carretilla esté expresamente diseñada para ello.
- Efectuar giros a velocidad elevada.
- Frenar bruscamente.
- Transportar personas.
- Poner en marcha la carretilla o accionar los mandos si no se encuentra sentado en el puesto del operador.
- En las carretillas con motor térmico, efectuar el llenado de combustible con el motor en marcha, en zonas con riesgo de incendio u explosión, o bien fumar durante esta operación.
- En zonas de carga de baterías de carretillas eléctricas evitar o controlar la presencia de focos de ignición eléctricos, térmicos o mecánicos
- Elevar personas. Recordar al respecto que, con carácter general, el Anexo II. 3.1b) del RD 1215/1997 exige que: *"la elevación de trabajadores sólo estará permitida mediante equipos de trabajo y accesorios previstos a tal efecto"*; es decir, equipos concebidos, diseñados y contruidos específicamente para elevar personas incluidos en el RD 56/1995.

Seguidamente, el RD 1215/1997 añade: *"No obstante, cuando con carácter excepcional hayan de utilizarse para tal fin equipos de trabajo no previstos para ello, deberán tomarse las medidas pertinentes para garantizar la seguridad de los trabajadores y disponer de una vigilancia adecuada"*.



¿Qué se entiende por carácter excepcional?

Es la Autoridad Laboral competente quien tiene la facultad de definir y/o autorizar o no dicho uso excepcional. Interpretamos que las situaciones excepcionales en las que se admite la utilización de una carretilla elevadora a la que se acopla una plataforma o barquilla para elevar trabajadores sólo son aquellas que se realizan con carácter "extraordinario y puntual". En nuestra opinión, no pueden considerarse como excepcionales operaciones rutinarias, repetitivas o previsibles, tales como: reparación de alumbrado público o privado; acceso a los puntos/zonas de almacenamiento de una empresa por los trabajadores; montaje o desmontaje en altura; otros trabajos en altura, incluso de tipo ocasional, para limpieza, mantenimiento, etc.

Sin embargo, siempre a nuestro criterio, *podrían considerarse situaciones excepcionales* y, por lo tanto, no rutinarias, ni repetitivas, aquellas en las que sea técnicamente imposible utilizar equipos para la elevación de personas, o en las que los riesgos derivados del entorno en el que se realiza el trabajo o de la necesidad de utilizar medios auxiliares, son mayores que los que se derivarían de la utilización de las máquinas adecuadas para elevar personas. Asimismo, serían situaciones excepcionales las de emergencia, por ejemplo, para la evacuación de personas. En estas situaciones, siempre será más seguro utilizar, una barquilla o una plataforma diseñada para esta función, siguiendo un procedimiento de trabajo específico previamente establecido y supervisado por persona competente, que utilizar otros medios improvisados. En *tales situaciones excepcionales*, además de cumplir los restantes requisitos indicados en el Real Decreto 1215/1997, antes de realizar el trabajo sería necesaria una evaluación previa de los riesgos y la adopción de las adecuadas medidas de seguridad, conforme al artículo 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Anexo II, apartado 1, punto 3 del citado Real Decreto.

Recomendaciones de seguridad en la utilización

- Si durante la utilización se observa cualquier anomalía se debe avisar inmediatamente al superior o al servicio de mantenimiento.
- Mantener las manos, pies y en general todo el cuerpo, dentro del área prevista para el operador.



- Poner mucha atención en evitar los puntos peligrosos de los implementos, aristas vivas, zonas de presión, así como movimientos giratorios y de extensión.
- No permitir que ninguna persona pase o permanezca debajo de las horquillas elevadas, tanto en vacío como con carga.
- Además del peso de la carga tener en cuenta también sus dimensiones, a fin de no manipular cargas cuyo centro de gravedad se desplace más allá de lo previsto.
- Tener siempre en cuenta, el gráfico de cargas colocado en el puesto del operador y que relaciona las cargas admisibles con la posición de su centro de gravedad y la altura de elevación.
- Si se utilizan accesorios o implementos, consultar previamente la carga admisible para la combinación carretilla más accesorio, ya que será distinta que la nominal de la carretilla.
- Cuando se efectúen maniobras de elevación procurar que la carretilla se encuentre en terreno estable y lo más horizontal posible.
- Al circular, no pasar por encima de objetos que puedan poner en peligro la estabilidad de la máquina.
- Comprobar que la resistencia del suelo por el que se circula es suficiente, en especial al acceder a puentes, montacargas, forjados, pasarelas, bordes de terraplén, etc.
- Prestar mucha atención al trabajo en pendientes, moverse lentamente, evitar situarse transversalmente y no operar en pendientes superiores a las





recomendadas por el fabricante. El descenso de pendientes debe efectuarse en marcha atrás, o sea con la carga en el sentido de mayor estabilidad.

- En máquinas equipadas con transmisión mecánica (caja de cambios o convertidor), no descender nunca la pendiente con la palanca de mando en posición de "Punto Muerto" o "Neutro".
- Ceder siempre el paso a los peatones que se encuentren en su recorrido.
- Se debe comprobar que los pasillos y las puertas existentes en el recorrido son suficientes para el paso y evolución de la carretilla. En las maniobras de elevación prestar atención a la altura del techo, luminarias y demás instalaciones aéreas.
- Procurar tener siempre una buena visibilidad del camino a seguir, si la carga lo impide, circular marcha atrás extremando las precauciones. Cuando se acerque a un cruce sin visibilidad, disminuir la velocidad, hacer señales acústicas y avanzar lentamente de acuerdo con la visibilidad de que disponga.
- Cuando se permanezca en el asiento, tener siempre operativo el sistema de retención del operador, que si es un cinturón de seguridad debe permanecer ajustado y abrochado.
- En caso de vuelco de la máquina, el conductor debe intentar mantenerse en el puesto de conducción para no quedar atrapado entre el vehículo y el suelo, para ello es indispensable utilizar el dispositivo de retención y/o llevar el cinturón de seguridad correctamente ajustado y abrochado, apoyar firmemente los pies sobre el suelo del habitáculo e intentar mantenerse alejado del punto del impacto.
- Tener en cuenta que el riesgo de vuelco lateral aumenta al efectuar giros a velocidad inadecuada con la carretilla en vacío o con la carga en posición





elevada. Las irregularidades del terreno, las aceleraciones y frenazos bruscos o los desplazamientos de la carga empeoran estas condiciones.

- El riesgo de vuelco longitudinal aumenta si la carretilla circula con la carga en posición elevada. Los frenazos, aceleraciones bruscas y los movimientos rápidos de inclinación del mástil disminuyen la estabilidad.
- Excepto en las carretillas tractoras, en general éstas no han sido diseñadas para remolcar otros vehículos. Si ocasionalmente (situación excepcional) ello fuese inevitable, colocar cierta carga sobre las horquillas, circular con mucha precaución y a velocidad reducida y si el remolque no dispone de frenos (lo exige la Directiva 98/37/CE en el punto 3.3.3 del Anexo I: "...las máquinas y sus remolques..."), cerciorarse de que la capacidad del sistema de frenado de la carretilla es suficiente para todo el conjunto. No obstante lo anterior, remolcar cargas con una carretilla no diseñada para tracción es un uso indebido, que debe estar advertido en el manual de instrucciones de la máquina.
- Nunca se deben transportar cargas inestables, sueltas o de dimensiones desproporcionadas para la carretilla.
- Antes de cargar o descargar un camión o remolque, asegurarse de que el mismo esté frenado, con calzos en las ruedas y correctamente situado.
- Circular siempre con el mástil inclinado hacia atrás y con la carga en posición baja, aproximadamente a 15 cm del suelo.
- Con la carga elevada, inclinar el mástil hacia delante únicamente para depositar la carga en la estantería o pila. Para retirar la carga, inclinar el mástil lo justo necesario para estabilizar la carga sobre las horquillas. En ambos casos accionar los mandos con suavidad.
- Cuando abandone la carretilla siga las siguientes instrucciones:





1. Dejarla en las áreas previstas al efecto, sin obstaculizar zonas de paso, salidas o accesos a escaleras y equipos de emergencia y situar las horquillas o implemento apoyados en el suelo.
2. Accionar el freno de estacionamiento.
3. Parar el motor y retirar la llave de contacto.
4. Poner todos los mandos en posición neutra (punto muerto).
5. Bloquear y activar todos los mecanismos que impiden la utilización de la máquina por el personal no autorizado.
6. Si excepcionalmente se debe abandonar la carretilla en una pendiente, además de accionar el freno de mano, se deben colocar calzos adecuados en las ruedas.

Equipos de protección individual

Utilizar equipos de protección individual adecuados a los riesgos existentes en el lugar de trabajo no eliminados ni controlados suficientemente por medidas técnicas de protección colectiva o por medidas organizativas. Cuando se precise se utilizarán, casco y botas de seguridad, petos reflectantes, equipos de abrigo, protectores auditivos, etc.

En particular, debe prohibirse operar en la carretilla llevando brazaletes, cadenas, ropas sueltas, cabellos largos no recogidos, etc., por el riesgo que presentan de atrapamiento con piezas en movimiento, aristas, etc.

7.3.4 Mantenimiento

Tener siempre en cuenta que las carretillas pueden convertirse en máquinas muy peligrosas si se abandona su mantenimiento y que, asimismo, el correcto mantenimiento del entorno de trabajo reduce el mantenimiento de la carretilla; por ejemplo: manteniendo los suelos en buen estado se reducen los impactos y sobretensiones sobre la máquina, una aspiración de polvos adecuada prolonga la duración de filtros y sistemas, etc.





A este respecto deben seguirse escrupulosamente las pautas y criterios de mantenimiento básico que el fabricante de la carretilla incluye en el Manual del Operador, que obligatoriamente debe entregar con cada máquina y que debe estar redactado en el idioma del país donde se utilice el equipo.

Consejos generales

Con carácter informativo y no exhaustivo, a continuación se indican algunos consejos habituales para el mantenimiento de carretillas industriales.

- El mantenimiento y reparación, deben efectuarlos únicamente el personal autorizado y especializado, sea de la propia empresa (para lo que deberán haber recibido una formación específica adecuada en cumplimiento de lo exigido en el art. 5.4 del RD 1215/1997) o sea ajeno a la misma, sea del fabricante de la máquina o de una empresa de reconocida solvencia, provisto de las herramientas e instrucciones necesarias.
- Debe evitarse cualquier modificación del uso previsto de la carretilla que afecte a su capacidad y seguridad (están prohibidas, p. e., el cambio de longitud de los brazos de las horquillas ya que puede influir directamente en la estabilidad de la carretilla). En caso de tener que realizar este tipo de modificaciones, debe acudir al fabricante, que actualizará, en cuanto sea necesario, las placas informativas, manuales de instrucciones, etc.
- Las operaciones de mantenimiento, ajuste, revisión o reparación que puedan suponer un peligro para la seguridad de los trabajadores se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo, haber comprobado la inexistencia de energías residuales peligrosas y haber tomado las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras esté efectuándose la operación (máquina consignada). Cuando la parada o desconexión no sea posible, se adoptarán las medidas necesarias para que estas operaciones se realicen de forma segura o fuera de zonas peligrosas.





- Las placas de características, instrucciones y advertencias existentes sobre la carretilla deben mantenerse en perfecto estado de conservación y lectura. En el caso de que la máquina, por cualquier motivo careciera de ellas (antigüedad del equipo, pérdida o deterioro de las mismas, etc.) se deben incorporar en cumplimiento de las exigencias contenidas en el Anexo I, apartado 1, punto 13 del RD 1215/1997.
- Antes de desconectar los circuitos de fluidos, asegurarse de que no existe presión en los mismos, que su temperatura no puede producir quemaduras y tomar las precauciones necesarias para evitar derrames imprevistos.
- En los manuales facilitados por el fabricante se incluyen los cuadros de engrase y mantenimiento fijando su periodicidad, productos a utilizar, regulaciones y reglajes a aplicar, procedimientos operativos recomendados, etc.
- La elevación de la carretilla para su reparación o inspección, así como el remolque de la misma en caso de avería o su sujeción sobre plataformas de transporte, debe efectuarse con dispositivos de suficiente capacidad y por los puntos previstos a este efecto señalizados sobre la máquina.
- Para el remolcado de la carretilla en caso de avería, utilizar preferentemente una barra de remolcado y efectuar la maniobra a una velocidad reducida que permita efectuar la maniobra con seguridad, en ningún caso superior a 10 km/h, dada la peligrosidad que la operación comporta. Si se conduce una carretilla remolcada, prestar atención a la posición de sus manos sobre el volante de dirección, de forma que un giro inesperado del volante no pueda dañar al conductor. Si la carretilla a remolcar es de accionamiento hidrostático, previamente a la operación, seguir las instrucciones del manual del operador para desconectar el accionamiento del eje motriz sin riesgos para el equipo hidrostático.





- Antes de cualquier intervención, se debe comprobar el correcto estado de aislamiento de los bornes de la batería, o aislarlos en su caso, para evitar contactos accidentales.
- Las baterías deben mantenerse limpias, y siempre que se efectúen trabajos en las mismas, el personal debe utilizar con gafas protectoras y guantes adecuados al tipo de riesgo.
- Antes de intervenir en el circuito eléctrico de la carretilla, para evitar riesgos a las personas y los equipos, desconectar la batería.
- Antes de efectuar operaciones de soldadura sobre la máquina, debe desconectarse el alternador y vaciar los depósitos de combustible si existen.
- En función de su utilización, el sistema de frenado debe revisarse con la periodicidad necesaria para asegurar que no pierde efectividad. Ello es especialmente importante en carretillas sin frenos estancos y que trabajen habitualmente en barrizales.
- Antes de efectuar intervenciones en el circuito de refrigeración del motor térmico, esperar a que la temperatura del líquido descienda hasta un valor que permita retirar sin riesgo el tapón del radiador o del vaso de expansión.
- Al sustituir un neumático con banda de rodadura tipo "todo terreno", comprobar que se ha montado la cubierta con el dibujo de la misma en el sentido correcto.
- Al efectuar operaciones de limpieza, no utilizar líquidos inflamables o recipientes que los hayan contenido. Evitar la entrada de cualquier tipo de líquidos en los circuitos eléctricos.
- Para prevenir dermatitis de contacto u otro tipo de patologías cutáneas, es recomendable efectuar el llenado de combustible y demás fluidos, provisto de guantes.





- Toda carretilla pendiente de reparación o durante la misma debe permanecer con la llave de contacto quitada y en posesión del responsable y además debe tener claramente señalizada esta situación con una etiqueta de "**carretilla en reparación**" o "**carretilla temporalmente fuera de uso**".

Aspectos a considerar para el tipo de mantenimiento a realizar

Como ya se ha dicho el empresario, mediante un mantenimiento adecuado debe garantizar que las prestaciones iniciales del equipo, en materia de seguridad, se mantengan a lo largo de la vida del mismo; es decir, que sus características no se degraden hasta el punto de poner a las personas en situaciones peligrosas. Para ello deberá tener en cuenta las instrucciones del fabricante o, en su defecto, las características de estos equipos, sus condiciones de utilización y cualquier otra circunstancia normal o excepcional que puedan influir en su deterioro o desajuste. Es importante destacar que con independencia de las instrucciones del fabricante que, como es obvio están redactadas y dirigidas con carácter general a todos los usuarios; éstos deberán concretar las necesidades de mantenimiento a las distintas situaciones de trabajo a las que la carretilla se vea sometida (turnos de trabajo, ambientes agresivos de trabajo, circulación habitual en rampas, trabajo en ambientes con riesgo de incendio o explosión, etc.), es decir, deberán realizar un mantenimiento que se ajuste a las exigencias del art. 3 del RD 1215/1997 de que en el tipo de mantenimiento se tenga en cuenta: "sus condiciones de utilización y cualquier otra circunstancia normal o excepcional que puedan influir en su deterioro o desajuste".

En cumplimiento de tal mandato, además de garantizar siempre el cumplimiento de las instrucciones del fabricante del equipo, deberán verificarse y mantenerse en correcto estado, entre otros, los siguientes elementos:

- Cadenas de elevación.
- Tuberías de todo tipo de fluidos y latiguillos hidráulicos.
- Guarniciones de frenos.
- Bandas de rodadura de los neumáticos.
- Brazos de horquilla.





- Motor de accionamiento.
- Tarado (reglaje) de las válvulas de seguridad del sistema hidráulico así como todo tipo de fugas que aparezcan en el mismo.
- Estado y acondicionamiento de los distintos implementos.







8. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El término “Evaluación de Impacto Ambiental” tiene hoy diferentes sentidos. Por este término, se designan diferentes metodologías, procedimientos o herramientas, que se emplean por agentes públicos y privados en el campo de la Planificación y la Gestión Ambiental. Se utiliza para describir los impactos ambientales resultantes de los proyectos de ingeniería, de obras o actividades humanas de cualquier tipo, incluyendo tanto los impactos causados por los procesos productivos, como los productos de esa actividad. También se emplea, para describir los impactos que pueden provenir de una determinada instalación a ser implantada, así como para designar el estudio de los impactos, que ocurrieron o están ocurriendo como consecuencia de un determinado emprendimiento o un conjunto de acciones humanas.

Así, es común encontrar, bajo la denominación de evaluación de impacto ambiental, actividades tan diferentes como:

1. Previsión de los impactos potenciales que un determinado proyecto de ingeniería podría causar, en caso de ser implantado.
2. Estudio de las alteraciones ambientales ocurridas en una determinada región o determinado lugar, como consecuencia de una actividad individual, o de una serie de actividades humanas, pasadas o presentes.
3. Identificación e interpretación de los “aspectos e impactos ambientales”, resultantes de las actividades de una organización, en los términos de las normas técnicas de la serie ISO 14 000.
4. Análisis de los impactos ambientales, resultantes del proceso de producción, de la utilización y desperdicio de un determinado producto; esta forma particular de evaluación de impacto ambiental, también se conoce como análisis del ciclo de vida.





Según lo comentado, abordaremos la implantación de este proyecto de diseño y puesta en marcha de un volteador de contenedores desde el punto de vista ambiental, pero brevemente porque, como ya veremos, el impacto sobre el medio es mínimo.

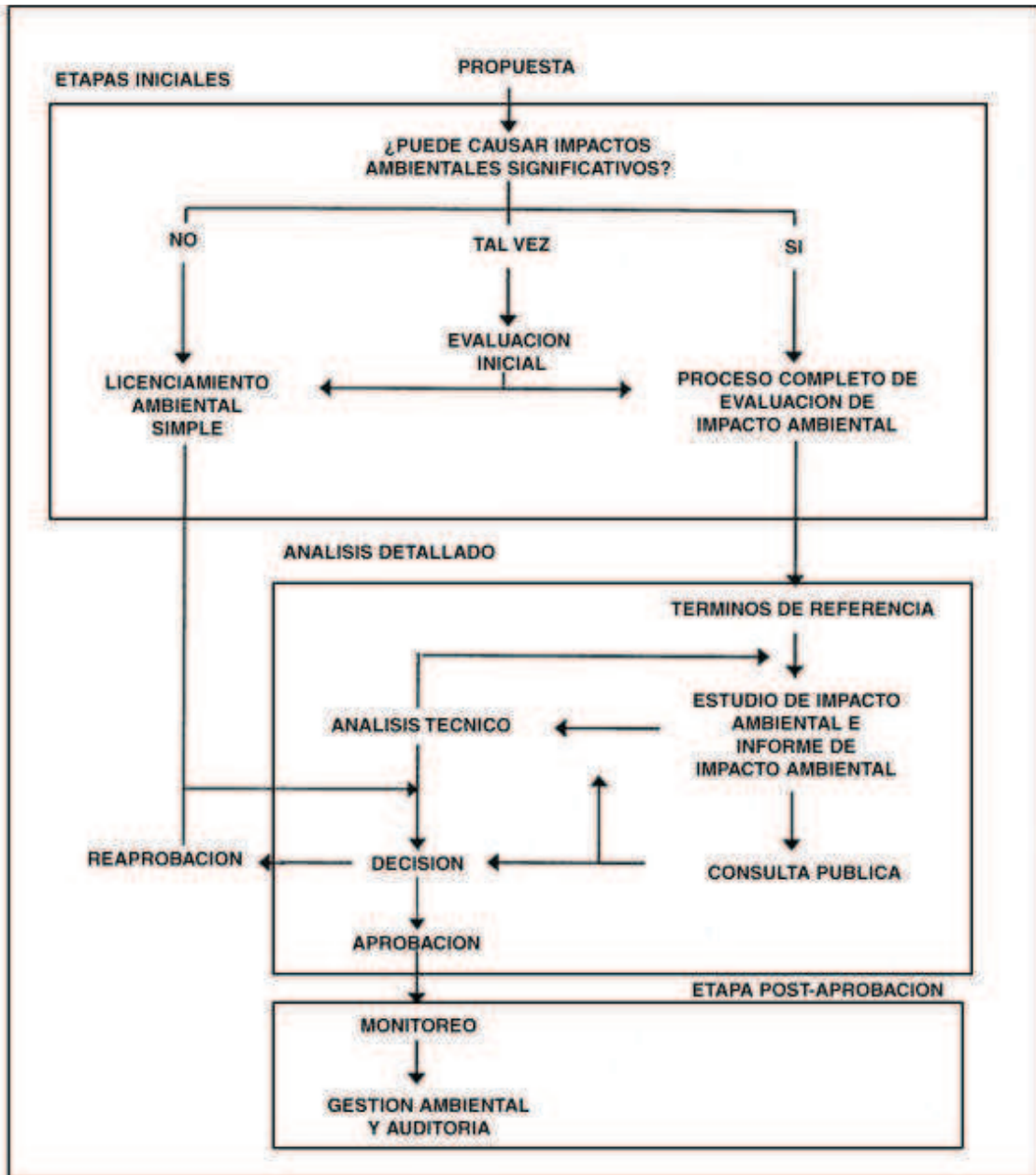
8.1 El proceso de evaluación de impacto ambiental

Con la finalidad de considerar los impactos ambientales como un criterio de decisión acerca de las obras o actividades que puedan acarrear una significativa degradación de la calidad ambiental, es necesario realizar una serie de actividades consecutivas, concatenadas de manera lógica.

En la imagen¹ de la siguiente página se pueden observar las diferentes etapas.

¹ Imagen extraída del artículo “Evaluación de Impacto Ambiental” de Luis Enrique Sánchez





Este proyecto apenas tiene impactos negativos sobre el medio ambiente por lo que con una simple licencia ambiental y el posterior seguimiento del proceso podríamos solventar los problemas que se puedan ocasionar.



Según el Banco Mundial, los proyectos se clasifican en:

- **categoría A**, proyectos que requieren una evaluación ambiental completa, pues pueden causar impactos significativos e irreversibles.
- **categoría B**, proyectos que, aunque no requieran una evaluación ambiental completa, deben ser objeto de un análisis ambiental simplificado a través de la selección de medidas para la minimización de impactos.
- **categoría C**, proyectos que normalmente no causan impactos ambientales significativos.

*Por lo tanto, este **proyecto** podría identificarse con el **tipo C**.*

8.2 Principales actividades en la elaboración del estudio de impacto ambiental

- **Identificación preliminar de los impactos probables**

Un estudio de impacto puede ser estructurado y organizado a partir de la identificación de los probables impactos ambientales. El resultado del trabajo de identificación es nada más que, una lista de posibles impactos.

Analizando este proyecto es difícil obtener impactos sobre el medio ya que no es necesario realizar ningún procedimiento de construcción. El espacio de la planta industrial donde se implantarían y almacenarán las estructuras ya está construido y no debería realizarse ninguna edificación civil.

La construcción de las estructuras tampoco conlleva ningún impacto negativo. Serán hechas por encargo en talleres especializados y una vez puestas en marcha,





todo irá atornillado, ahorrándonos de ese modo las posibles reparaciones con soldadura. La realización de este proyecto no conlleva ningún proceso de transformación en el interior de la planta.

Sí que podría considerarse como leve impacto ambiental el ruido generado en el proceso de volteo, puesto que el peso de la estructura es elevado. Pero este inconveniente ya se había previsto y solucionado en parte con la colocación de tacos elásticos que absorbiesen los choques y las vibraciones, por lo que en ningún caso estaríamos hablando de impactos ambientales ya que no afectan a la salud o seguridad del hombre ni modifican la estructura del ecosistema que rodea a la planta.

- **Plano de gestión**

Es necesario proponer medidas capaces de reducir esos impactos negativos, es decir, acciones cuyo objetivo es el de atenuar los impactos negativos del proyecto.

Algunos impactos podrán ser aceptables si hay medidas capaces de reducirlos.

En lo que al proyecto se refiere, los ligeros inconvenientes que pueden aparecer por la creación y puesta en marcha del volteador, y todo lo que el volteador conlleva, se solventan de manera eficiente por las características del mismo y por la ubicación escogida. El volteador está ubicado en una zona abierta y poco transitada de la fábrica, aislada de los trabajadores, por lo que su funcionamiento no influye más que en el operario encargado del volteo. Éste estará protegido de posibles peligros de golpeo por la propia carretilla en la que irá montado; además de ir equipado con EPIs para evitar verse afectado por el ruido.

- **Actividades de seguimiento**

Una vez identificados los insignificantes inconvenientes que se pueden ocasionar sobre el medio ambiente, y planteadas y resueltas las soluciones que los evitan o minimizan, es necesario tener un seguimiento continuo de las mismas.





9. ESTUDIO ECONÓMICO

9.1 Introducción

En este anexo se detalla el estudio del coste económico que supone la realización del Proyecto desarrollado, para el diseño del volteador y su puesta en funcionamiento.

Hasta ahora, se ha estudiado la viabilidad del proyecto en lo que respecta a resultados técnicos, es decir, si el proyecto podía o no realizar el objetivo marcado. Una vez que esta parte ha sido concluida, se pasa a comprobar su viabilidad desde el punto de vista económico.

Hay que señalar que el alto coste inicial del proyecto es debido a que se parte de cero, tanto en el diseño del volteador como en el diseño del postizo. Sin embargo, esto hace que el coste disminuya en relación con el tiempo, ya que, como hemos visto, el diseño está pensado para que las reparaciones sean mínimas y sólo sean sustituidas las piezas dañadas.

En los siguientes apartados se hace distinción entre los diferentes tipos de costes y los beneficios que se esperan conseguir; y así, establecer si el proyecto es económicamente viable.

9.2 Costes directos

Dentro de los costes directos, se evalúan:

- Coste del personal.
- Coste de los materiales directos empleados.

En los siguientes apartados se describen con claridad cada uno de ellos.



9.2.1 Costes de personal

Para la realización del proceso completo de volteo se necesitará de un carretillero. Por ello, vamos a estimar que la empresa necesitará dos carretilleros a mayores, uno para cada volteador. Ésta, es una estimación en exceso, debido a que el volteador está diseñado para que cualquier carretillero con cualquier carretilla pueda llevar a cabo el proceso. Pero hacemos dicha estimación para asegurarnos de que es económicamente viable, poniéndonos en nuestra situación más desfavorable.

Se calcula el coste anual total de ambos, para después contrastarlo con el coste anual del trasvase de contenedores que llevaba a cabo la empresa externa.

Coste anual de un carretillero:

El sueldo de un carretillero puede variar según varios factores, por ello nos aproximaremos un sueldo medio.

Incluye el sueldo bruto anual, así como los posibles incentivos que recibirá por su trabajo. También tiene en cuenta la cotización a la seguridad social y el descuento del I.R.P.F. que es un 35% del sueldo bruto.

Teniendo en cuenta esto, el coste anual del carretillero será:

COSTE ANUAL	
Sueldo bruto más incentivos	25.000,00 €
Seguridad Social e I.R.P.F. (35 % sueldo bruto)	8.750,00 €
Total coste del carretillero	33.750,00 €



Como ya hemos dicho, la estimación es de la contratación de dos carretilleros, por lo cual, deberemos multiplicar por dos el coste anual anteriormente calculado:

$$33.750 \times 2 = 67.500 \text{ €}$$

Por lo tanto, el coste del personal directo queda:

COSTE PERSONAL DIRECTO	67.500,00 €
-------------------------------	--------------------

9.2.2 Costes de los materiales directos empleados

En este apartado incluiremos tanto los costes del volteador como los del postizo.

Los costes que pudiesen derivarse de las modificaciones del contenedor de paneles divisorios no los reflejamos en el Estudio Económico. Esto es debido que la modificación era necesaria y no se puede extraer ni beneficio ni pérdida en relación con el trasvase de contenedores.

El contenedor de paneles divisorios es un elemento constante tanto para el proceso antiguo (trasvase de contenedores) como para el proceso que buscamos implantar (volteador). Por eso no será incluido en el Estudio Económico.

Como ya venimos advirtiendo, se hace un presupuesto común de nuestro volteador (y sus postizos) y de otro volteador idéntico empleado en otro proyecto logístico.

Tanto la construcción del volteador de contenedores como la del contenedor postizo, son encargadas a una empresa especializada: *Indumendoza*.





Coste del volteador de contenedores:

Debido a que el pedido se hará de manera conjunta con el otro proyecto en fábrica que requiere volteador, se encargarán dos unidades.

COSTE VOLTEADORES	
Precio de un volteador	11.577,50 €
Número de volteadores encargados	2 unidades
Total coste del pedido de volteadores	23.155,00 €

Coste del contenedor postizo:

Al igual que en el caso del volteador, el pedido de postizos se hace de manera conjunta, por lo que el encargo asciende hasta las 15 unidades.

COSTE POSTIZOS	
Precio de un contenedor postizo	2.805,00 €
Número de postizos encargados	15 unidades
Total coste del pedido de postizos	42.075,00 €

La suma de ambos costes hará el coste total bruto de materiales utilizados:

$$23.155€ + 42.075€ = 65.230€$$

Sumando el 18% correspondiente al IVA, tendremos el Coste total:



COSTE MATERIAL	
Coste bruto	65.230,00 €
IVA (18 % coste bruto)	11.741,40 €
Total coste del material	76.971,40 €

9.2.3 Costes directos totales

De todo lo anterior se obtiene que los costes directos totales sean los derivados de la suma de los costes de personal y del material empleado.

El valor de los costes directos totales será:

$$67.500,00 \text{ €} + 76.971,40 \text{ €} =$$

TOTAL COSTES DIRECTOS	144.471,40 €
------------------------------	---------------------

9.3 Costes indirectos

Se consideran irrelevantes a la hora del Estudio Económico los posibles costes indirectos surgidos en el desarrollo del proyecto, ya sean gastos administrativos, eléctricos, de telefonía... debido a que los mismos se originarían igualmente se llevase a cabo o no el proyecto.

Son costes indirectos los gastos producidos por la actividad requerida para la elaboración del proyecto y que no se pueden incluir en ninguno de los apartados de gastos directos



9.4 Beneficio

Como beneficio se considerará el ahorro generado al prescindir de los servicios externos hasta ahora utilizados. Esto es, el dinero que la empresa externa (AVET) cobraba a Iveco por los procesos de trasvase, transporte y almacenaje.

La suma asciende al total de 215.000 € por año

BENEFICIO ANUAL	215.000,00 €
------------------------	--------------

9.5 Ratio Beneficio/Coste

Una vez analizados los beneficios y los costes que todo el estudio anterior conlleva, realizamos el análisis comparativo entre ambos conceptos.

Se considera un proyecto económicamente viable cuando el ratio es positivo en un determinado tiempo. Analizaremos el ratio para un año y comprobaremos si éste es positivo.

El ratio se establece como:

$$\text{Beneficio / Coste} = \frac{215.000,00}{144.471,40} = 1,488$$

El **ratio** obtenido es **positivo**, lo que garantiza el **éxito** de nuestra propuesta.

Además, hay que tener en cuenta que las estructuras de volteador y postizo no se fabricarán cada año, esto implica que **el primer año se amortizarán**.

PROYECTO ECONÓMICAMENTE VIABLE





10. CONCLUSIONES Y POSIBLES VÍAS FUTURAS

La elaboración del Proyecto “DISEÑO DE UN ELEMENTO VOLTEADOR PARA CONTENEDOR DE PANELES DIVISORIOS; Y DE SUS COMPLEMENTOS NECESARIOS” fue un encargo que se me realizó desde el departamento de Logística Operativa de Iveco Valladolid. Buena parte de la carga técnica del mismo se llevó a cabo durante mi periodo de prácticas de 5 meses en Iveco, finalizado el 31 de Julio de 2011; pero no ha sido hasta este año cuando el proyecto ha podido ser redactado, una vez superadas todas las asignaturas de la carrera de Ingeniería Técnica Industrial en Mecánica, por mi parte; y una vez superados todos los trámites legales por parte de la empresa.

Todos los detalles de este **proyecto logístico de eficiencia** han sido explicados a lo largo del mismo, en los apartados anteriores.

En este capítulo, por lo tanto, expondremos las conclusiones más importantes a las que se han llegado tras la elaboración del presente proyecto.

Para finalizar, se exponen algunas posibles líneas futuras de actuación, según se desarrolle la evolución de la fábrica.

10.1 Conclusiones generales

Como resumen del proyecto, se pueden extraer una serie de conclusiones que muestran los logros conseguidos. A continuación, se citan las más representativas:

- Se trata de un **proyecto viable** técnica, económica, medio ambiental y legalmente.
- La **inversión inicial** es relativamente alta, pero fácilmente amortizable. Estamos dispuestos a aceptar una reducción de la eficiencia a corto plazo con



el fin de obtener una ventaja a largo plazo. Parte importante del *pensamiento lean*.

- Se ha logrado la eliminación del intermediario sin perder las **condiciones óptimas del transporte** de los contenedores de paneles, lo cual era un objetivo fundamental del proyecto. Diciéndolo de otra manera, hemos acortado la cadena sin que ésta se vuelva más débil, eliminando despilfarros.
- Como consecuencia de lo anterior, se produce una mejora del flujo logístico externo, uno de los puntos del *WCM* sobre el que queríamos incidir. No tener que contar con una empresa externa mejora la **comunicación**, que será sólo entre departamentos internos de la Iveco. Esto nos permite a su vez adquirir una mayor **flexibilidad** a la hora de responder a las exigencias del mercado y del cliente.
- Se cumple con los objetivos de **fiabilidad** y **operabilidad** del los procesos expuestos, tanto en el transporte como en el volteo.
- Este nuevo proceso logístico no afecta a los operarios de línea en su manera de trabajar ya que se ha buscado en todo momento no variar la misma.
- **Simplicidad.** Todos los elementos se han diseñado buscando las soluciones más simples. Éste es otro pilar del *WCM*.
- Es un **sistema abierto a modificaciones** y mejoras en función de las necesidades futuras de la planta, como veremos en el siguiente apartado.
- He comprendido la importancia de los **pequeños detalles**, problemas que en primera instancia pueden pasar por alto, pero que si no se solucionan harían inviable todo el proyecto. Un ejemplo de esto son los salientes del Postizo, que se corrigieron y se hicieron abatibles para evitar posibles golpes a los trabajadores.





- Por último, considero todo lo concerniente a este proyecto como una **experiencia personal satisfactoria**. El periodo en Iveco y la posterior realización del proyecto me supusieron la oportunidad de llevar a cabo una aplicación práctica de conocimientos; y, a su vez, adquirir experiencia.

De acuerdo con todos estos puntos la finalización del proyecto es considerada satisfactoria y queda pendiente de su puesta en marcha.

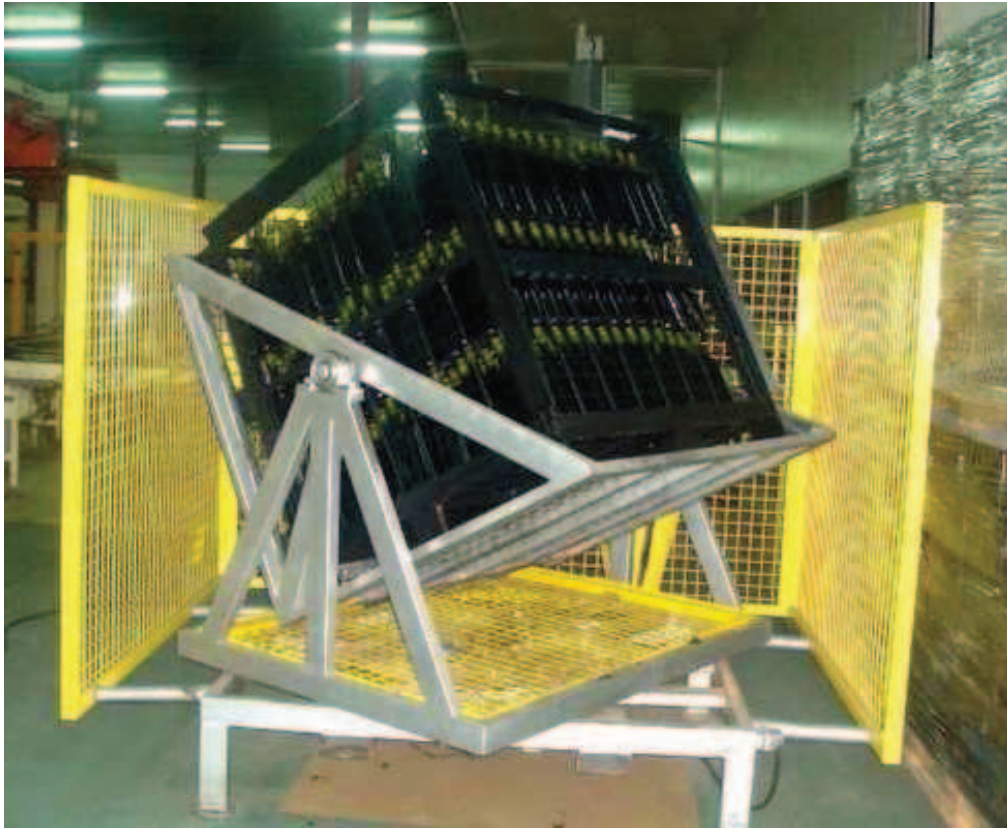
10.2 Vías futuras

Una vez finalizado el proyecto sólo queda exponer una serie de posibles líneas de trabajo futuras que podemos seguir a partir del mismo. Ya sea por necesidad o por eficiencia:

- El volteador podrá acomodarse a posibles cambios de planta. Dispone de ruedas para poder ser transportado en caso de necesidad. En el caso de una futura ubicación de espacio reducido se pensó en sustituir su actual base por una giratoria, con el fin de dejar y recoger el postizo por el mismo lado. Y si la situación lo requiriese rodearse de un rede de seguridad.

(Vemos un ejemplo de ambos conceptos en la siguiente imagen)





- De nuevo por razones de cambios en la planta o bien por razones técnicas el **sistema de volteo** está **abierto a cambios**. Pudiéndose acoplar al eje de volteo alguno de los sistemas explicados en el *punto 3*: motor eléctrico o sistema de poleas.
- La observación de los resultados conseguidos servirá para motivar a **implantar esta filosofía en el resto de la empresa**.
- Nos valdremos de la experiencia de este proyecto para incidir en una **mejora continua**. Los pequeños fallos que se observen en su puesta en marcha servirán de ejemplo y serán solventados en futuros proyectos.



BIBLIOGRAFÍA

Libros

LOGÍSTICA Y WCM

- **“Dirección de Logística y Producción”**. José Carlos Prado Prado, Antonio García Lorenzo, Jesús García Arca. Servicio de publicaciones Universidade de Vigo. ISBN 8481581666.
- **“Administración de la cadena de suministro: estrategia, planeación y operación”**, Sunil Chopra, Meter Meindl. México: Pearson Educación, 2008. ISBN 978-970-26-1192-9.
- **“Manual Básico de Logística Integral”** Aitor Urzelai Inza. Madrid: Díaz de Santos 2006. ISBN 84-7978-775-9.
- **“Los tres caminos para conseguir la excelencia en operaciones: Seis Sigma, Lean Manufacturing y TOC”**. Coordinador Manuel A. Castro Hermida. Escuela de negocios Caixanova. Tórculo Edicións, 2005. ISBN 84-8408-330-6.
- **“Lean Thinking: Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa”**. James P. Womack, Daniel T. Jones. Barcelona Gestión 2000, 2005 ISBN 84-8088-689-7.
- **“El ‘Just in Time’ hoy en Toyota”**. Yasuhiro Monden. Bilbao: Deusto, D.L. 1996. ISBN 84-234-1442-6.





PRINCIPIOS FÍSICOS

- **“Mecánica Newtoniana. Curso de Física del M.I.T.”**, A. P. French. Editorial Reverté, S. A.
(Consultado en Marzo de 2012)

Páginas Web, noticias y publicaciones

FÁBRICA Y EMPRESA

- **<http://www.fiatgroup.com>** (Página Web del Grupo Fiat)
(Consultado en 2011-12)
- **<http://www.iveco.com>** (Página Web de Iveco)
(Consultado en 2011-12)

LOGÍSTICA

- **<http://www.tecnospot.es/definicion-e-historia-de-la-logistica>**
Página que trata sobre las aplicaciones de la tecnología a las empresas.
(Consultado en Febrero de 2012)
- **<http://evoluciondelalogistica.blogspot.com/2007/12/resumen-de-lahistoria-de-logstica.html>**
Artículo sobre la historia de la logística y su evolución hasta nuestros tiempos.
(Consultado en Febrero de 2012)





VOLTEADORES

- **[http://www.cascorp.com/downloads/links/Rotators-ES/\\$FILE/Rotators_Brochure_ES-2.pdf](http://www.cascorp.com/downloads/links/Rotators-ES/$FILE/Rotators_Brochure_ES-2.pdf)**
Pdf extraído de la Web de Cascorp, empresa de equipos industriales en la que encontramos los rotadores.
(Consultado durante 2011)
- **galeria.vulka.es**
Galería de fotos de volteadores de diferentes empresas industriales.
(Consultado durante 2011)
- **<http://www.directindustry.es>**
Salón virtual de la industria donde se pueden encontrar videos, catálogos, noticias...
(Consultado durante 2011)
- **http://www.neubor.es/Volteador_Oleohidraulico_Bobinas.htm**
Página Web de la empresa Neubor, que ofrece sistemas de engrase centralizado o lubricación automática, oleohidráulica y neumática.
(Consultado durante 2011)
- **<http://www.dexve.com/SP/palets/Volteadores-de-palets.htm>**
Página Web de la empresa Dexve con experiencia en aplicaciones industriales de transporte de productos, manipulación de cargas y plásticos industriales.
(Consultado durante 2011)
- **<http://www.pcmsl.com>**
Página Web de Proyecto Control Montaje, empresa especializada en el diseño de máquinas.
(Consultado durante 2011)





MOTORES ELÉCTRICOS

- http://www.portalplanetasedna.com.ar/motor_electrico.htm
Página Web generalista de carácter divulgativo.
(Consultado en Marzo de 2012)
- <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448173104.pdf>
Pdf extraído de la Web de McGraw-Hill, editorial de libros de carácter formativo.
(Consultado en Marzo de 2012)
- <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/78/8/Capitulo2.pdf>
Pdf extraído de la Web de la Universidad Politécnica de Salesiana.
(Consultado en Marzo de 2012)
- <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=196>
Página Web dónde se pueden encontrar referencias y artículos sobre la Salud y Seguridad en el trabajo.
(Consultado en Marzo de 2012)

SISTEMAS DE POLEAS

- <http://aprendemostecnologia.org/2008/08/18/sistemas-de-poleas>
Página Web divulgativa sobre Tecnología y sus aplicaciones.
(Consultado en Marzo de 2012)
- http://highered.mcgraw-hill.com/sites/dl/free/9701061039/468032/capitulo_muestra_estatica_9e_05m.pdf
Pdf extraído de la Web de McGraw-Hill, editorial de libros de carácter formativo.
(Consultado en Marzo de 2012)





CARRETILLAS

- <http://www.infoapuntes.com/definicion-de-carretilla-elevadora-diferentes-tipos-y-usos/>
Web generalista de carácter divulgativo.
(Consultado en Abril de 2012)
- <http://www.proyectosfindecarrera.com/definicion/carretillas-elevadoras.htm>
Web con acceso a información didáctica con el fin de ayudar en la ejecución de proyectos de fin de carrera.
(Consultado en Abril de 2012)
- <http://www.insht.es>
Web del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Para consultar normativa, sobretodo.
(Consultado en Abril de 2012)

RUEDAS

- <http://www.alex.es/catalogo-ruedas-aros/catalogo-productos>
Página Web de ruedas para carros y elementos industriales.
(Consultado en 2011)

COJINETES DE RODAMIENTO

- <http://www2.ing.puc.cl/~icm2312/apuntes/roda/index.html>
Apuntes consultados en la página Web de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
(Consultado en Mayo de 2012)





- <http://rodamientos.wordpress.com/>

Artículo extraído desde Wordpress

(Consultado en Mayo de 2012)

IMPACTO AMBIENTAL

- Artículo “**Evaluación de Impacto Ambiental**” de Luis Enrique Sánchez, dentro del capítulo 3 del II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental.

(Consultado en Mayo de 2012)

Documentación interna de Iveco

- Presentación “**Fábrica de Valladolid**” de la planta de Iveco en Valladolid (abril 2010)
(Consultado en 2011)
- Presentación “**06-06-07 Formación Personal Nuevo**” de la planta de Iveco en Valladolid
(Consultado en 2011)
- Presentación “**Logistics and C.S.**” de la planta de Iveco de Valladolid (noviembre 2011)
(Consultado en Febrero de 2012)
- **Archivos de Catia** de la compañía Iveco.
(Consultado en 2011)





Otros

- Apuntes de la asignatura “**Administración de Empresas y Organización de la Producción I**”.
(Consultado en 2011)
- Apuntes de la asignatura “**Mecánica I**”.
(Consultado en Marzo de 2012)
- Apuntes de la asignatura “**Diseño de Máquinas I**”.
(Consultado en Marzo de 2012)
- Apuntes de la asignatura “**Dibujo en Ingeniería Mecánica**”.
(Consultado en 2011-12)
- Normativa de seguridad para carretillas **NTP 713, 714 y 715**
(Consultado en Abril de 2012)
- “**Manual de Catia v5r9**”. Plan de formación Serauto 2002.
(Consultado en 2011-12)



ANEXO I

PLANOS





ANEXO I.1

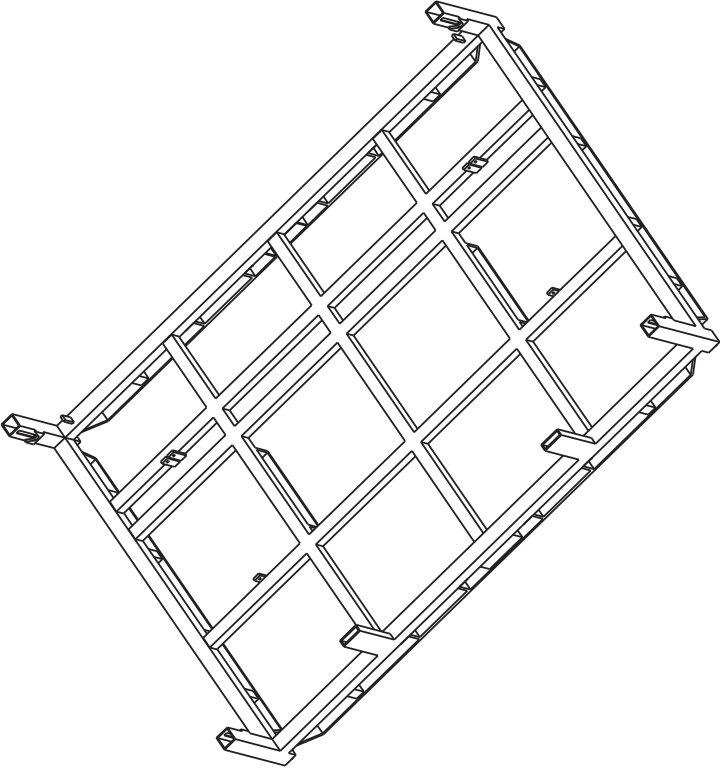
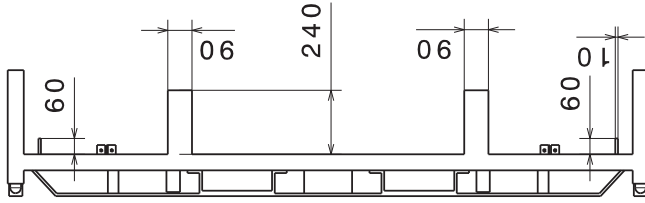
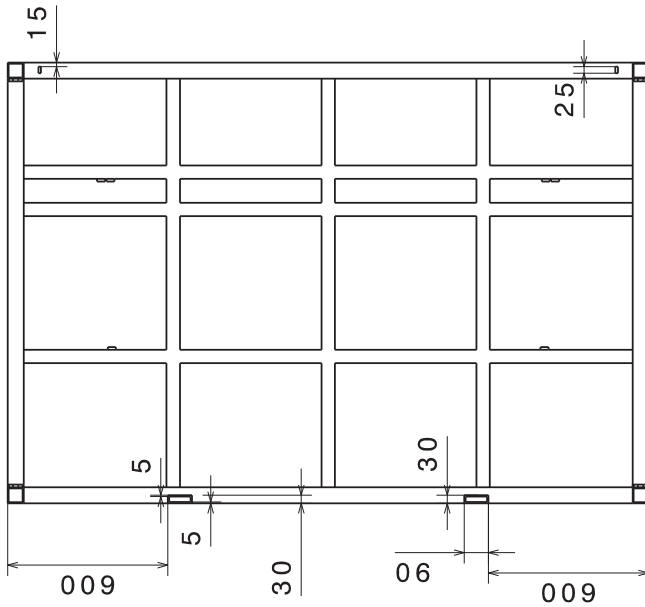
PROTOTIPO: CONTENEDOR DE PANELES DIVISORIOS





MODIFICACIONES 1



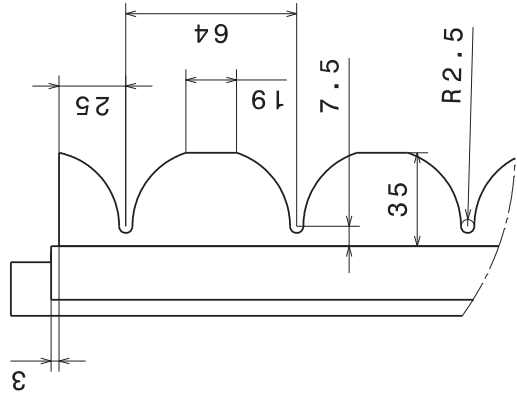
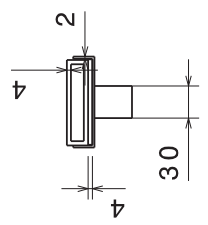
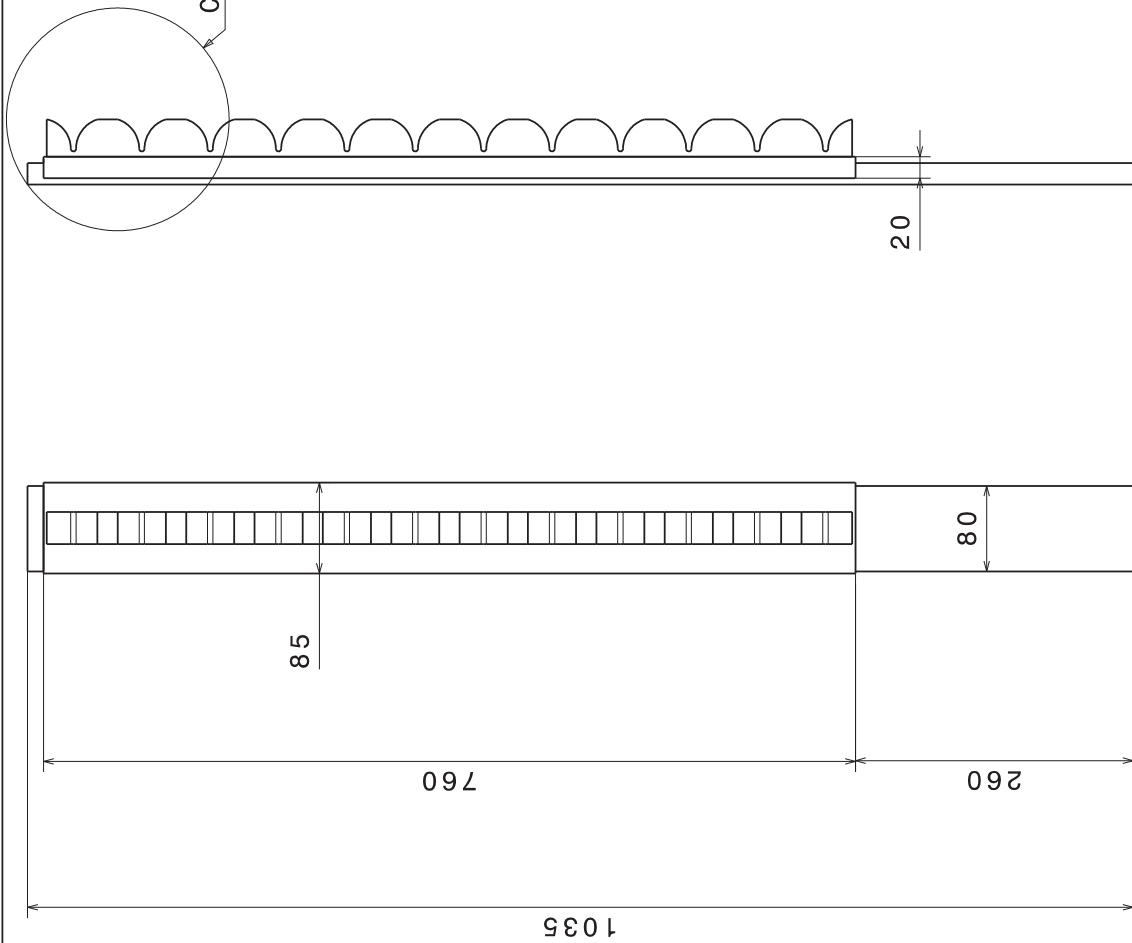


OBSERVACIONES:

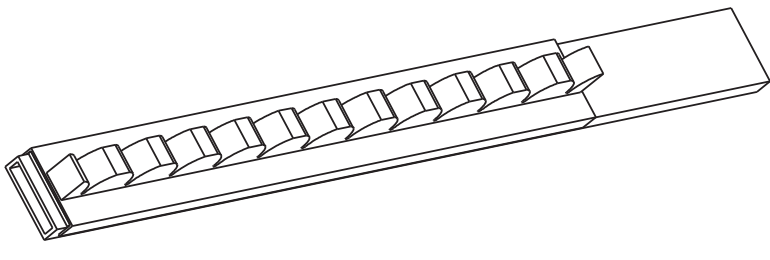
Tanto las camisas de la izquierda como las pletinas de la derecha, se dispondrán simétricamente entre sí respecto del eje central del contenedor

DESIGNED BY: Hugo Teresa	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		I	—
DATE: Junio 2012			H	—
CHECKED BY:			G	—
DATE:			F	—
			E	—
			D	—
			C	—
SIZE A3		MODIFICACIONES 1	B	—
SCALE 1:20			DRAWING NUMBER base	A
	WEIGHT (kg)	SHEET 1/4		

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

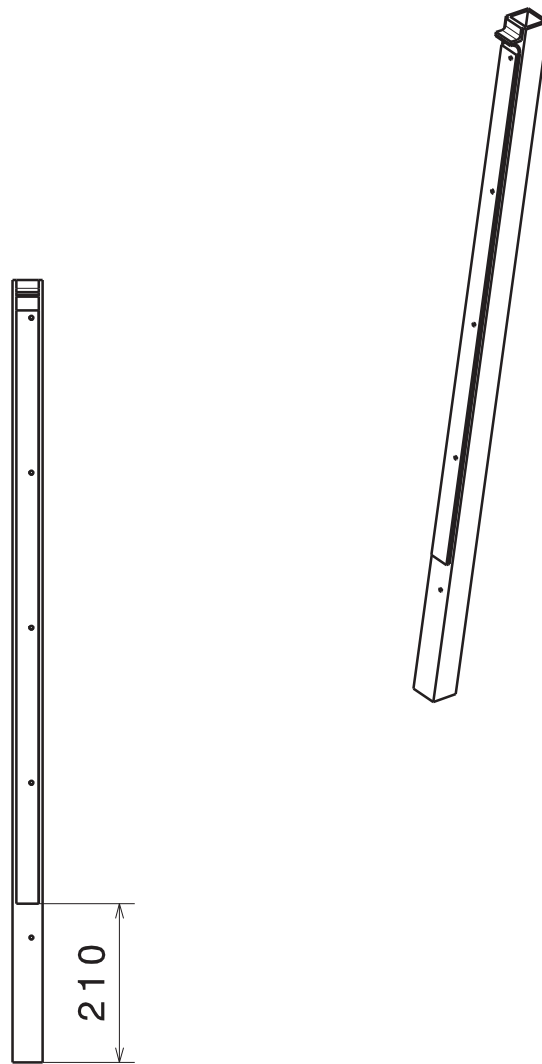


Detalle C
Escala: 1:2



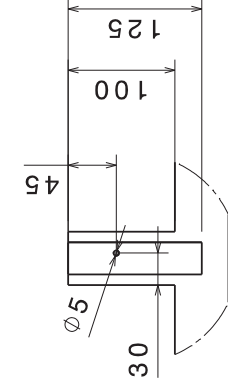
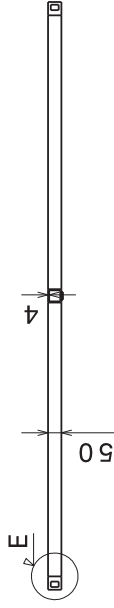
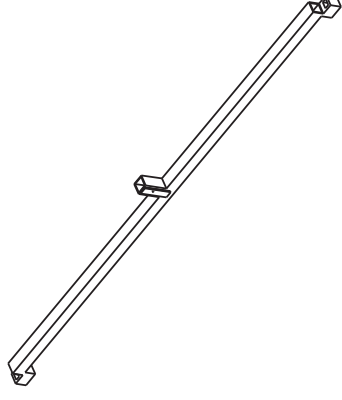
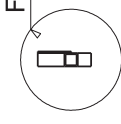
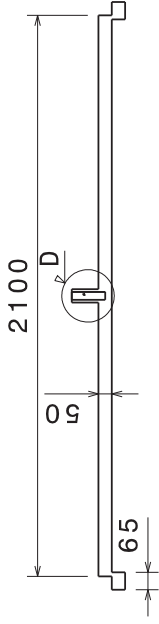
OBSERVACIONES:
Serán 2 barras como la croquizada.
La goma separadora será igual que en la barra del contenedor antiguo.

DESIGNED BY: Hugo Teresa	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		I	-
DATE: Junio 2012			H	-
CHECKED BY:			G	-
DATE:			F	-
SIZE A3	MODIFICACIONES 1		E	-
SCALE 1:5	DRAWING NUMBER barra izquierda		D	-
WEIGHT (kg)	SHEET 2/4		C	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.			B	-
			A	-

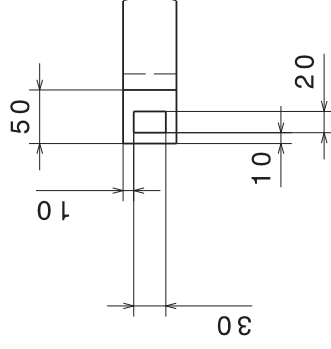


OBSERVACIONES:
 En esta barra sólomente hay que recortar la goma y chapa acopladas a la misma

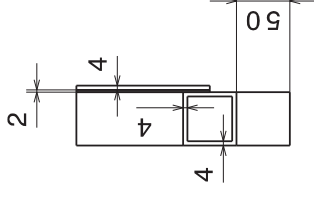
DESIGNED BY: Hugo Teresa		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		I	—
DATE: Junio 2012				H	—
CHECKED BY:				G	—
DATE:		F	—		
SIZE A4		MODIFICACIONES 1		E	—
SCALE 1:10	WEIGHT (kg)	DRAWING NUMBER barra derecha		D	—
		SHEET 3/4		C	—
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				B	—
				A	—



Detalle D
Escala: 1:5



Detalle E
Escala: 1:5



Detalle F
Escala: 1:5

OBSERVACIONES:
La traviesa metálica es simétrica; y la chapa y goma que se le acoplan, irán alineadas según la barra derecha.

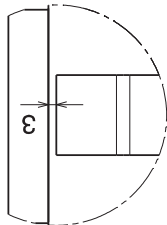
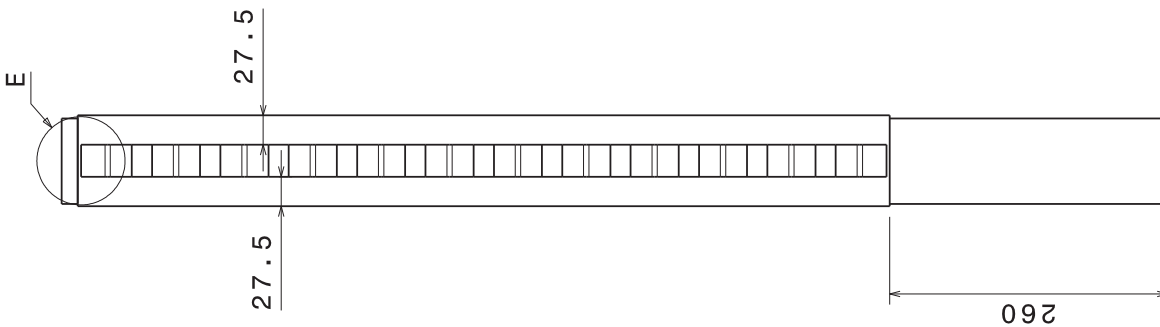
DESIGNED BY: Hugo Teresa	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	I	-
DATE: Junio 2012		H	-
CHECKED BY:		G	-
DATE:		F	-
SIZE: A3	MODIFICACIONES 1	E	-
SCALE: 1:20	traviesa+goma	D	-
WEIGHT (kg)		C	-
DRAWING NUMBER		B	-
SHEET	4/4	A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

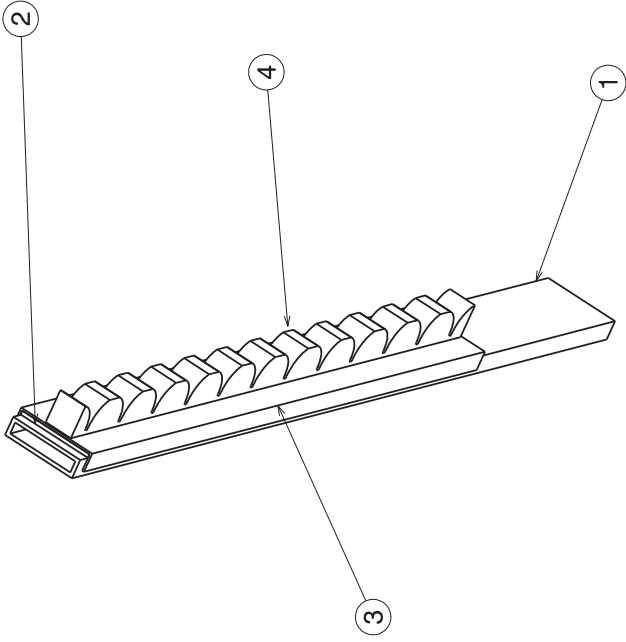


BARRA IZQUIERDA






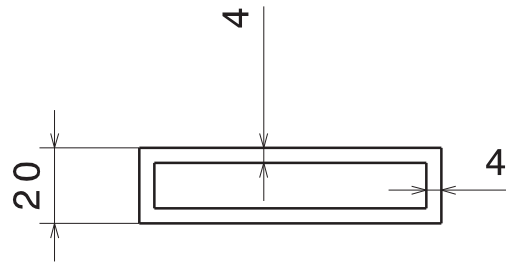
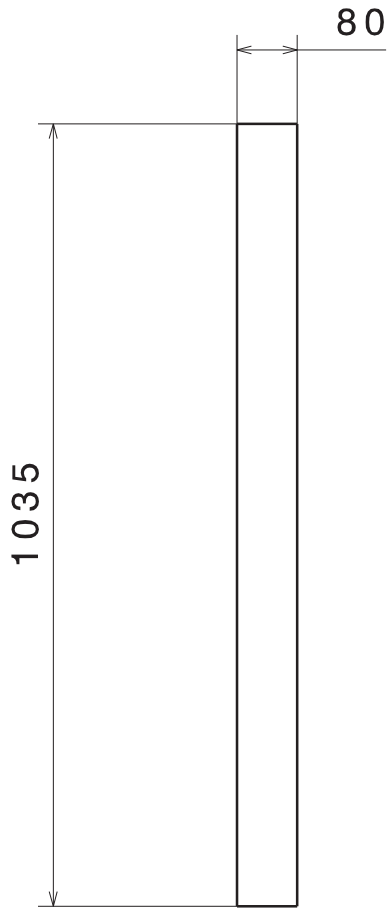
Detail E
Scale: 1:2



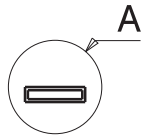
MONTAJE

La placa está unida a la barra mediante soldadura en los laterales, y separada frontalmente de la misma por la goma intermedia.

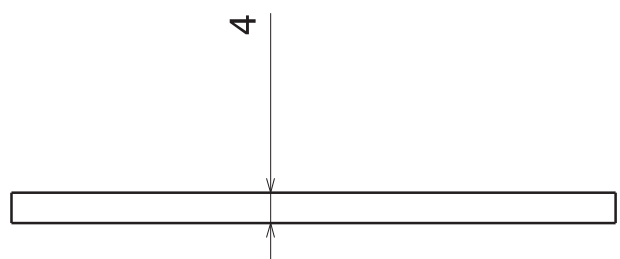
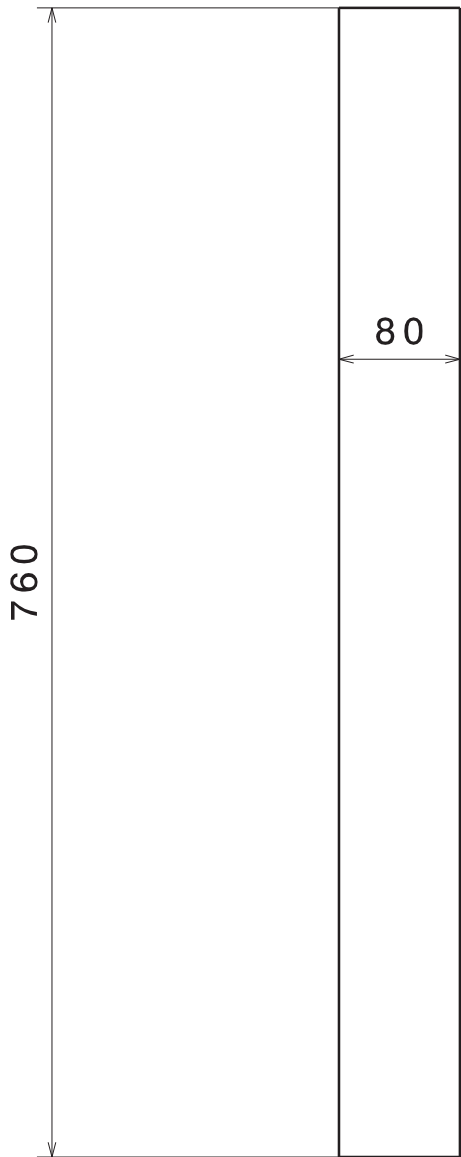
4	goma separadora		
3	placa		
2	goma intermedia		
1	barra		
MARCA DENOMINACION		MATERIAL	
DESIGNED BY:	Hugo Teresa	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	
DATE:	Junio 2012		
CHECKED BY:			
DATE:			
SIZE	A3	 BARRA IZQUIERDA	
SCALE	1:5		DRAWING NUMBER SHEET conjunto 1/5
		I	-
		H	-
		G	-
		F	-
		E	-
		D	-
		C	-
		B	-
		A	-



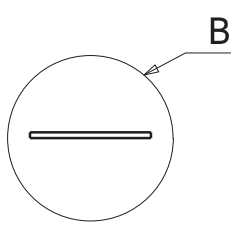
Detail A
Scale: 1:2



DESIGNED BY: Hugo Teresa		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	I	—
DATE: Junio 2012			H	—
CHECKED BY:			G	—
DATE:		F	—	
SIZE A4		BARRA IZQUIERDA	E	—
SCALE 1:10	WEIGHT (kg)	barra	D	—
DRAWING NUMBER	SHEET		C	—
			B	—
			A	—



Detail B
Scale: 1:1



DESIGNED BY:
Hgo Teresa
DATE:
Junio 2012

**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

I	—
H	—
G	—
F	—
E	—
D	—
C	—
B	—
A	—

CHECKED BY:
DATE:

SIZE
A4



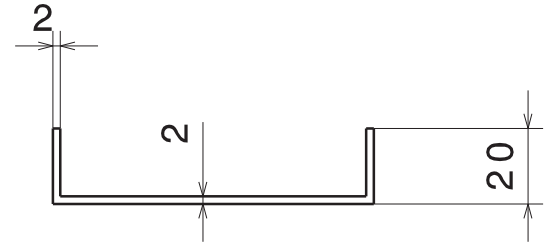
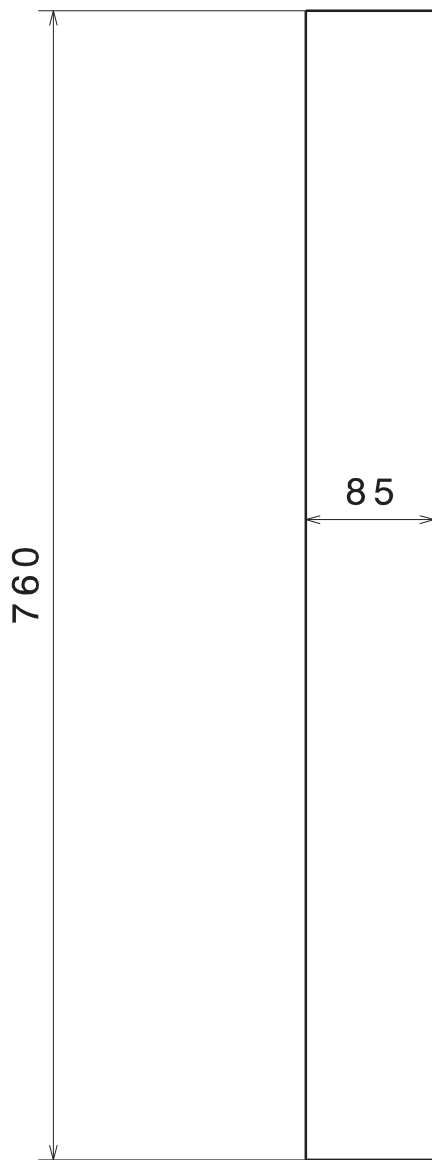
BARRA IZQUIERDA

SCALE
1:5

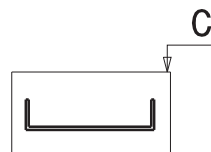
WEIGHT (kg)

DRAWING NUMBER
goma intermedia

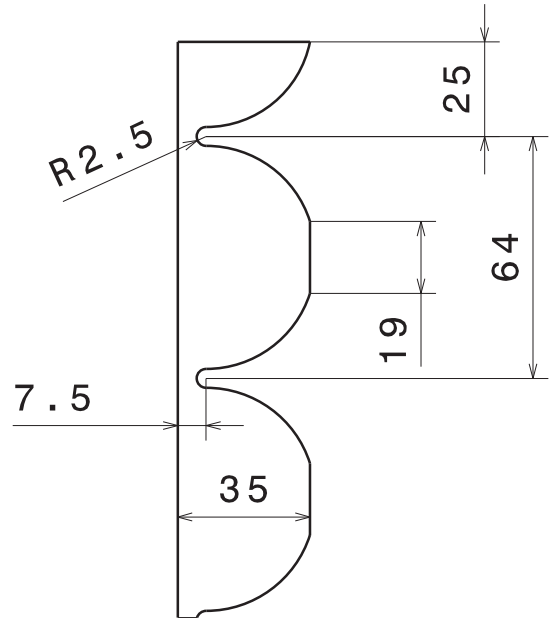
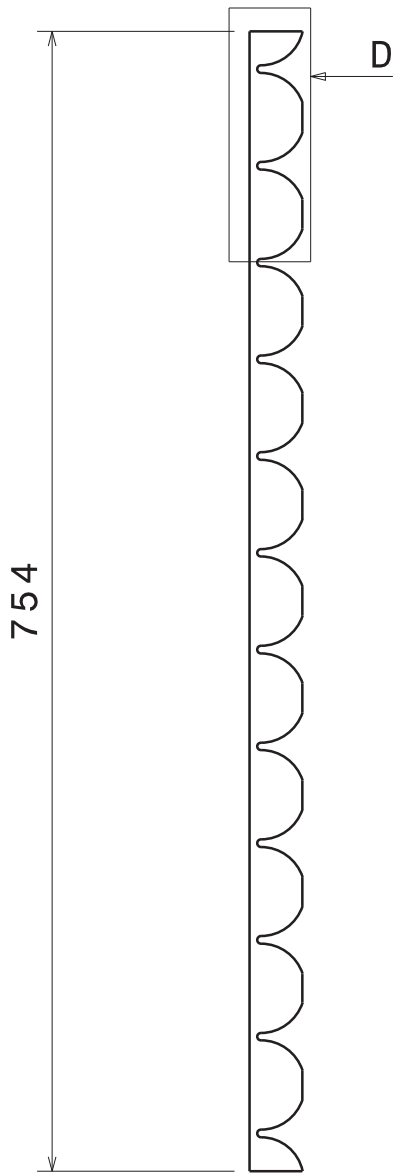
SHEET
3/5



Detail C
Scale: 1:2



DESIGNED BY: Hugo Teresa		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		I	—
DATE: Junio 2012				H	—
CHECKED BY:		BARRA IZQUIERDA		G	—
DATE:				F	—
SIZE A4		placa		E	—
SCALE 1:5	WEIGHT (kg)			D	—
DRAWING NUMBER		SHEET		C	—
		4/5		B	—
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				A	—



Detail D
Scale: 1:2



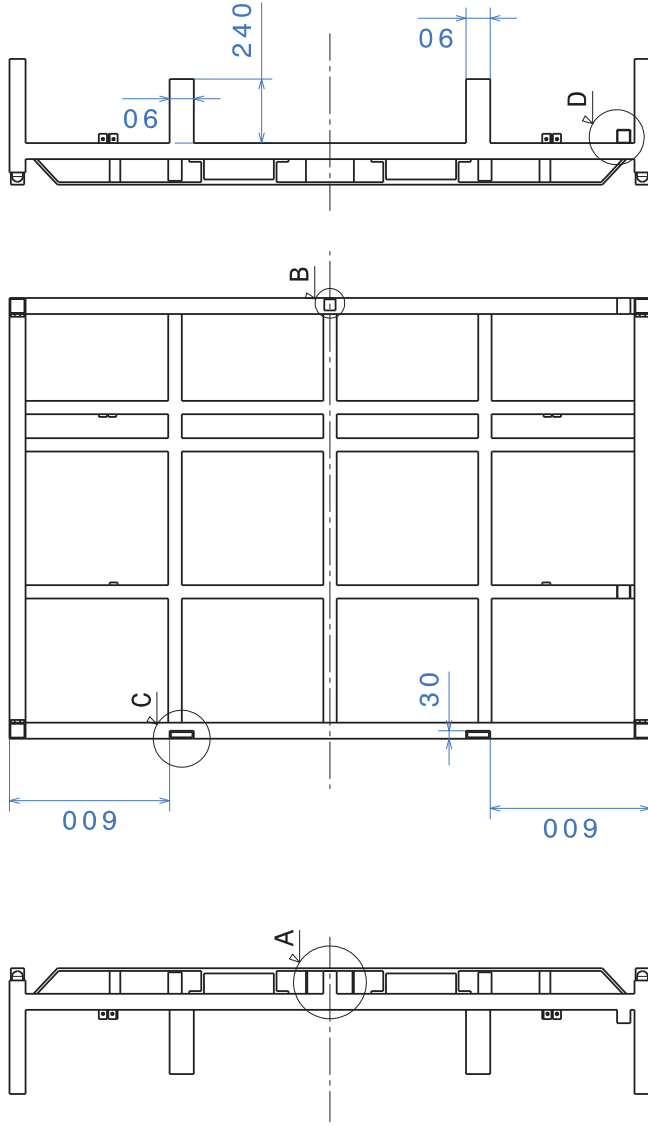
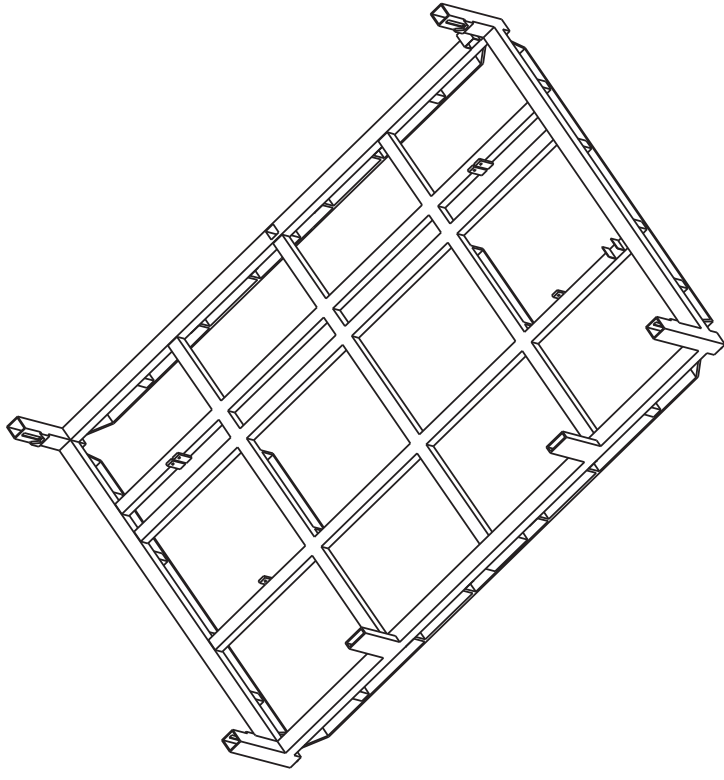
DESIGNED BY: Hugo Teresa		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		I	—
DATE: Junio 2012				H	—
CHECKED BY:				G	—
DATE:		F	—		
SIZE A4		E	—		
BARRA IZQUIERDA		D	—		
		C	—		
SCALE 1:5	WEIGHT (kg)	DRAWING NUMBER goma separadora	SHEET 5/5	B	—
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				A	—



ANEXO I.2

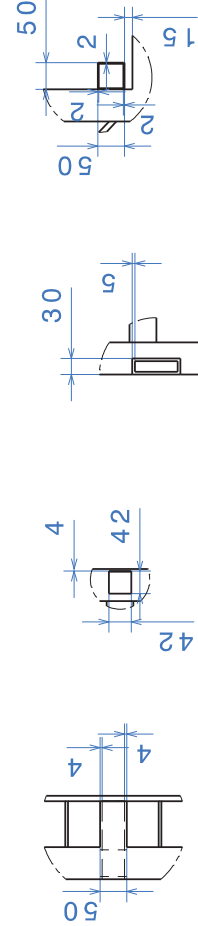
MODIFICACIONES: CONTENEDOR DE PANELES DIVISORIOS





OBSERVACIONES

Las camisas de la izquierda serán simétricas; y en la parte derecha, se hará un taladro que quedará reforzado por una camisa hasta el patín. También en la derecha, habrá una camisa tumbada (detalle D) que, junto con las dos pletinas que se encuentran en un de las traviesas, permitirán acoplar la barra derecha una vez desmontada.



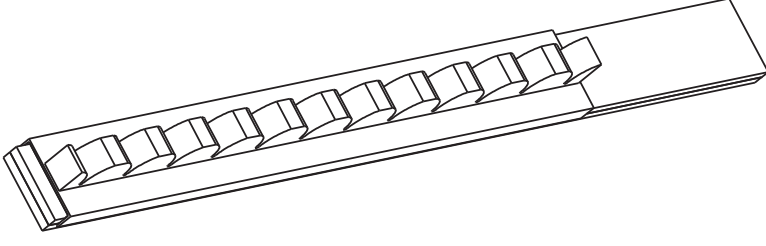
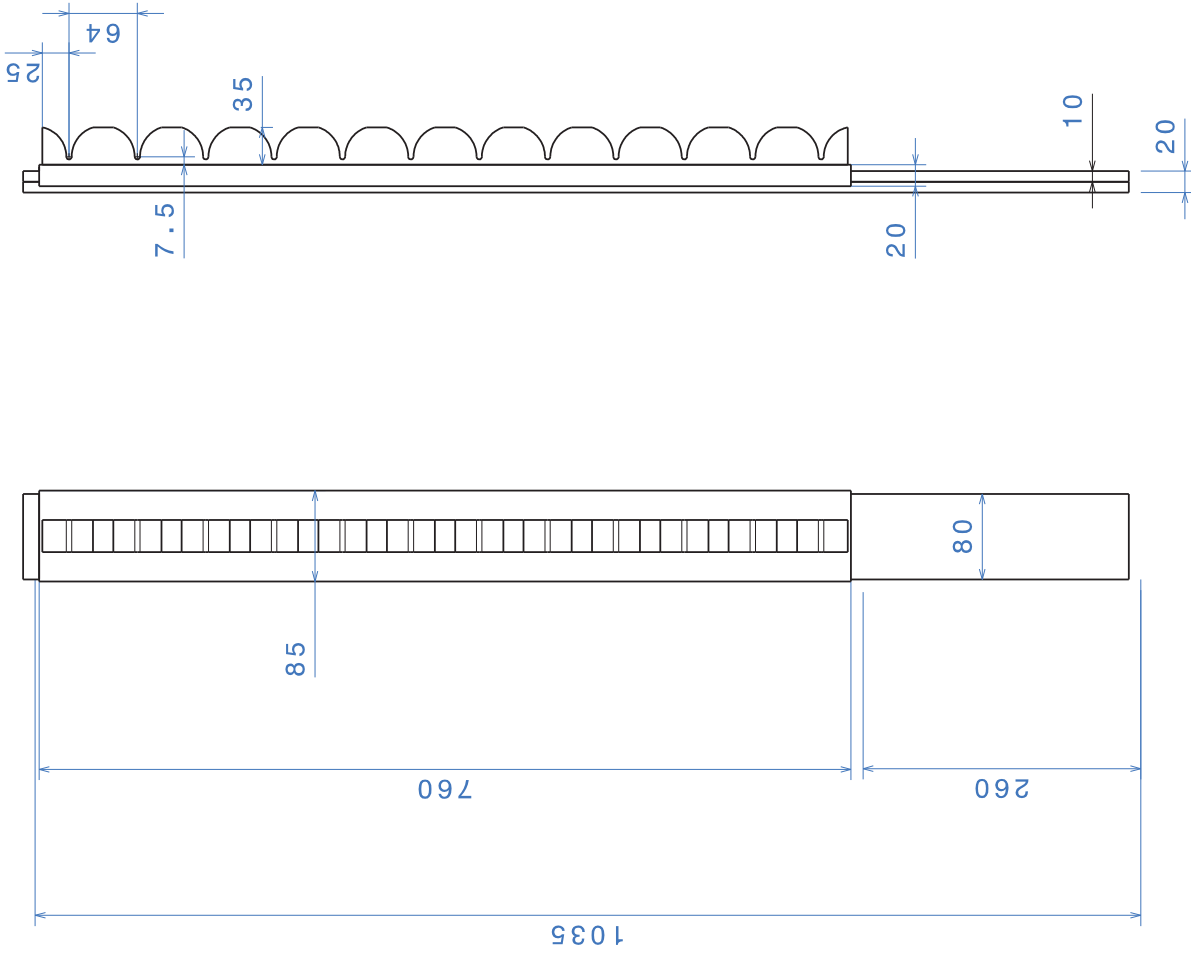
Detalle A
1:10

Detalle B
1:10

Detalle C
1:10

Detalle D
1:10

DESIGNATED BY: Hugo Teresa	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	I H G F E D C B A
DATE: Junio 2012		
CHECKED BY:		
DATE:		MODIFICACIONES
SIZE A3		
SCALE 1:20	WEIGHT (kg)	SHEET 1/4
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.		

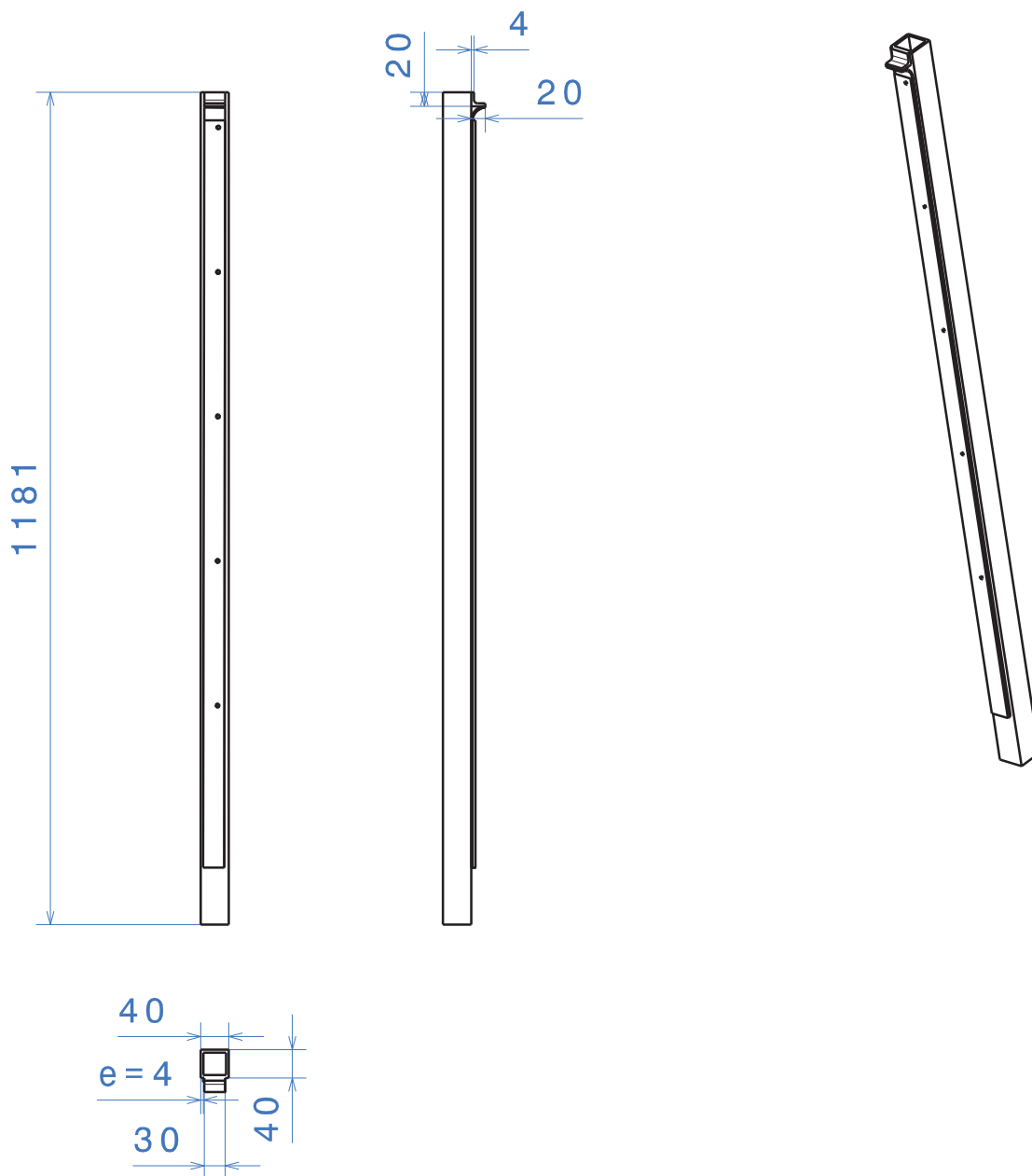


OBSERVACIONES:

Serán 2 barras como la croquizada en los planos del prtotipo, con la diferencia que conseguimos las cotas deseadas soldando 2 pletinas de 10mm de grosor. La goma separadora será igual que en la barra del contenedor antiguo.

DESIGNED BY: Hugo Teresa	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		I
DATE: Junio 2012			H
CHECKED BY:			G
DATE:			F
SIZE A3	MODIFICACIONES		E
SCALE 1:5	DRAWING NUMBER barra izquierda		D
	SHEET 2/4		C
			B
			A

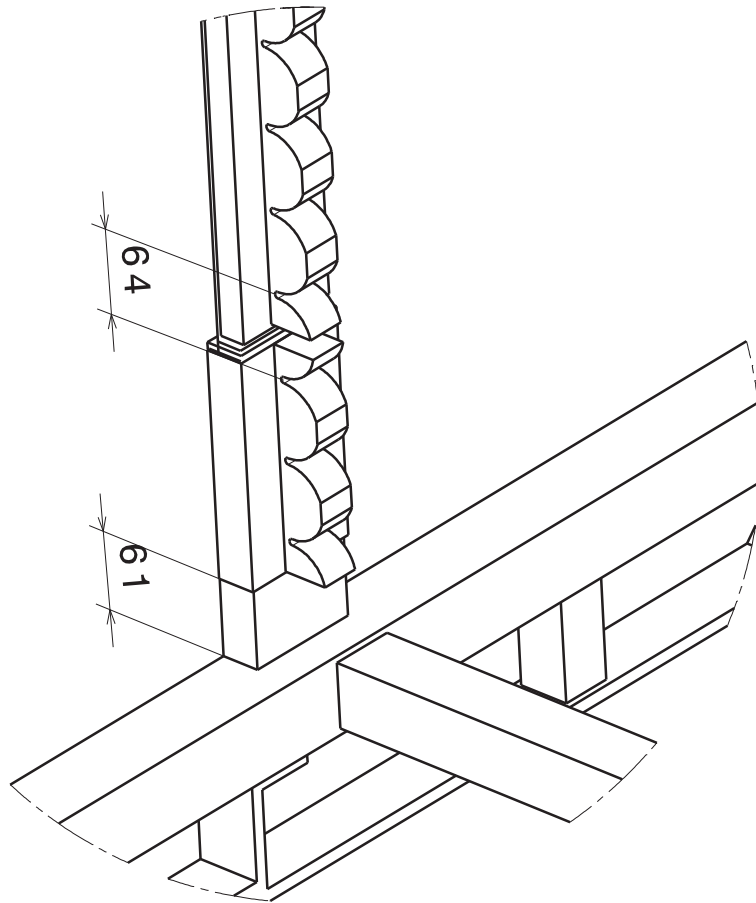
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.



OBSERVACIONES:

La barra será del mismo perfil que la antigua, pero más larga. Arriba se le suelda un trozo 30mm de perfil a 90°, de 20x20x4

DESIGNED BY: Hugo Teresa		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		I	—
DATE: Junio 2012				H	—
CHECKED BY:		MODIFICACIONES		G	—
DATE:				F	—
SIZE A4		barra derecha		E	—
SCALE 1:10	WEIGHT (kg)			C	—
DRAWING NUMBER		SHEET		B	—
		3/4		A	—



La chapa con la goma en las canisas de la base, se colocará tal que se respete el paso entre los espacios de 64mm

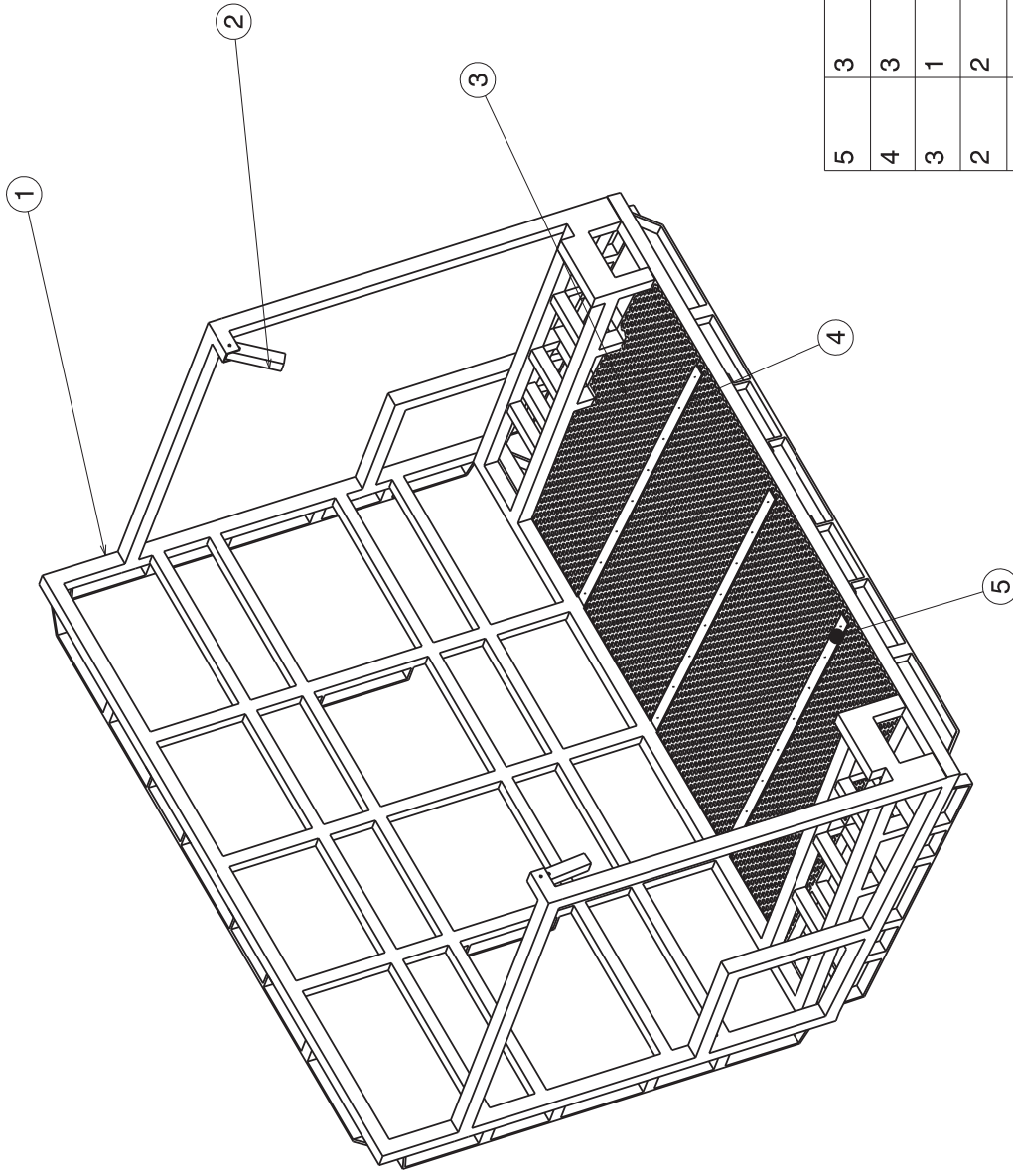
DESIGNED BY: Hugo Teresa		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		I	—
DATE: Junio 2012				H	—
CHECKED BY:				G	—
DATE:		F	—		
SIZE A4		MODIFICACIONES		E	—
SCALE 1:10	WEIGHT (kg)	DRAWING NUMBER Montaje - goma separadora		D	—
		SHEET 4/4		C	—
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				B	—
				A	—



ANEXO I.3

CONTENEDOR POSTIZO



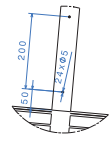
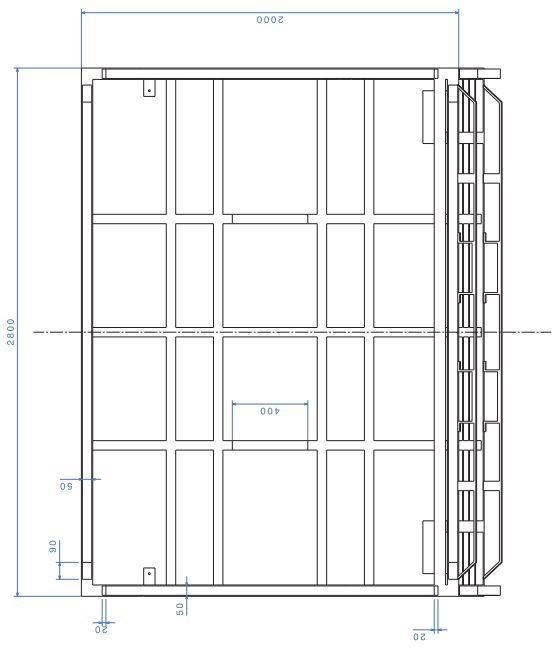


Montaje

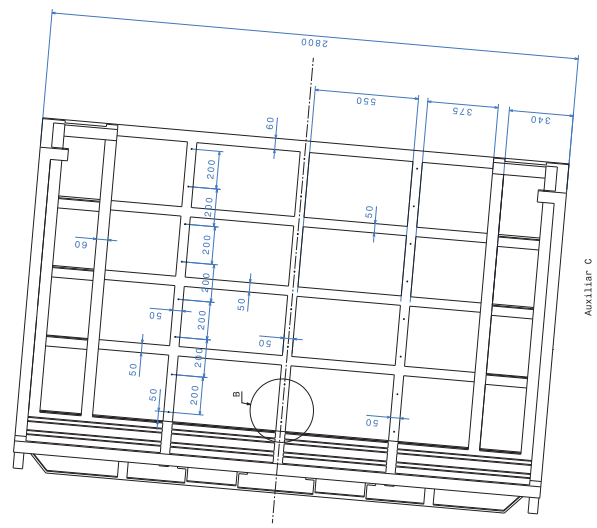
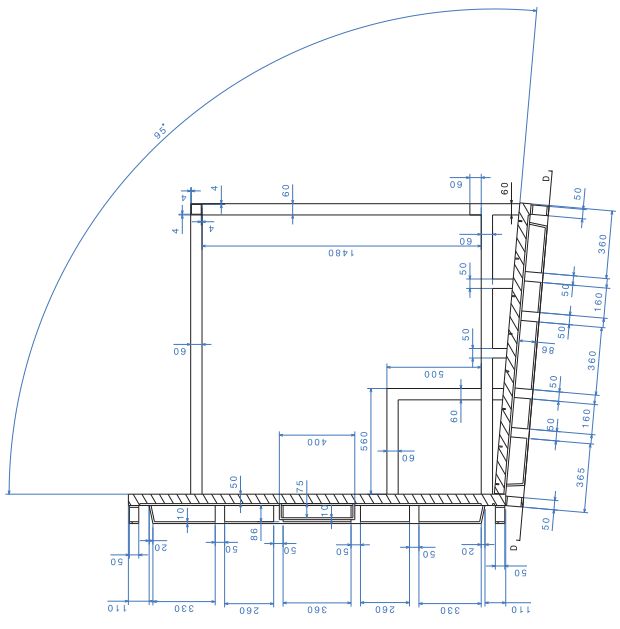
Los brazos se unirán mediante pasador a la base. La chapa junto con la goma irán atornilladas a la base, quedando la rejilla antideslizante sobre la base, colocándose entre ella y el conjunto chapa-goma.

5	3	goma antifricción	CAUCHO
4	3	chapa	HIERRO FUNDIDO
3	1	rejilla antideslizante	HIERRO FUNDIDO
2	2	brazo abatible	ACERO
1	1	base doble	ACERO
MARCA NUMERO		DENOMINACION	MATERIAL
DESIGNED BY: Hugo Teresa		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	
DATE: Junio 2012			
CHECKED BY:			
DATE:			
SIZE A3		CONTENEDOR POSTIZO	
SCALE 1:20	WEIGHT (kg)	DRAWING NUMBER conjunto	SHEET 1/6
		I	-
		H	-
		G	-
		F	-
		E	-
		D	-
		C	-
		B	-
		A	-

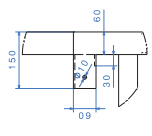
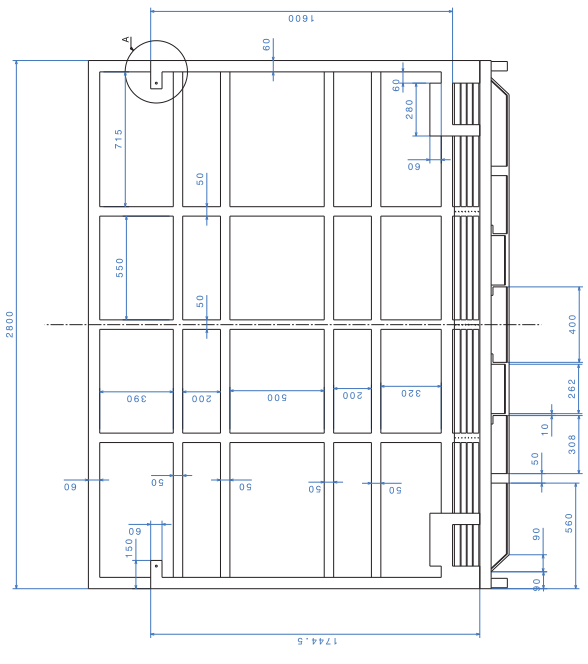
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.



Detalle B
1:5



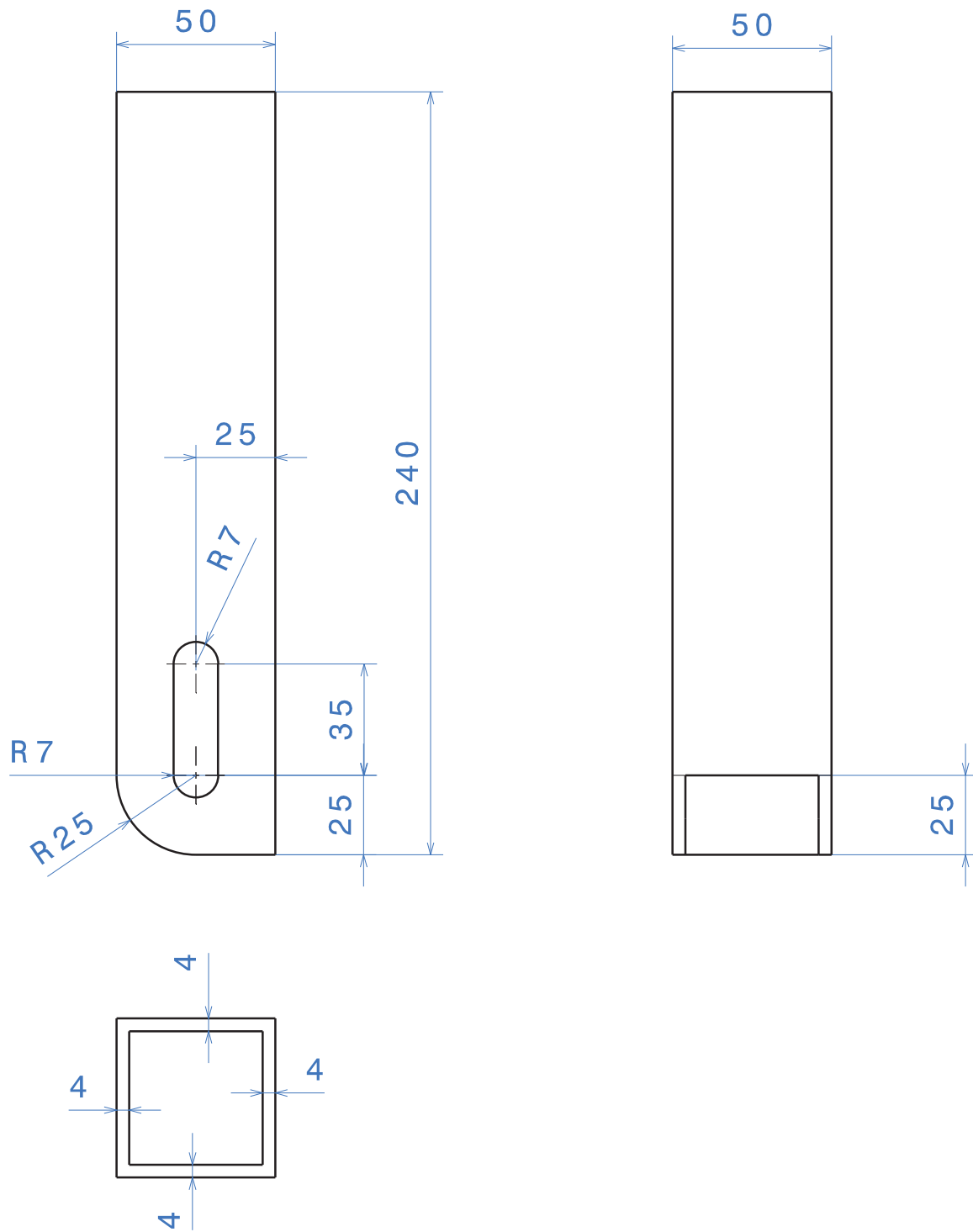
Auxiliar C



Detalle A
1:5

OBSERVACIONES
La vista de alzado está cortada por el plano de simetría de la pieza. Las abas bases está constituida por perfiles rectangulares de eboxex; mientras que las traviesas internas son en perfiles de eboxex.
Los perfiles de apoyo más largos son iguales en ambas bases.

PROYECTO	ESQUEMA DE INGENIERIA INDUSTRIALES
FECHA	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
PROFESOR	AO
ALUMNO	CONTENEDOR POSTIZO
ESCALA	base doble
PAGINA	2/6



DESIGNED BY:
Hugo Teresa
 DATE:
Junio 2012

CHECKED BY:
 DATE:

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

SIZE
A4



CONTENEDOR POSTIZO

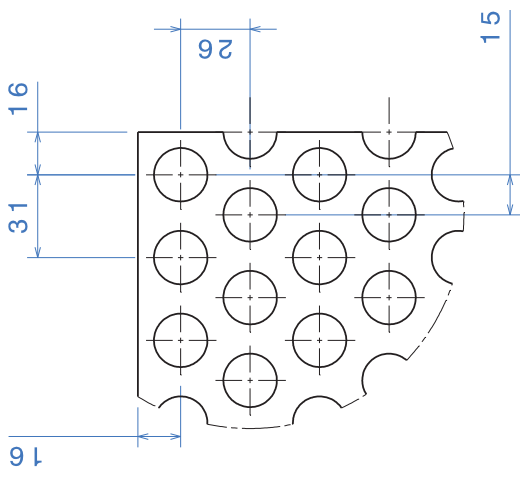
SCALE
1:2

WEIGHT (kg)

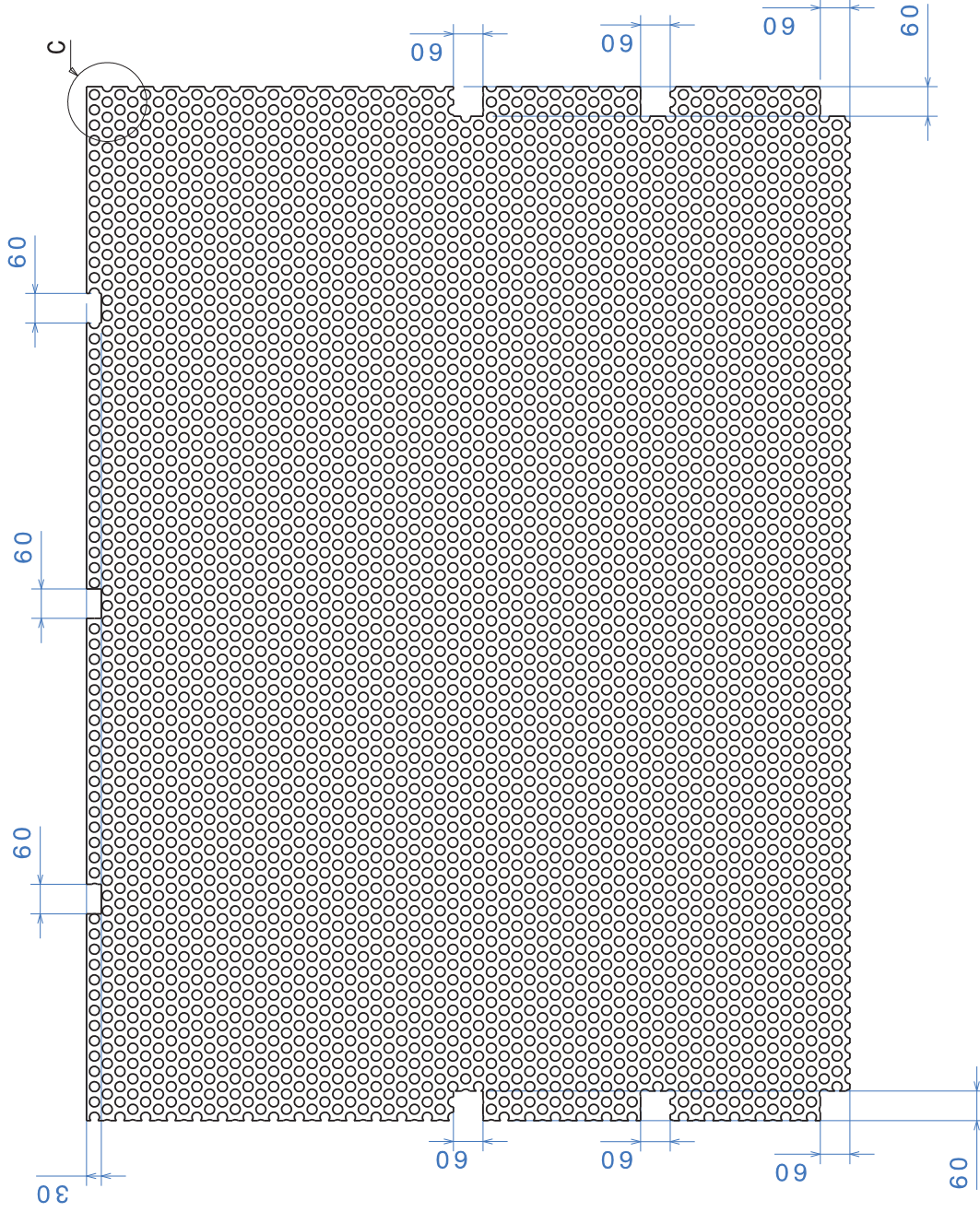
DRAWING NUMBER
brazo abatible

SHEET
3/6

I	—
H	—
G	—
F	—
E	—
D	—
C	—
B	—
A	—



Detalle C
1:2



DESIGNED BY:
Hugo Teresa
DATE:
Junio 2012
CHECKED BY:
DATE:

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

SIZE
A3
SCALE
1:10

CONTENEDOR POSTIZO

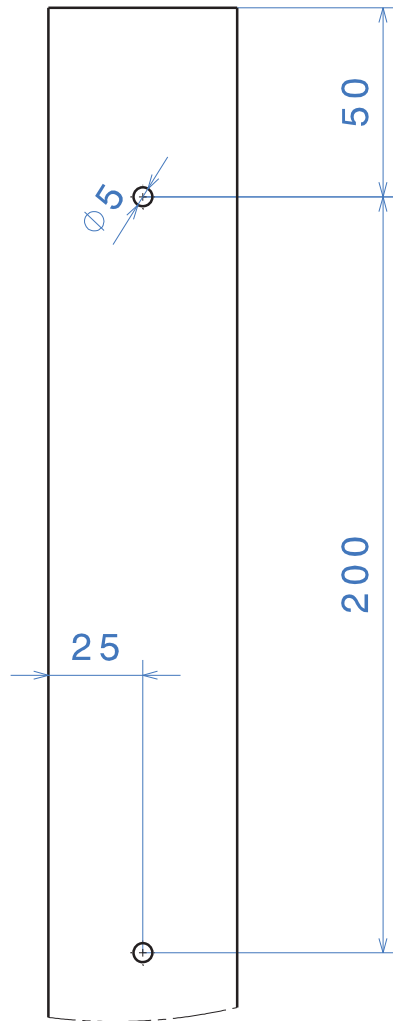
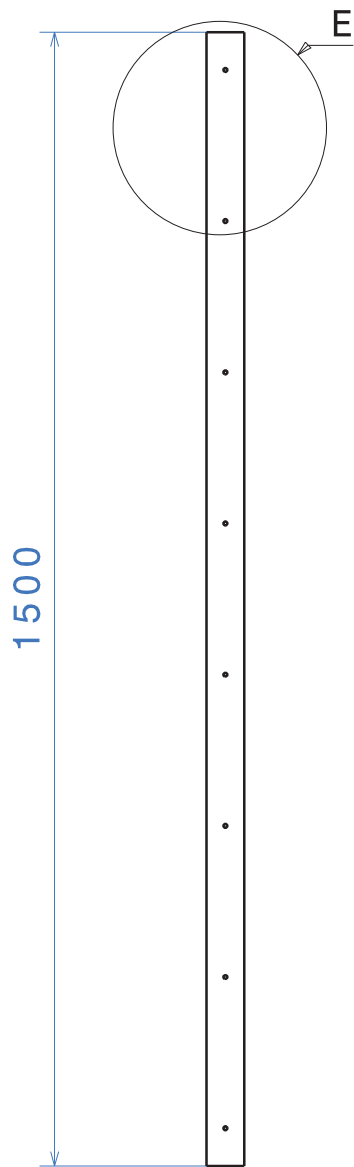
WEIGHT (kg)
DRAWING NUMBER

rejilla antideslizante

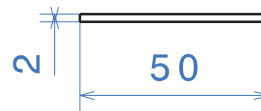
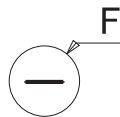
SHEET
4/6

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

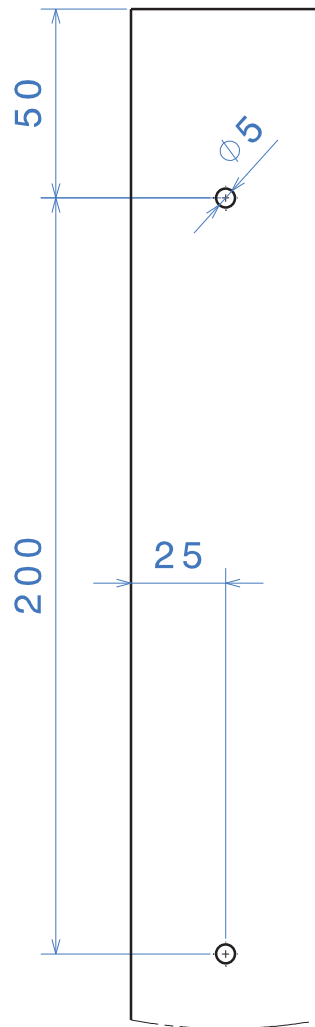
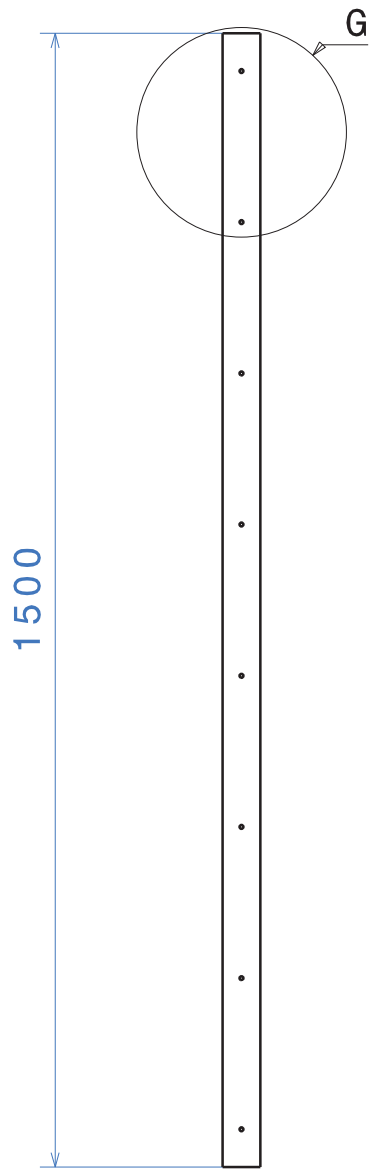


Detalle E
1:2

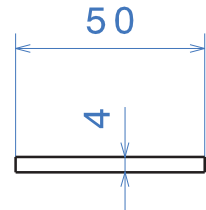


Detalle F
1:2

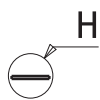
DESIGNED BY: Hugo Teresa		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	I	—
DATE: Junio 2012			H	—
CHECKED BY:			G	—
DATE:		F	—	
SIZE A4		CONTENEDOR POSTIZO	E	—
SCALE 1:10	WEIGHT (kg)		D	—
DRAWING NUMBER chapa		SHEET 5/6	C	—
			B	—
			A	—



Detalle G
1:2



Detalle H
1:2



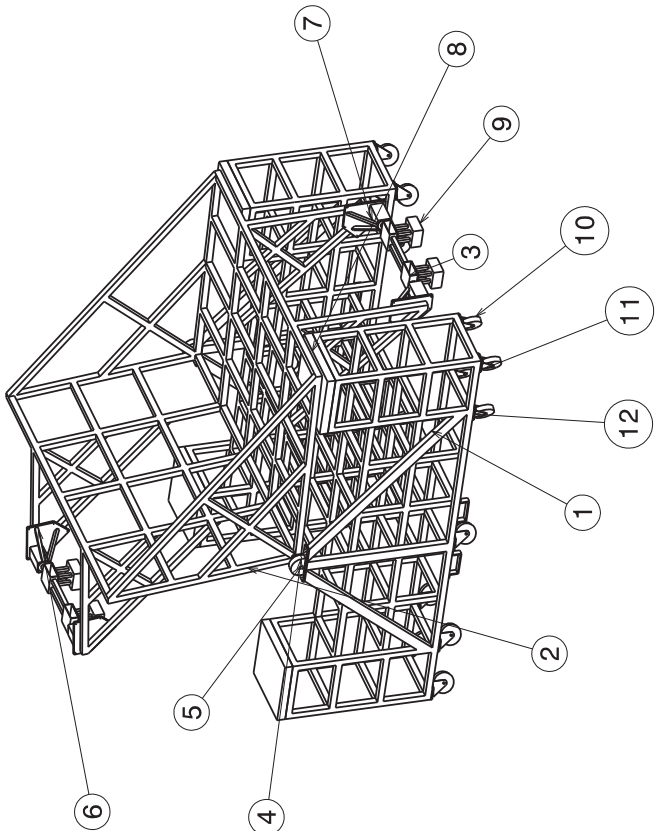
DESIGNED BY: Hugo Teresa		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		I	—
DATE: Junio 2012				H	—
CHECKED BY:				G	—
DATE:		F	—		
SIZE A4		CONTENEDOR POSTIZO		E	—
SCALE 1:10	WEIGHT (kg)	DRAWING NUMBER		D	—
		goma antifricción		C	—
		SHEET 6/6		B	—
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				A	—



ANEXO I.4

VOLTEADOR

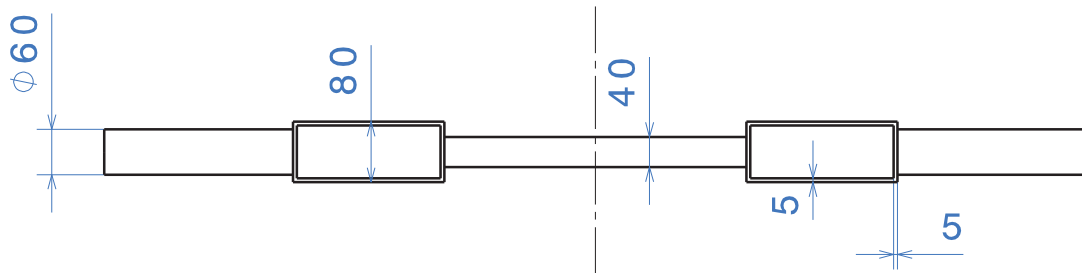
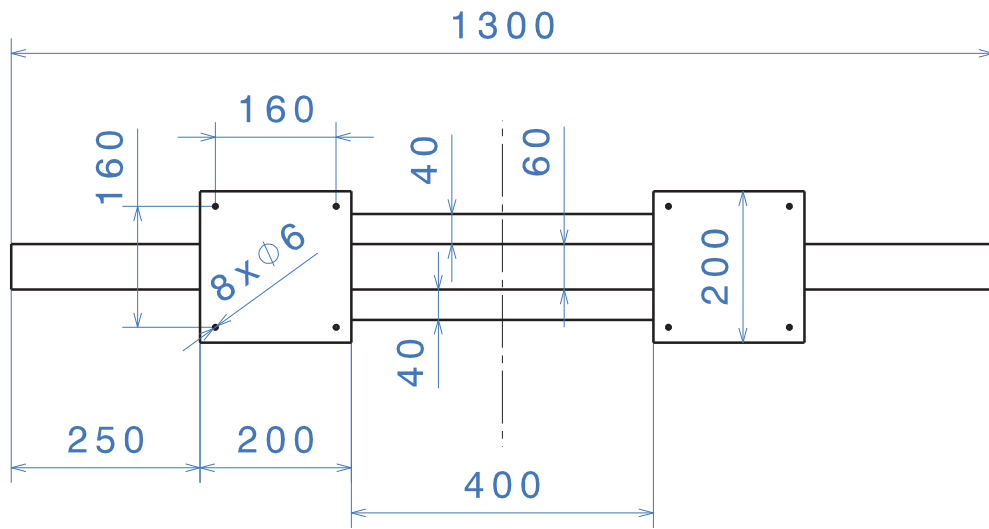




MONTAJE

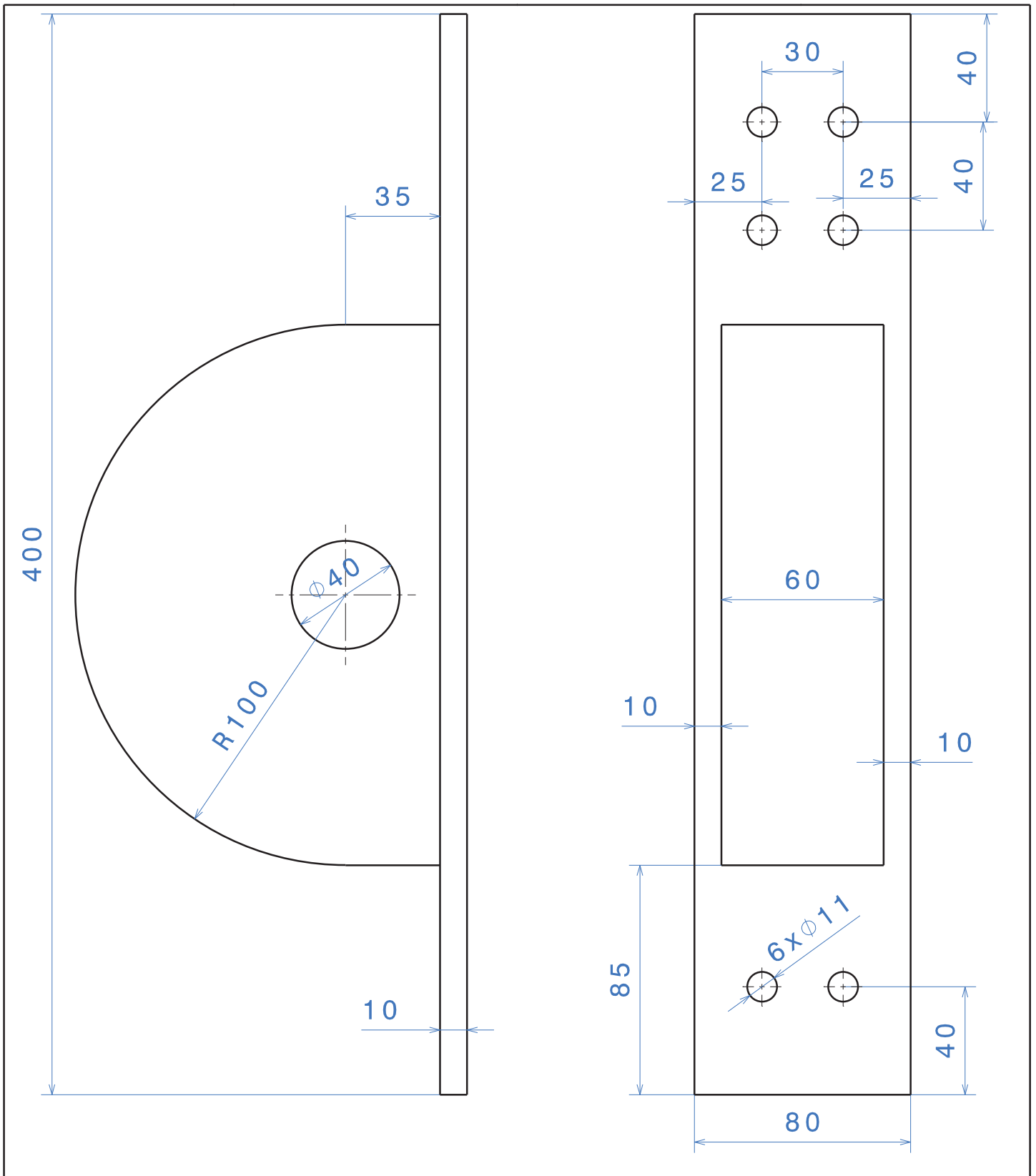
La base irá apoyada al suelo por medio de ruedas, que irán atornilladas a ésta en la parte baja de la misma. El conjunto de la rueda estará formado por pletina, horquilla y rueda; y serán locas y elegidas de catálogo (con D=200mm y ancho=50mm). Los soportes del eje de rotación se dispondrán de manera simétrica a ambos lados de la base mediante atornillamiento. La caja se unirá a la estructura de la base mediante las dos piezas eje de rotación, las cuales irán atornilladas a la caja y acopladas a las piezas soporte de eje de rotación. Las piezas soporte empujador y su simétrica irán atornilladas a las placas que hay en cada uno de los brazos de la caja. A estos soportes irán acoplados los dos empujadores, a los cuales se atornillarán los contrapesos (dos en cada empujador)

12	20	pletina-rueda	ACERO
11	20	horquilla-rueda	ACERO
10	20	rueda	NYLON
9	4	contrapeso	HIERRO FUNDIDO
8	4	taco elástico	CAUCHO
7	2	soporte empujador sim	ACERO
6	2	soporte empujador	ACERO
5	2	eje de rotación	ACERO
4	2	soporte eje de rotación	ACERO
3	2	empujador	ACERO
2	1	caja	ACERO
1	1	base	ACERO
MARCA NUMERO DENOMINACION			MATERIAL
DESIGNED BY: Hugo Teresa			
DATE: Junio 2012			
CHECKED BY:			
DATE:			
SIZE	VOLTEADOR		
A3	conjunto		
SCALE	DRAWING NUMBER		
1:20	SHEET		
			1/10
			A



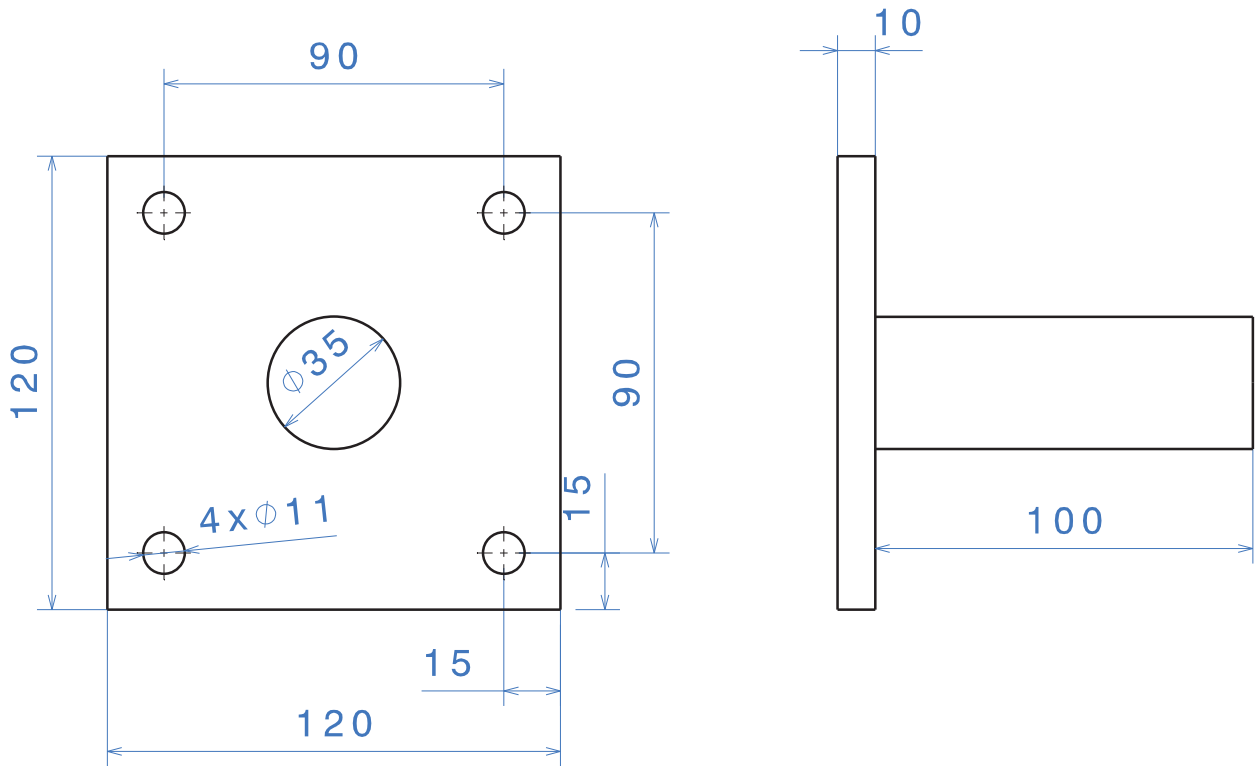
DESIGNED BY: Hugo Teresa	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	I	—
DATE: Junio 2012		H	—
CHECKED BY:		G	—
DATE:		F	—
SIZE A4		E	—
SCALE 1:10		D	—
WEIGHT (kg)	VOLTEADOR empujador	C	—
DRAWING NUMBER		B	—
		A	—

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

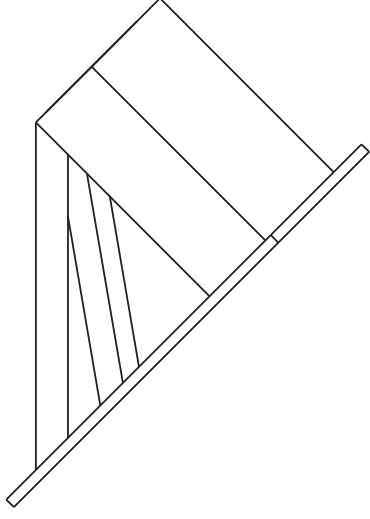


DESIGNED BY: Hugo Teresa		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		I	—
DATE: Junio 2012				H	—
CHECKED BY:				G	—
DATE:		F	—		
SIZE A4		E	—		
SCALE 1:2		DRAWING NUMBER soporte de eje de rotación		D	—
				SHEET 5/10	
WEIGHT (kg)		B	—		
DRAWING NUMBER soporte de eje de rotación		A	—		

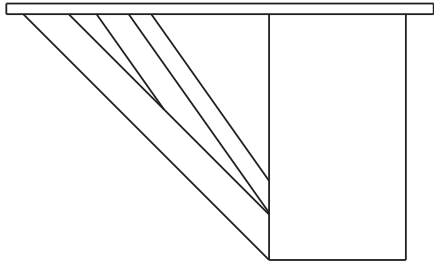
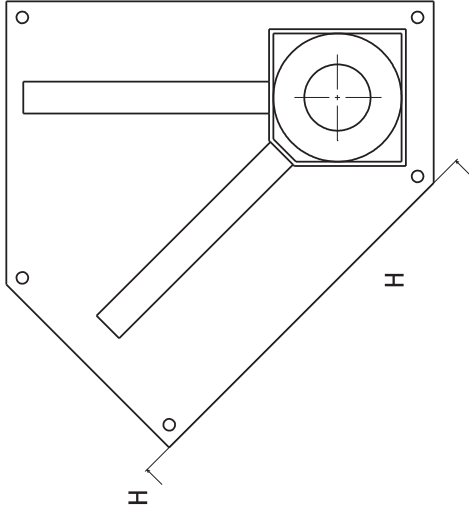
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.




DESIGNED BY: Hugo Teresa		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		I	—
DATE: Junio 2012				H	—
CHECKED BY:				G	—
DATE:		F	—		
SIZE A4		VOLTEADOR		E	—
SCALE 1:2	WEIGHT (kg)	eje de rotación		D	—
DRAWING NUMBER	SHEET 6/10			C	—
				B	—
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				A	—



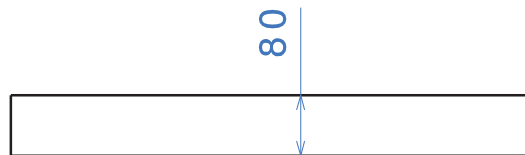
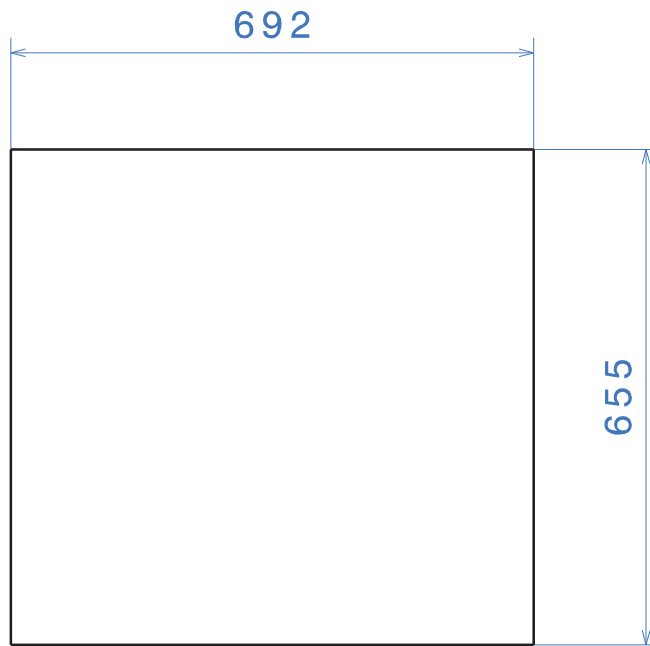
Auxiliar H



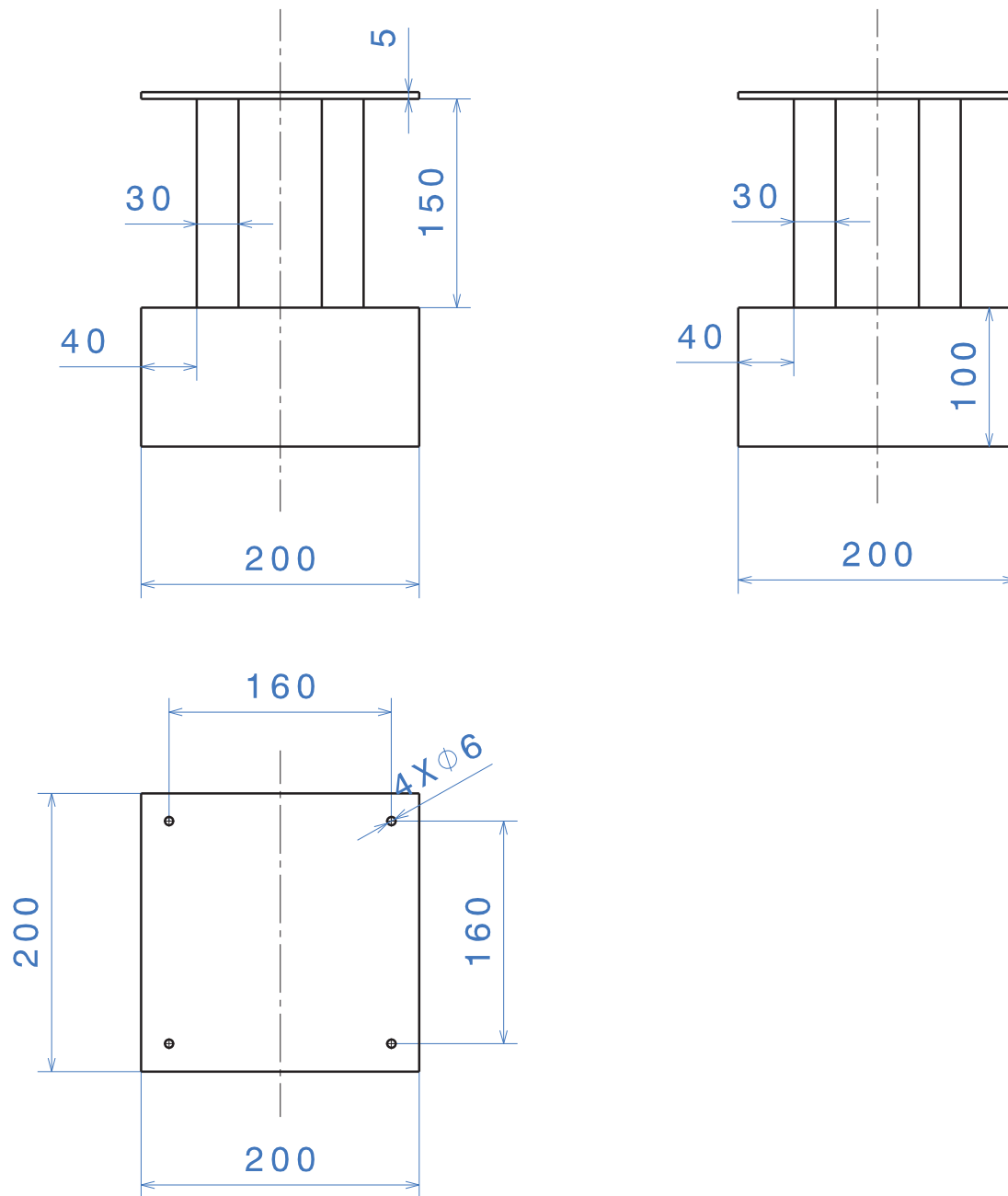
OBSERVACIONES
 Esta pieza es completamente simétrica a la anterior;
 con lo cual las cotas son las mismas.

DESIGNED BY: Hugo Teresa	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	I	—
DATE: Junio 2012		H	—
CHECKED BY:		G	—
DATE:		F	—
SIZE A3	VOLTEADOR <small>DRAWING NUMBER</small>	E	—
SCALE 1:5		D	—
WEIGHT (kg)		C	—
	<small>SHEET</small> 8/10	B	—
<small>DRAWING NUMBER</small> simetría soporte empujador		A	—

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.



DESIGNED BY: Hugo Teresa		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		I	—
DATE: Junio 2012				H	—
CHECKED BY:				G	—
DATE:		F	—		
SIZE A4		VOLTEADOR		E	—
SCALE 1:10	WEIGHT (kg)			D	—
DRAWING NUMBER		Taco elástico		C	—
SHEET				B	—
		9/10		A	—
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.					



DESIGNED BY: Hugo Teresa		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		I	—
DATE: Junio 2012				H	—
CHECKED BY:				G	—
DATE:		F	—		
SIZE A4		E	—		
SCALE 1:5		DRAWING NUMBER contrapeso		D	—
				SHEET 10/10	
WEIGHT (kg)		DRAWING NUMBER		B	—
				A	—

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.