



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
Especialidad Mecánica

DISEÑO DE UNA PRENSA DE POLIMERIZACIÓN PARA IMANES SUPERCONDUCTORES

Autor: Alberto Navarro Garre

Director: Julio Lucas Torralba

Madrid

Julio 2018

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Alberto Navarro Garre

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Diseño de una prensa de palimerización para imanes superconductores. que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor CEDE a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar "marcas de agua" o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e

intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 04 de Julio de 2018

ACEPTA



Fdo.....

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
..Diseño de una prensa de polimerización.....
...para imanes superconductores.....
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2017/2018 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.:

Fecha: 04.1.07.18.



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.:

Fecha: 9.7.2018





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
Especialidad Mecánica

DISEÑO DE UNA PRENSA DE POLIMERIZACIÓN PARA IMANES SUPERCONDUCTORES

Autor: Alberto Navarro Garre

Director: Julio Lucas Torralba

Madrid

Julio 2018

Diseño de una prensa de polimerización para imanes superconductores

Autor: Navarro Garre, Alberto

Directores: Lucas Torralba, Julio

Entidad Colaboradora: ICAI - Universidad Pontificia Comillas, Elytt Energy S.L.

El objetivo de este proyecto es el diseño de una prensa de polimerización, con posterior fabricación y montaje, para imanes superconductores. Estos imanes serán usados para el LHC (Large Hadron Collider, CERN), el acelerador y colisionador de partículas más grande y potente existente en el mundo. El diseño consta de 8 cilindros de 430 toneladas de fuerza cada uno. Las dimensiones son 8 metros de longitud y 3 metros de altura.

En primer lugar, se estudiaron las soluciones optadas por el CERN hasta el momento, variando según el tipo de imán con el que trabajar: Imanes de NbTi o imanes de Nb₃Sn. En este caso, se va trabajar con imanes de NbTi.

Generalmente, la prensa de polimerización para estos imanes está formada por una base sobre la que se coloca el mandrino de la bobina y una parte superior que hace de tope para el molde de polimerización. Un grupo de cilindros hidráulicos desplaza la bobina, o el molde sobre el que se adaptará la bobina, hasta que este hace tope contra la parte superior y se forma en el molde justo el volumen al cual la bobina debe polimerizarse. El aislamiento de la bobina debe polimerizarse cuando la bobina está en su forma final

Tras la fase de compactación, en la cual se están aplicando presiones de unos 100 MPa, se eleva la temperatura de la bobina y el molde hasta unos 180°C, y permanece a esa temperatura durante varias horas. Tras ese proceso, la bobina tiene su dimensión final y es mecánicamente robusta.

Tras el estudio del estado del arte y la realización de algunos croquis, se eligieron los cilindros encargados de generar presión y los responsables de la tensión en la prensa. Cilindros hidráulicos de 430 toneladas de fuerza por cada módulo de 0.5 metros, para una longitud efectiva de prensa de 4 metros. Es decir, la prensa consta de una fuerza total de 2560 toneladas. Además, también se eligió toda la hidráulica del circuito correspondiente al cilindro.

Después, el diseño 3D y análisis estructural de tensiones (cálculo de elementos finitos), con el uso de Catia V5 6R y Ansys, respectivamente. Se diseñó la estructura interna (los ocho módulos con la base superior, base inferior, pilares de sustentación, patín o base de la prensa, cilindros, y sistema de elevación del molde o bobina, con la mesa inferior y el tope superior) y la estructura externa (estructura de soporte de los raíles, raíles,

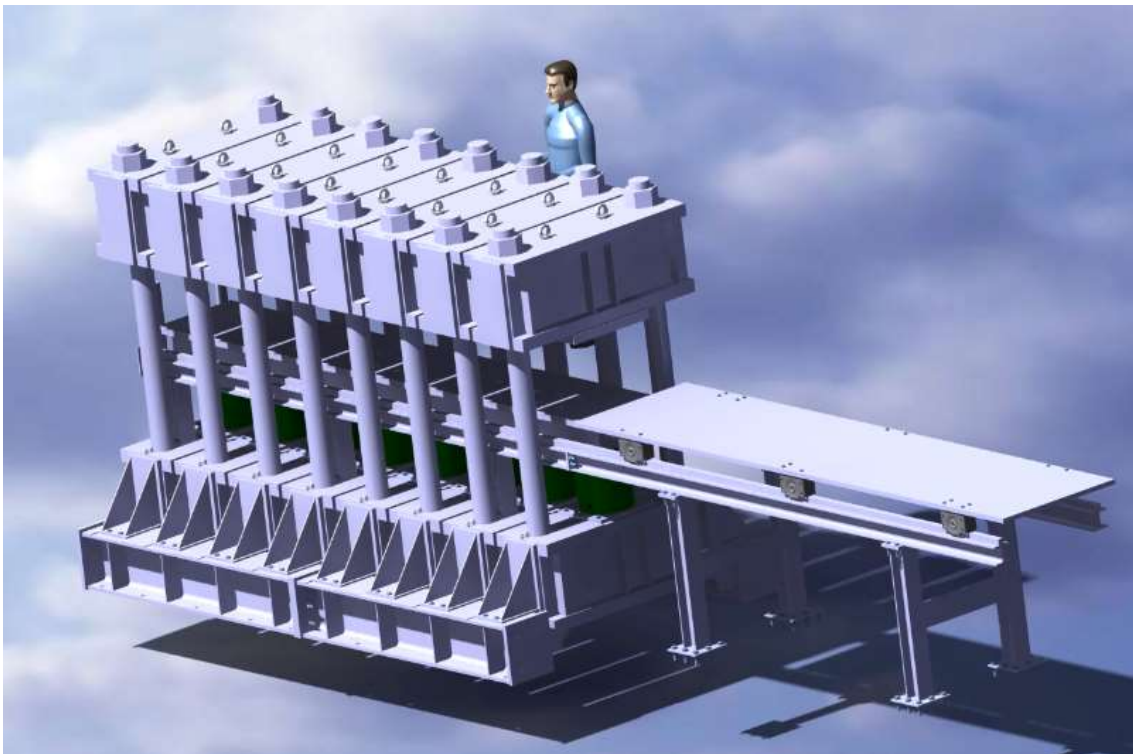
quitamiedos, camilla y ruedas). Además, también se analizaron las tensiones y límites de rotura en las soldaduras del diseño.

Por otro lado, también se estudió el pandeo del elemento de la prensa que, a priori, soportará la mayor presión: el patín o la base de la misma. Nuevamente, Ansys es el software elegido.

Por último, el diseño de todos los planos de la prensa y la redacción de todos los documentos que se consideraron oportunos, incluyendo un estudio económico y un estudio de impacto medioambiental, considerando las emisiones de CO2 durante el proceso de diseño, fabricación y montaje.

Como conclusión personal, ha sido todo un reto la realización de este proyecto, tanto por la dificultad del mismo como por cuándo ha sido realizado en sí. El diseño lo hice estando en tercero del grado, trabajando por la mañana y con clases por la tarde en ICAI. He dedicado todo el cuarto curso a la redacción de los documentos y los estudios económicos y de impacto medioambiental. Es una satisfacción plena y un orgullo el haberlo finalizado.

A continuación se puede ver un recorte del diseño 3D en Catia de la prensa y posteriormente, la fotografía de la prensa una vez fabricada y montada siguiendo fielmente el diseño 3D.





Design of a polymerization press for superconductor spoils

Author: Navarro Garre, Alberto

Directors: Lucas Torralba, Julio

Collaborating Entity: ICAI - Universidad Pontificia Comillas, Elytt Energy S.L.

The aim of this project is the design of a polymerization press and its subsequent manufacturing and assembly, for superconductor spoils. These spoils will be used for the LHC (Large Hadron Collider, CERN), the biggest and most powerful particles accelerator and collider in the world. The design consists of 8 cylinders of 430 tones of

First of all, the study of the previous solutions adopted by the CERN, which were different depending on the type of spoil: NbTi spoils or Nb₃Sn spoils. NbTi is the spoil for this case study.

Usually, the polymerization press for this spoils is composed of a base in which the mandrel of the spoil is placed, and an upper base that works as a top for the polymerization mold. A set of hydraulic cylinders moves the spoil or the mold until it hits against the top part of the press. Then, it is made in the mold the volume needed for the spoil to polymerize. The insulation of the spoil must be polymerized when the spoil is in its final shape.

After the compaction phase, in which there are being applied forces of around 100 MPa, the temperature of the spoil and the mold is raised to 180°C, and stays at that level for some hours. Later, when this process is over, the spoil has its final dimension and its mechanically robust.

After the study of other solutions and the design of some sketches, the cylinders in charge of pressing and responsible for all the stresses in the press were chosen. Hydraulic cylinders of 430 tones force for each module of 0.5 meters, for an effective length of 4 meters, which makes a total power of 2560 tones force in the whole press. Moreover, all the hydraulic circuit in charge of operate the cylinder was selected too.

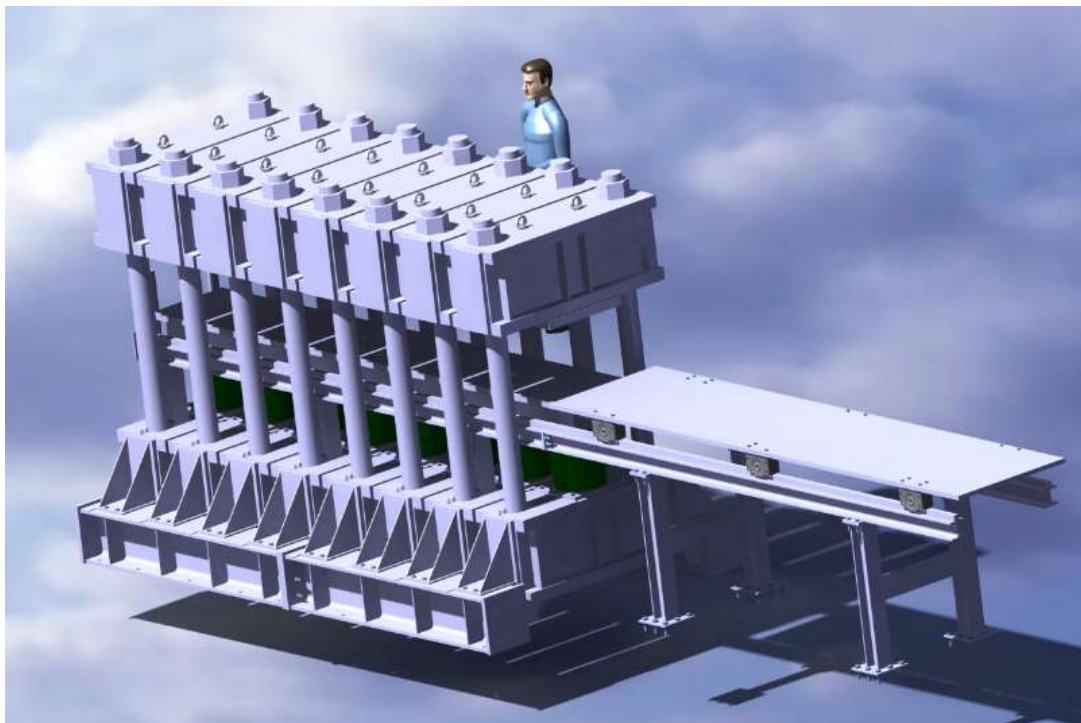
Then, the 3D design and the structural analysis of stress (finite elements calculus), using both Catia V5 6R and Ansys, respectively. Both the internal structure (the 8 modules with the upper base, the lower base, the supporting columns, the press base, the cylinders and the elevation system, including the lower mold interface and the upper mold interface) and external structure (structure for the rails, the rails, the protections, the conveyor and the wheels) were designed. Furthermore, the stresses and the ultimate strength of the welds were analyzed too.

On the other hand, the bending of the most critical element of the press was also analyzed: the press base. One more time, Ansys was our software to analyze this.

Last but certainly not least, the design of all the drawings of the press and the writing of all the needed documents, including an economic study and an environmental impact study, considering the CO2 emissions during the design, manufacturing and assembly process.

As a personal conclusion, the design of this project has been a great challenge, because of both the difficulty of it and when it has been executed. I did the design when I was in my third year of the degree, working on it in the morning and going to classes at ICAI in the afternoon. I have spent the whole fourth year writing the needed documents and doing the economic and environmental studies. It is a great satisfaction and a great pride to finish the project.

Now, a screenshot of the 3D design with Catia of the press and, after that, a picture of the manufactured and assembled press, faithfully reproducing the 3D design.





ESTE PROYECTO CONTIENE LOS SIGUIENTES DOCUMENTOS

DOCUMENTO N°1, MEMORIA

- 1.1 Memoria pág. 4 a 31 páginas
- 1.2 Cálculos pág. 32 a 47 páginas
- 1.3 Impacto Medioambiental pág. 48
- 1.4 Anejos pág. 50 a 82 páginas
- 1.5 Referencias pág. 84

DOCUMENTO N°2, PLANOS

- 2.1 Lista de planos pág. 2
- 2.2 Planos pág. 3 a 23 páginas

DOCUMENTO N°3, PLIEGO DE CONDICIONES

- 3.1 Generales y Económicas pág. 2 a 5 páginas
- 3.2 Técnicas y Particulares pág. 6 a 7 páginas

DOCUMENTO N°4, PRESUPUESTO

- 4.1 Sumas parciales pág. 2
- 4.2 Presupuesto General pág. 4

Universidad Pontificia Comillas

Documento 1- Memoria

Diseño de una prensa de polimerización para imanes
superconductores

Alberto Navarro Garre
20-5-2018

Índice

1.1. Memoria	4 - 31
1.1.1. Introducción	4
1.1.2. Antecedentes y estudios previos	5 - 7
1.1.3. Objetivos del proyecto	8
1.1.4. Hipótesis de partida y selección de diseños	8 - 27
1.1.4.1. Elección del cilindro hidráulico	11 - 12
1.1.4.2. Pilares del módulo	13
1.1.4.3. Diseño de un módulo	13 - 15
1.1.4.4. Diseño de la mesa inferior de moldeo	16
1.1.4.5. Diseño de la mesa superior de moldeo	16 -- 17
1.1.4.6. Diseño del patín	17
1.1.4.7. Diseño del circuito hidráulico	17 - 21
1.1.4.7.1. Cilindro hidráulico	18
1.1.4.7.2. Enchufe	18
1.1.4.7.3. Grupo Bomba	19
1.1.4.7.4. Mangueras	19 - 20
1.1.4.7.5. Longitud total de tubos	20 - 21
1.1.4.7.6. Válvulas distribuidoras	21
1.1.4.7.7. Bridas de fijación	21

1.1.4.7.8. Esquema	21
1.1.4.8. Diseño de la estructura de transporte	21 - 24
1.1.4.8.1. Diseño de las ruedas y raíl	22
1.1.4.8.2. Diseño de la estructura externa	23
1.1.4.8.3. Diseño de la estructura interna	23 - 24
1.1.4.8.4. Quitamiedos y guiado axial	24
1.1.4.8.5. Diseño de la camilla	24
1.1.4.9. Diseño de las soldaduras	24 - 26
1.1.4.9.1. Lower Base	25
1.1.4.9.2. Upper Base	25
1.1.4.9.3. External Base	25
1.1.4.9.4. Internal Base	25
1.1.4.9.5. Lower Interface Welded Part	26
1.1.4.9.6. Press Base	26
1.1.4.10. Diseño del cáncamo	26 - 27
1.1.5. Conclusiones y resultados definitivos	27
1.1.6. Croquis explicativos	27 - 28
1.1.7. Ejecución del proyecto y foto original	29 - 30
1.2. Cálculos	32 - 47
1.2.1. Diseño de los pilares	32

1.2.2.	Diseño de 1 módulo	32- 33
1.2.3.	Diseño de las mesas de moldeo	34 - 39
1.2.4.	Diseño del patín/base de la prensa	40 - 42
1.2.5.	Diseño del sistema de transporte	42 - 44
1.2.5.1.	Diseño de las ruedas	43
1.2.5.2.	Diseño de la estructura externa	43 - 44
1.2.5.3.	Diseño de la estructura interna	44
1.2.6.	Diseño de las soldaduras	45 - 47
1.2.6.1.	Soldaduras Lower Base	45 - 46
1.2.6.2.	Soldaduras Upper Bases	46
1.2.6.3.	Resto de soldaduras	47
1.2.7.	Diseño del cáncamo	47
1.3.	Impacto Medioambiental	48
1.4.	Anejos	50 - 82
1.5.	Referencias	84

1.1. Memoria

1.1.1. Introducción

Elytt Energy S.L. gana el proyecto para fabricar el prototipo de un imán superconductor para LHC (Large Hadron Collider, CERN), el acelerador y colisionador de partículas más grande y potente existente en el mundo. Consta de un anillo de 27 km de imanes superconductores.

En vistas a también ganar la oferta de la serie de los imanes superconductores, es necesario un equipo y maquinaria que no son estándar ni comerciales. Hay que diseñar, desarrollar y fabricar un utillaje que va a ser esencial para la fabricación del imán.

Será, en consecuencia, necesario diseñar y fabricar internamente en Elytt Energy lo siguiente:

- El molde en el que se polimerizará el imán a altas temperaturas.
- La prensa encargada de someter este mismo molde a altas presiones para compactar la bobina.

Por tanto, el cliente de la prensa de polimerización somos nosotros mismos, Elytt Energy, que será usada en consecuencia para otros proyectos y ofertas, en principio los imanes superconductores para HLC.

1.1.2. Antecedentes y estudios previos

Vamos a analizar la solución por la que ha optado el CERN hasta ahora para la polimerización de superconductores.

Pero primero, hay que distinguir entre los imanes con los que podemos trabajar: NbTi o Nb₃Sn.

- Imanes de NbTi

En los imanes de NbTi, la fase de polimerización se emplea para activar el pegamento colocado en la capa exterior de aislamiento de manera que se adhieran las espiras y los diferentes componentes de la bobina. Este pegado se realiza en un molde que se cierra a la geometría final de la bobina. En la Imagen 1 se puede observar el proceso que se llevará a cabo con la prensa de polimerización.

La solución de usar una capa adhesiva de aislamiento para pegar la bobina no es universal en NbTi tampoco. Sí es la que se ha empleado para casi todos los imanes del LHC, para que el aislamiento sea transparente al He líquido.

Generalmente, la prensa de polimerización está formada por una base sobre la que se coloca el mandrino de la bobina y una parte superior que hace de tope para el molde de polimerización. Un grupo de cilindros hidráulicos desplaza la

bobina, o el molde sobre el que se adaptará la bobina, hasta que este hace tope contra la parte superior y se forma en el molde justo el volumen al cual la bobina debe polimerizarse. El aislamiento de la bobina debe polimerizarse cuando la bobina está en su forma final



Imagen 1. Prensa de polimerización del CERN

Tras la fase de compactación, en la cual se están aplicando presiones de unos 100 MPa, se eleva la temperatura de la bobina y el molde hasta unos 180°C, y permanece a esa temperatura durante varias horas. Tras ese proceso, la bobina tiene su dimensión final y es mecánicamente robusta.

- Imanes de Nb₃Sn

El Nb₃Sn en su forma final es muy frágil, por lo que el bobinado suele realizarse con un precursor que tras un tratamiento térmico se convierte en el material superconductor final. La temperatura de ese tratamiento es superior a la que los aislantes orgánicos pueden soportar, por lo que no se emplea aislamiento adhesivo para su fabricación.

En los imanes de Nb₃Sn, la bobina, que ya está aislada con fibra de vidrio pura, se impregna con una resina adecuada para la operación criogénica y los niveles de radiación que la bobina debe soportar a lo largo de su vida.

Los sistemas de impregnación pueden ser bastante complicados debido al nivel de calidad de la impregnación deseado y a la gran dimensión que a menudo tiene la bobina.

1.1.3. Objetivos del proyecto

Los objetivos que se persiguen con este proyecto son los siguientes:

- Ganar la oferta de la serie imanes superconductores para el LHC (CERN).
Como ya se ha explicado, la oferta del prototipo ya había sido aceptada.
Es necesario tener el utillaje necesario (prensa y molde) para poder entrar a la oferta de la serie y ganarla.
- Tener consecuentemente el utillaje necesario para fabricar los imanes superconductores cuando se gane la oferta.
- Como causa directa de ganar la oferta, conseguir que Elytt Energy entre en el sector de diseño y fabricación de imanes superconductores.

1.1.4. Hipótesis de partida y selección de diseños

La prensa consta de 8 módulos iguales accionados por 8 cilindros hidráulicos idénticos. El diseño que se va a llevar a cabo del prototipo es válido para modular de 4 en 4 módulos. Por ello, se hacen los cálculos y el diseño para 4 módulos, 2 metros de longitud total.

Según las especificaciones, se requieren unas 2000 toneladas de fuerza por cada 2 m de prensa. Se diseña, según este criterio, a 500 toneladas de fuerza por cada 0.5 metros de prensa (1módulo); es decir, 1 cilindro hidráulico de unos 500 t por cada módulo.

Siguiendo nuevamente las especificaciones, se necesita también un sistema de transporte con raíles y una camilla que sujete el molde, externo a la prensa, de otros 4 metros de longitud. Además, el sistema de transporte debe llevar el molde desde dicho exterior al interior de la prensa, donde se realizará lógicamente el moldeo.

Además, a excepción de productos comerciales y componentes hidráulicos comprados de catálogo, el material a usar en todas las vigas, perfiles, columnas, etc, será acero S275. Por ello, todos nuestros cálculos para dimensionar se harán usando la tensión de Von Mises (180 MPa en este caso).

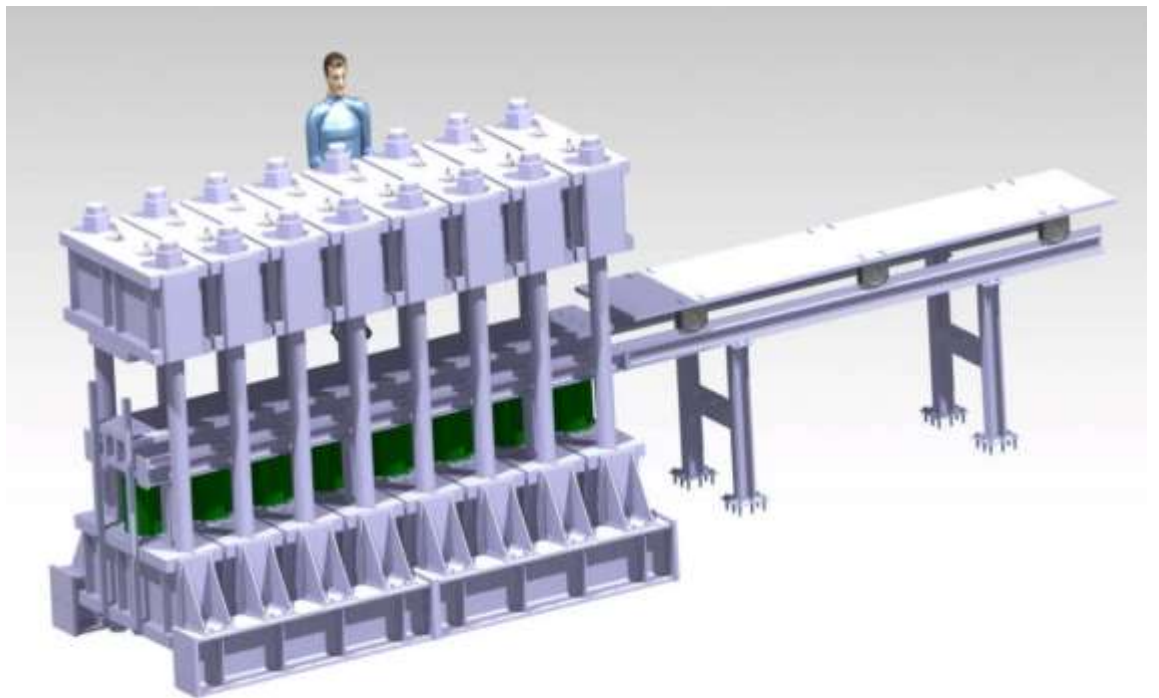
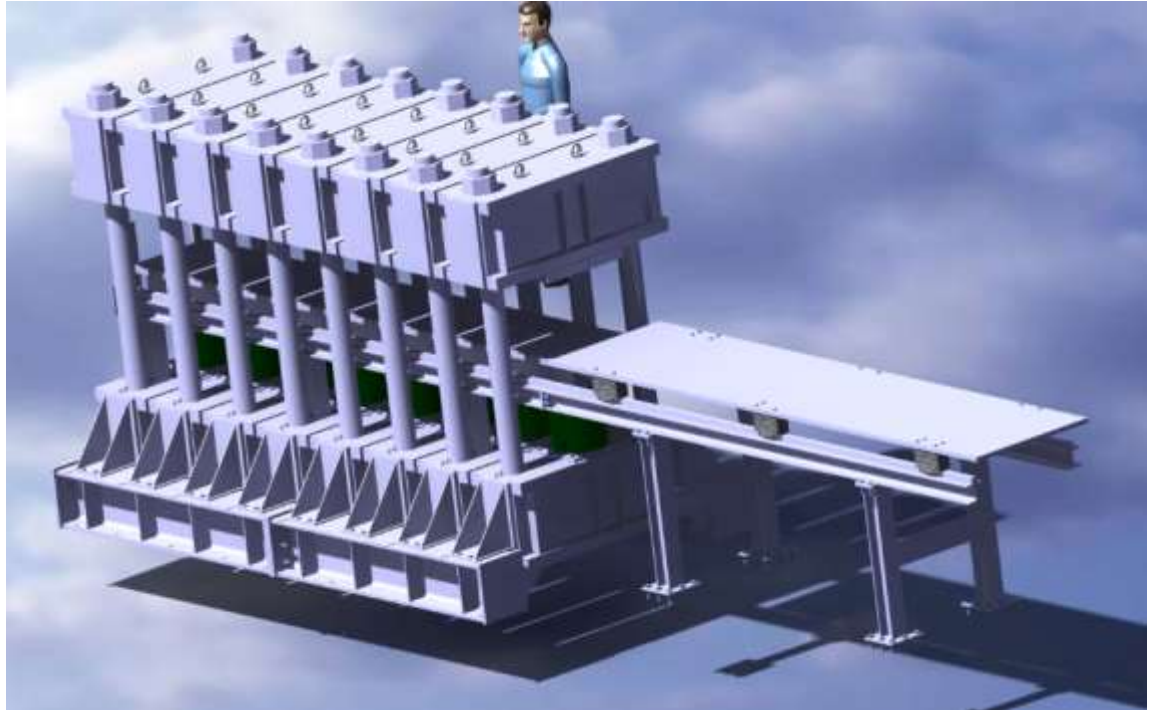


Imagen 2: Vistas Isométricas del modelo 3D de la prensa de polimerización

1.1.4.1. Elección del cilindro hidráulico (Catálogo I: 1.5.1.1.)

Una de las elecciones críticas del proyecto es determinar el cilindro hidráulico de la prensa, pues son los encargados de realizar la fuerza necesaria para el moldeo.

Como ya se ha dicho (redondeando) se necesitaban unas 500 toneladas de fuerza en cada cilindro, en cada módulo.

Se busca, además, un cilindro de simple efecto con retorno con carga, pues el material superconductor que se va a moldear presenta un peso sobradamente suficiente como para provocar el retorno de los cilindros.

Se requiere también de agujeros roscados en la base del cilindro, que serán usados para fijar éste a los módulos de la prensa.

Siguiendo todas estas especificaciones, este es el cilindro hidráulico elegido:

Cilindro de Simple Efecto de 430 toneladas y 150 mm de carrera.

Retorno por carga.

Agujeros roscados en la base para su fijación.

Especificación: SPR43015. (Ver Catálogo I)

Accesorios:

- Enchufe 3/8" - 18 npt incluido.
- Cabeza basculante modelo az0408 n= + 67mm extra al cilindro

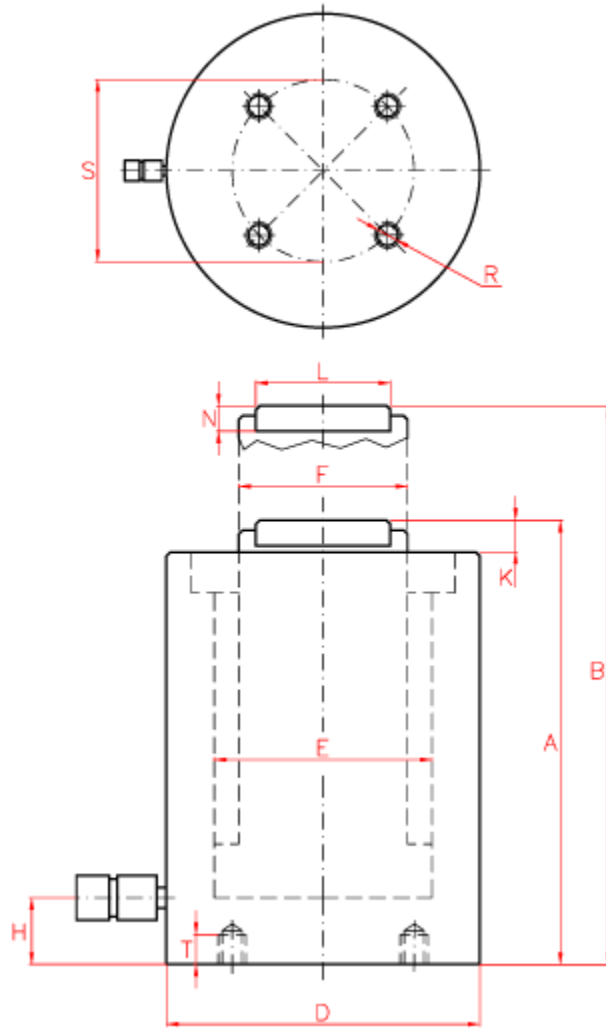


Imagen 3: Croquis del cilindro hidráulico

1.1.4.2. Pilares del módulo

Lo siguiente que se diseña es lo que va a sustentar la prensa, los pilares. Cada módulo de 0.5 m consta de 1 pilar a cada lado, es decir, 2 pilares por módulo de prensa.

Según las especificaciones, cada módulo soporta una fuerza de 500 toneladas, que serán repartidas entre cada pilar. Por tanto, 250 toneladas soportadas por cada pilar de la prensa.

Los cálculos, desarrollados en el apartado correspondiente, son muy simples.

Se obtiene que el diámetro de los pilares comerciales a comprar es de 130mm.

1.1.4.3. Diseño de 1 módulo

El módulo consta de una base superior y una base inferior, que se intentará hacer lo más simétrico posible para facilitar el diseño y la fabricación.

Estas dos bases irán montadas a través de los pilares ya diseñados. Además, en la base inferior estarán montados los cilindros hidráulicos, que impulsarán la mesa inferior de moldeo. La base superior hará de sujeción para la mesa superior de moldeo, y también dispondrá del cáncamo necesario para el montaje de la prensa.

Usar perfiles normalizados para soportar las fuerzas de cada módulo requeriría de un espacio del que no se dispone. Por ello, se piensa como posible solución una chapa como alma, soldada a dos chapones de mayor grosor que harán las funciones de alas. Se dispondrá también de costillas soldadas, así como una chapa soldada en cada extremo de la base superior e inferior del módulo.

En las chapas a los extremos de la base inferior, se soldarán en cada una dos costillas triangulares, soldadas a su vez a otra chapa, que irá atornillada al patín (la base de la prensa), haciendo las funciones de embrizado.

Se diseña con criterio en 3D el módulo, se divide en un octante y se analiza calculando con elementos finitos en Ansys.



Imagen 4. Diseño 3D del diseño de 1 módulo de la prensa

Los resultados de la simulación se dan correspondientemente en el apartado de cálculos.

1.1.4.4. Diseño de las mesa inferior de moldeo

La mesa de moldeo inferior, impulsada por los cilindros hidráulicos, es la encargada de soportar y presionar el molde, que hará la función de polimerizar el material superconductor.

Según los cálculos documentados más adelante, se piensa como primer posible diseño dos perfiles HEB 450 [1]¹ soldados a dos chapas en sendos extremos.

Tras varias iteraciones y simulaciones con Ansys, también documentadas en los cálculos, se decide como diseño definitivo el siguiente:

Dos chapas de 0.150m de altura y 0.050m de grosor haciendo las funciones de almas de HEB450, soldadas a dos chapas de 0.040m de grosor, 0.6m de ancho y 4 m de longitud; soldados en ambos extremos a las almas. Además, consta de costillas en el lado exterior de ambas almas, de 0.080m de altura, 0.020m de grosor y 0.110m de ancho, alineadas con cada cilindro.

1.1.4.5. Diseño de la mesa superior de moldeo

Es la que hará de tope cuando la mesa inferior impulse, con la fuerza de los cilindros, el molde hacia arriba.

¹ Todos los perfiles estructurales se obtienen de la referencia [1]

Se diseña un chapón de 4m de longitud, que irá atornillado en cada una de las bases superiores de cada módulo.

1.1.4.6. Diseño del patín (soporte de la prensa)

El patín de la prensa es un diseño crítico pues será el encargado de soportar todo el peso de la prensa hidráulica.

Se diseña como patín un perfil normalizado HEB 360, a ambos lados de la prensa, enterrado en el suelo y relleno de epoxy hasta la mitad del alma, para dar más consistencia, equilibrio y estabilidad a la prensa.

Todos los módulos irán atornillados al patín.

Se simulará y se asegurará que el alma del patín soporta el pandeo, con Ansys.

1.1.4.7. Diseño del circuito hidráulico

El objetivo es trabajar a presiones de 700bar, con accionamiento manual para cada cilindro (un total de 8). El accionamiento manual es necesario por si en alguna aplicación solo se quisiera introducir 1 metro de material, 2 metros, etc. (diseño modular).

Los cilindros son de simple efecto por retorno por el propio peso. En caso de no ser suficiente este peso, se usará un cilindro de 10 toneladas que haga la fuerza a favor del retorno.

El tubo de distribución será preferiblemente fijo, de acero inoxidable.

Todos los catálogos están adjuntos en el apartado correspondiente al 1.5.1.

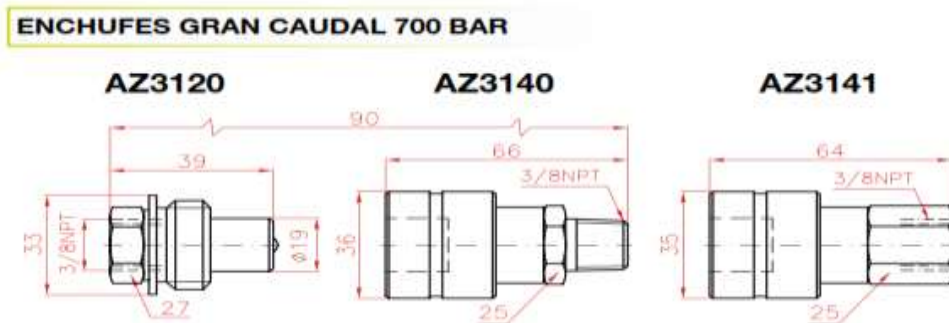
Anejos: Catálogos.

1.1.4.7.1. Cilindro hidráulico

Especificaciones ya indicadas previamente.

1.1.4.7.2. Enchufe

Enchufe 3/8" - 18 npt incluido.



Caudal l/min	Enchufe	Modelo LARZEP	Rosca	Presión bar
40	Macho	AZ3120	Hembra 3/8"NPT	700
	Hembra	AZ3140	Macho 3/8"NPT	700
	Hembra	AZ3141	Hembra 3/8"NPT	700
7	Macho	AZ3220	Hembra 3/8"NPT	700
	Hembra	AZ3240	Macho 3/8"NPT	700
6	Macho	AZ3321	Macho 3/8"NPT	1.000
	Macho	AZ3325	Hembra 3/8"NPT	1.000
	Hembra	AZ3341	Hembra 3/8"NPT	1.000
	Hembra	AZ3345	Macho 3/8"NPT	1.000
6	Macho	AZ3322	Macho 1/4" BSP*	1.500
	Macho	AZ3324	Hembra 1/4" BSP*	1.500
	Hembra	AZ3344	Hembra 1/4" BSP*	1.500

* Cono 120°

Tabla 1. Modelos de enchufe, caudal, rosca y presión de Larzep.

1.1.4.7.3. Grupo bomba

HBE bombas electro-hidráulicas (electroválvula) → Se elige la HBM 6724

Dispone de una válvula de seguridad interna tarada a 700bar, de una botonera con 3 metros de cable, con botones de subida, bajada y emergencia.

Accesorios del grupo: cuadro protector, enfriador de aceite, manómetro digital, juego de ruedas y pedal.

Se diseña para corriente trifásica de 50Hz.

50-60 Hz Trifásico								
Depósito	Caudal a 700 bar	Caudal a 70 bar	230 V		400V/415V		Potencia	Peso
l	l/min	l/min	S/E	D/E	S/E	D/E	kW	kg
2,5	0,36	0,36	HBM1122	HBM1142	HBM1124	HBM1144	0,56	16
5	0,36	4,00	HBM7222	HBM7242	HBM7224	HBM7244	0,75	21
8,5	0,54	5,90	HBM3322	HBM3342	HBM3324	HBM3344	1,10	30
12,5	0,54	5,90	HBM3422	HBM3442	HBM3424	HBM3444	1,10	38
12,5	0,82	8,64	HBM4422	HBM4442	HBM4424	HBM4444	1,10	40
25	1,64	14,00	HBM5522	HBM5542	HBM5524	HBM5544	2,20	78
25	3,28	11,77	HBM6522	HBM6542	HBM6524	HBM6544	5,50	90
50	1,64	14,00	HBM5622	HBM5642	HBM5624	HBM5644	2,20	130
50	3,28	11,77	HBM6622	HBM6642	HBM6624	HBM6644	5,50	160
100	3,28	11,77	HBM6722	HBM6742	HBM6724	HBM6744	5,50	240

Tabla 2. Modelos de grupo bomba. Depósito, caudales, voltajes, potencia y peso de Larzep.

1.1.4.7.4. Mangueras

La manguera que casa con nuestro grupo, nuestros enchufes y las presiones a las que se va a trabajar es la 3/8" - npt 700bar.

Ventajas LARZEP

- Factor de seguridad 4:1.
- Amplia gama de mangueras. Disponibles en cualquier longitud.
- Protección de goma en ambos extremos.
- Rosca macho 3/8"-NPT en ambos extremos. Pueden suministrarse con enchufes en uno o ambos extremos.
- Diámetro interno 6.4 mm; Capacidad de aceite: 35 cm por metro.
- Diámetro interno 9.5 mm; Capacidad de aceite: 75 cm por metro.
- Disponible manguera doble para llaves dinamométricas. Modelo AR.
- También disponibles mangueras para una presión de trabajo de hasta 1.100, 1.800 y 2.800 bar.

MAXIMA PRESION DE TRABAJO 700 BAR

ø Int. mm	Extremo		Presión bar	Longitud						
	1	2		0,8 m	1,5 m	2 m	3 m	4 m	6 m	10 m
6,4	3/8"-NPT	3/8"-NPT	720	AP2008	AP2015	AP2020	AP2030	AP2040	AP2060	AP2100
6,4	3/8"-NPT	AZ3120	720	AP2008G	AP2015G	AP2020G	AP2030G	AP2040G	AP2060G	AP2100G
6,4	AZ3120	AZ3120	720	AP2008G2	AP2015G2	AP2020G2	AP2030G2	AP2040G2	AP2060G2	AP2100G2
9,5	3/8"-NPT	3/8"-NPT	700	AP4008	AP4015	AP4020	AP4030	AP4040	AP4060	AP4100
9,5	3/8"-NPT	AZ3120	700	AP4008G	AP4015G	AP4020G	AP4030G	AP4040G	AP4060G	AP4100G
9,5	AZ3120	AZ3120	700	AP4008G2	AP4015G2	AP4020G2	AP4030G2	AP4040G2	AP4060G2	AP4100G2

Tabla 3. Modelos de manguera. Ventajas, diámetros, presión y longitudes.

1.1.4.7.5. Longitud total de tubos

$$\text{Longitud total} = L \text{ manguera principal} * 2 + 8 * L \text{ manguera secundaria}$$

Según las longitudes comerciales de catálogo:

Longitud manguera principal = 2 m AP4020

Longitud manguera secundaria = 1.5m AP4015

Longitud total = 16m

1.1.4.7.6. Válvulas distribuidoras

Se dispondrá de válvulas distribuidoras de caudal desde la manguera principal a la manguera secundaria. Modelo de la válvula: AZ5124, fijación mediante bridas.

1.1.4.7.7. Bridas de fijación

Teniendo en cuenta que el diámetro exterior de la manguera es de 18mm, las bridas dimensionadas para sujetar los tubos son las siguientes:

Abrazadera bicromatada isofónica M6 Wurth Artículo N° 0545 500 18

1.1.4.7.8. Esquema

Manguera principal → 2 válvulas reguladoras de caudal de 4 salidas con 700bar → 4 y 4 mangueras a los cilindros → 8 cilindros hidráulicos

1.1.4.8. Diseño de la estructura de transporte

La estructura de transporte estará subdividida en estructura interna, integrada en la propia prensa, y estructura externa a la prensa. Dispondrá de una camilla con ruedas encargada de transportar el molde, que rodará por unos raíles fijos tanto a la estructura externa como interna.

La primera tarea será el diseño de las ruedas, capaces de soportar el peso del molde y el material superconductor, sin que descarrile o rompa. Las ruedas determinarán el raíl a utilizar, y posteriormente se diseñará la estructura que sustentará todo el sistema de transporte, así como la propia camilla.

1.1.4.8.1. Diseño de las ruedas y el raíl

Se requieren de unas ruedas que, además de ser capaces de soportar todo el peso que se va a transportar, puedan funcionar en ambas direcciones, para poder transportar la camilla hacia adelante y hacia atrás.

Las ruedas que se han elegido son las RS - 125 DEMAG (Catálogo III: 15.1.3.). El raíl elegido acorde al diseño de estas ruedas es un perfil macizo cuadrado de 40x40. Las ruedas tienen un espacio efectivo para raíl de 47 mm. Por tanto, tendremos un juego de 3.5mm en cada lado del raíl, perfecto para evitar fricciones y problemas a la hora de desplazar la camilla.

Los raíles se comprarán de dimensiones comerciales de 4m que se unirán mediante bridas. Además, irán soldados al perfil HEB120 paralelo al suelo que los sostiene.

Los cálculos que justifican la elección de estas ruedas están justificados en el apartado correspondiente de Cálculos.

1.1.4.8.2. Diseño de la estructura externa

La estructura externa consta de dos módulos diseñados tal que:

Dos perfiles HEB120 verticales, de 990mm de altura, soldados a sendas chapas de 10mm de espesor. La chapa inferior atornillada al suelo con espárragos, la chapa superior embridada a otra chapa, a su vez soldada al perfil HEB120 horizontal que sostiene el raíl.

Un tercer perfil HEB120 en horizontal, de 660mm de longitud, paralelo al suelo, soldado a ambos perfiles verticales, para darle solidez a la estructura y evitar cualquier tipo de desequilibrio.

1.1.4.8.3. Diseño de la estructura interna

Se usan perfiles HEB 120 de 397 mm de altura en vertical (para, sumado a la altura de la base del módulo, tener una altura correspondiente a la estructura externa) para sostener el raíl. La parte inferior del perfil irá soldado a una chapa de 10 mm de espesor, esta a su vez atornillada al chapón de 80mm de la base inferior de cada módulo. La parte superior de cada perfil irá soldada directamente a otro perfil HEB 120 paralelo al suelo, que hará de sustentación del raíl. Usaremos 6 perfiles para sostener un total de 8 módulos (3 a cada lado de la mesa de moldeo).

El perfil HEB 120 horizontal, paralelo al suelo, supondrá un total de 8m (4m de estructura externa y 4m de estructura interna) a cada lado de la mesa. Serán perfiles de 4m unidos con embridados.

La estructura interna de transporte constará de unos quitamiedos que servirán como tope para la camilla y de un guiado axial para las mesas de moldeo.

1.1.4.8.3.1. Quitamiedos y guiado axial

Se usa como quitamiedos del raíl una chapa de 160x190 mm y 10mm de espesor.

Se usa como guiado axial de la mesa de moldeo dos perfiles cuadrados de 50x50y 2 mm de espesor (1480mm altura). Van atornillados en la base inferior y base superior de la mesa inferior del último módulo de la prensa. Se usarán tornillos M20.

1.1.4.8.4. Diseño de la camilla

Se diseña una chapa de 4m de largo, 900mm de ancho y 30mm de ancho.

Distancia de 1330mm entre el fin de una rueda y el principio de la siguiente (se dispone de 3 ruedas en cada lado, atornilladas con M12).

1.1.4.9. Diseño de las soldaduras (nombres referidos al nombre original del plano que los contiene)

1.1.4.9.1. Soldaduras Lower Base

Acorde a los planos de la Lower Base (base inferior del módulo), se han elegido soldaduras con un cordón de 7mm en todos los casos, excepto para la soldadura del alma a los chabones superior e inferior (alas), en las que se ha elegido un cordón de 12mm.

1.1.4.9.2. Soldaduras Upper Base

Para la base superior de cada módulo se ha seguido exactamente el mismo criterio de soldadura que en el caso anterior.

1.1.4.9.3. External Base

Para la estructura externa del sistema de transporte, se han usado en todos los casos soldaduras de 7mm de cordón:

- Para unir el perfil horizontal al vertical a ambos lados.
- Para unir los perfiles verticales a las chapas metálicas que harán las funciones de apoyo superior e inferior para embridar.

1.1.4.9.4. Internal Base

Para la estructura interna del sistema de transporte, se usa de nuevo un cordón de soldadura de 7mm:

- Entre los perfiles verticales y el perfil horizontal encargado de soportar el raíl.
- Entre el perfil horizontal y el raíl que soporta.
- Entre el perfil horizontal y las chapas para embridado, tanto al comienzo como al final del mismo.

1.1.4.9.5. Lower Interface Welded Part

La intercara inferior del moldeo consta de tres almas soldadas al ala inferior. El cordón de soldadura para todas las aristas es de 10mm.

1.1.4.9.6. Press Base

La base de la prensa consta de soldaduras de 7mm de cordón:

- Entre el perfil HEB360 y las costillas de refuerzo que contiene.
- Entre el perfil HEB360 y las chapas al principio y al final del mismo, que harán las funciones de embridado (bases modulares de 4 metros cada una, unidas con embridados).

1.1.4.10. Diseño del cáncamo

A priori puede parecer un diseño no importante, pero resulta crucial para poder realizar el montaje de la prensa en fábrica. Un fallo al dimensionar el cáncamo puede resultar en un grave accidente con serias consecuencias.

La mesa superior tiene un peso total de unos 1200 kg. Se escoge un anillo de carga para soldar, VLBS 2.5 (para 2.5 toneladas) (catálogo II: 1.5.1.2.), de ejecución por estribo LBS completo

1.1.5. Conclusiones y resultados definitivos

Se han presentado los diseños finales escogidos para:

- Cada módulo de la prensa: estructura superior y estructura inferior correspondiente.
- Estructura interna y externa de transporte del molde.
- Sistema hidráulico de la prensa.
- Soldaduras.
- Cáncamo.

En el apartado 1.2. Cálculos se explicarán los cálculos realizados para la obtención de estos diseños.

1.1.5.1. Croquis explicativos

Se han adjuntado imágenes de los diferentes modelos 3D Catia siempre que se ha visto como necesario para entender mejor la descripción de los diseños. A continuación, captura de alta calidad del perfil del modelo 3D de la prensa y captura de la fabricación real de la prensa a un importante nivel de montaje.

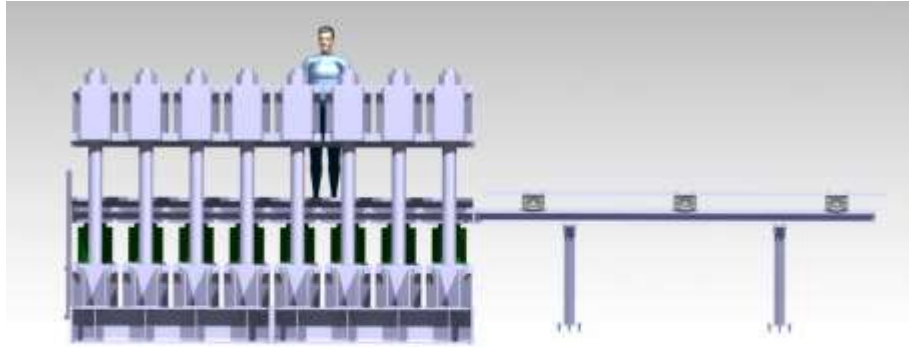


Imagen 5: High Quality Screenshot del perfil del modelo CAD de la prensa



Imagen 6: Captura del proceso de montaje de la prensa

Para más detalles, ver Documento 2 – Planos.

1.1.6. Ejecución del proyecto y foto original del mismo

- Como se desglosa en detalle en el Documento 4: Presupuesto, el valor total del proyecto se estima de unos 100.000€.
- A continuación, se adjuntan dos imágenes de la prensa tras ser montada.



Imagen 7, Vista de la prensa de polimerización y el sistema de transporte.



Imagen 8. Vista de la prensa de polimerización.

1.2. Cálculos

Se exponen los diferentes cálculos y simulaciones realizadas durante el proyecto. Todos los cálculos realizados manualmente bajo el criterio de Tensión de Von Mises, Acero S275 (180 Mpa).

1.2.1. Diseño de los pilares

1 módulo → 500 t → 2 pilares

Cada pilar → 500 t/2

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{\left(\frac{500 \cdot 10^3}{2}\right) 9.81}{\frac{\pi \phi_{pilar}^2}{4}} = 180 \cdot 10^6$$

$$\phi_{pilar} = 131.71 \text{ mm}$$

1.2.2. Diseño de 1 módulo

Como ya se ha expuesto anteriormente, se analiza con Ansys al límite de rotura el diseño de 1 molde de la prensa. Se itera en el diseño con Catia y Ansys hasta llegar a la solución más adecuada.

Para la simulación de Ansys, se secciona 1 octante del modelo 3D de Catia (a la mitad de altura del pilar y $\frac{1}{4}$ de la base del módulo) y por tanto, $\frac{1}{4}$ de la fuerza total del cilindro hidráulico. (430/4 t).

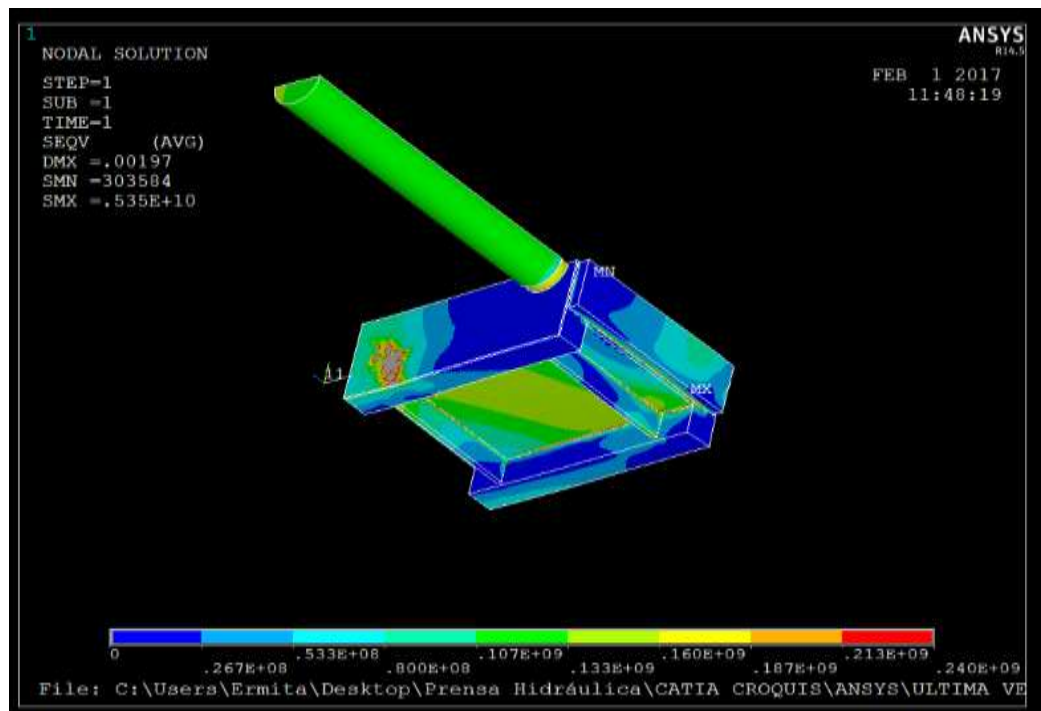
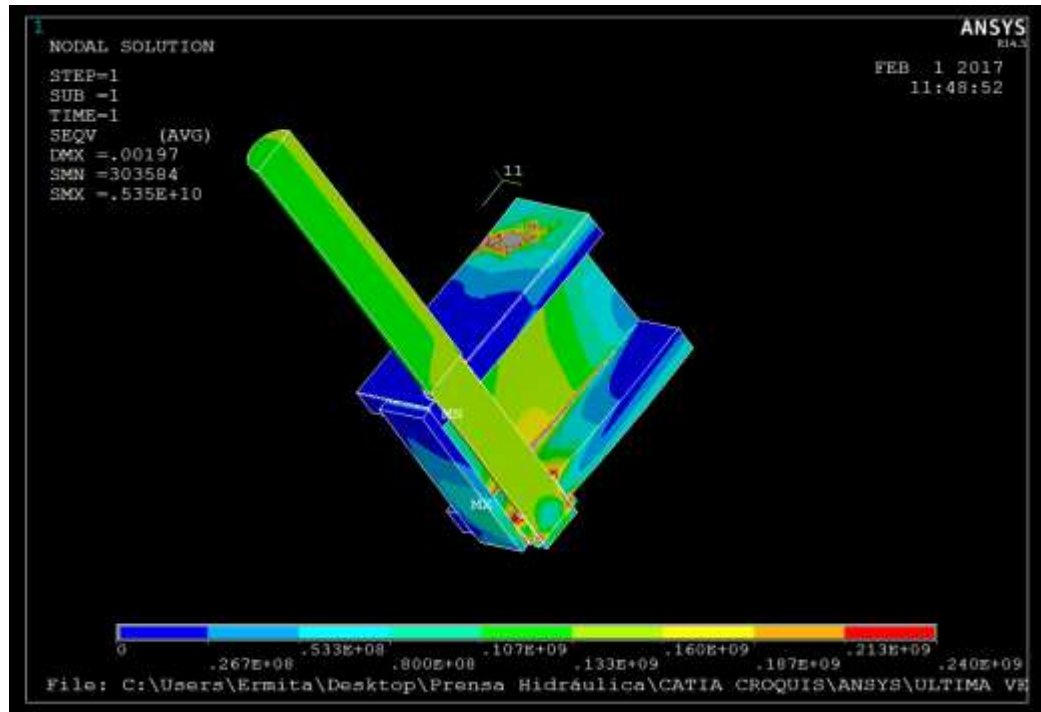


Imagen 9: Simulación con Ansys al límite de rotura de 1 octante de módulo

1.2.3. Diseño de las mesas de moldeo

Se busca la flecha máxima en la estructura, que requiere de $I=136547 \text{ m}^4$, lo que equivaldría a un HEB 550 o, como se decide, dos HEB 450 soldados a costillas de 10mm a ambos lados, alineadas con cada pilar, así como una chapa superior de 60mm de grosor.

A partir de esta decisión, estas son las simulaciones e iteraciones que se siguen para el diseño de las mesas de moldeo:

1º simulación: Solo con costillas en el lado exterior

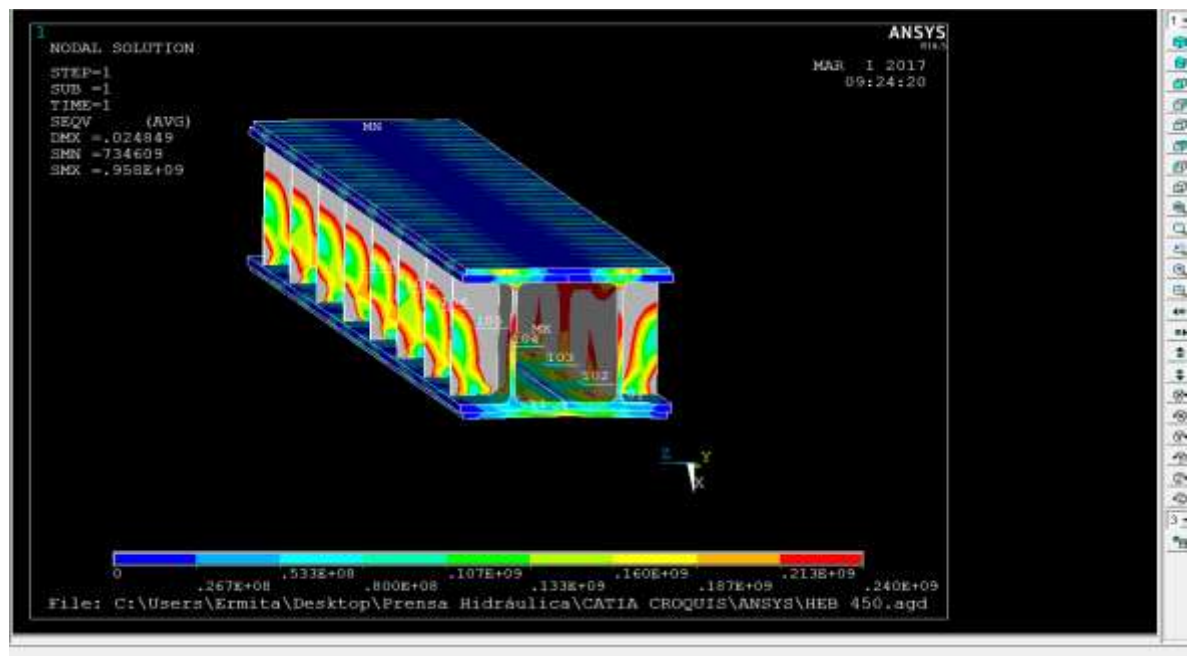


Imagen 10: 1ª simulación del comportamiento de las mesas de moldeo al límite de rotura

Se ha simulado a límite de rotura. Las costillas rompen claramente por las soldaduras de las costillas al alma y las alas. Se prueba una segunda simulación.

2º simulación: Con costillas a ambos lados del perfil. Claramente, mejora mucho el cortante en la costilla externa porque lo absorbe la interna. Se le han añadido 30 mm de espesor al chapón superior que irá apoyado en los cilindros. Aún así, seguiría rompiendo fácilmente por las soldaduras, por lo que se sigue iterando para encontrar un diseño óptimo.

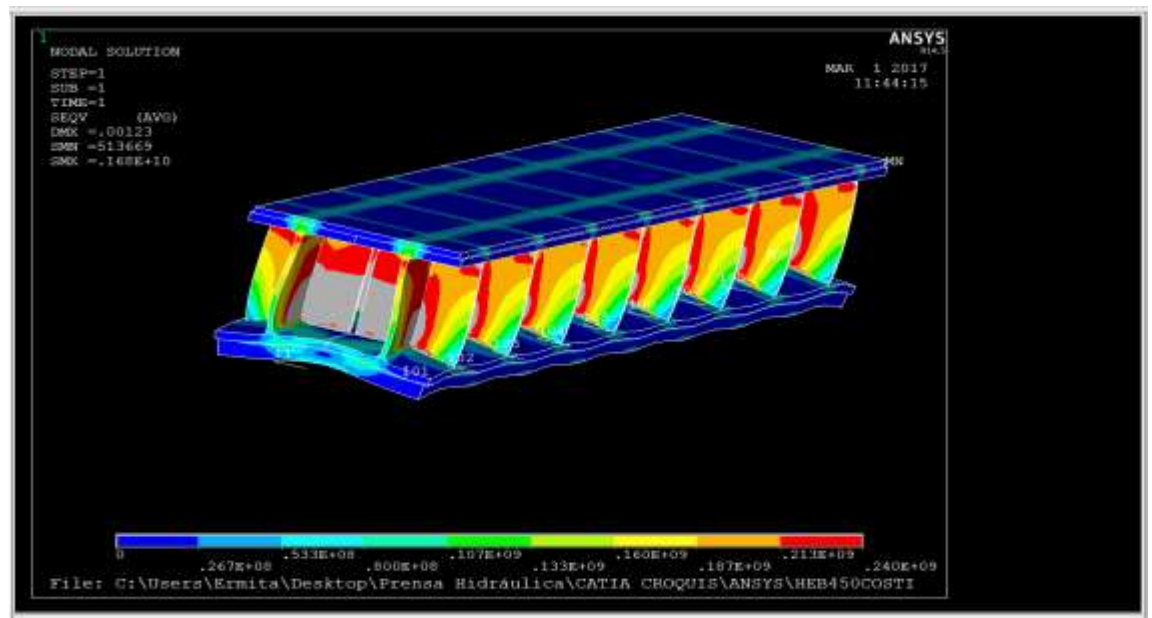


Imagen 11: 2ª simulación del comportamiento de las mesas de moldeo al límite de rotura

3º simulación: añadiendo 10 mm de espesor a todas las costillas, tanto internas como externas.

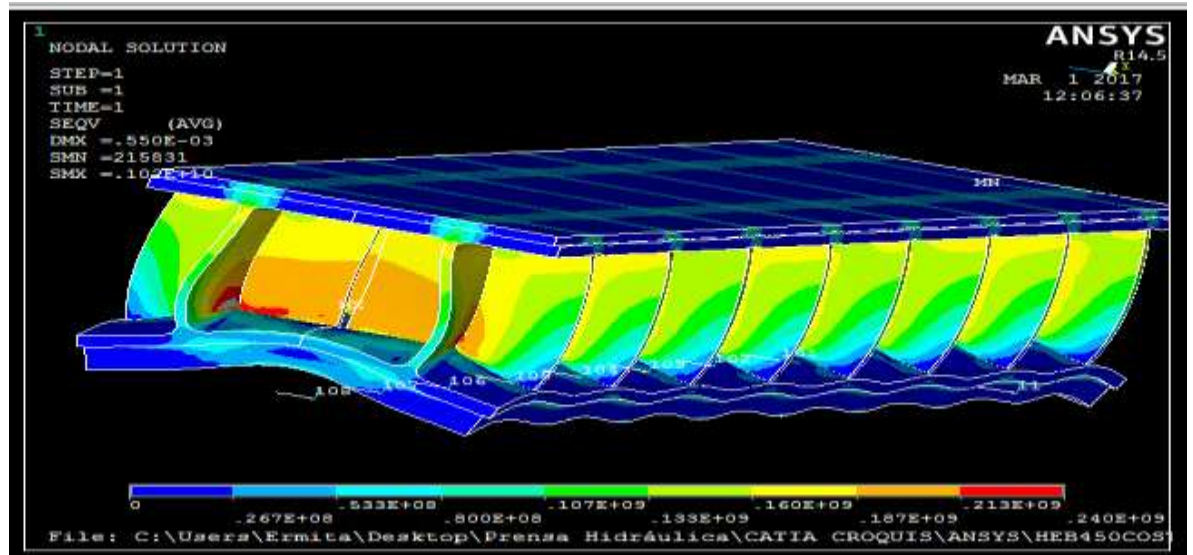


Imagen 12: 3ª simulación del comportamiento de las mesas de moldeo al límite de rotura

A la vista de los resultados, se decide cambiar a una estructura más similar a las bases del módulo, que conste de chapones soldados haciendo de alma y alas, así como las costillas ya diseñadas.

4º simulación

La 4º simulación corresponde a lo ya descrito: estructura de chapones soldados y con costillas, de medidas indicadas adelante:

Longitud mesa=3.970

altura_alma=0.150

eje_alma=0.150

altura_costilla=0.080

grosor_alma=0.050

grosor_chapon=0.040

grosor_costilla=0.020

longitud_alma=longitud

ancho_chapon=0.600

ancho_costilla=0.110

espacio_soldadura=.020

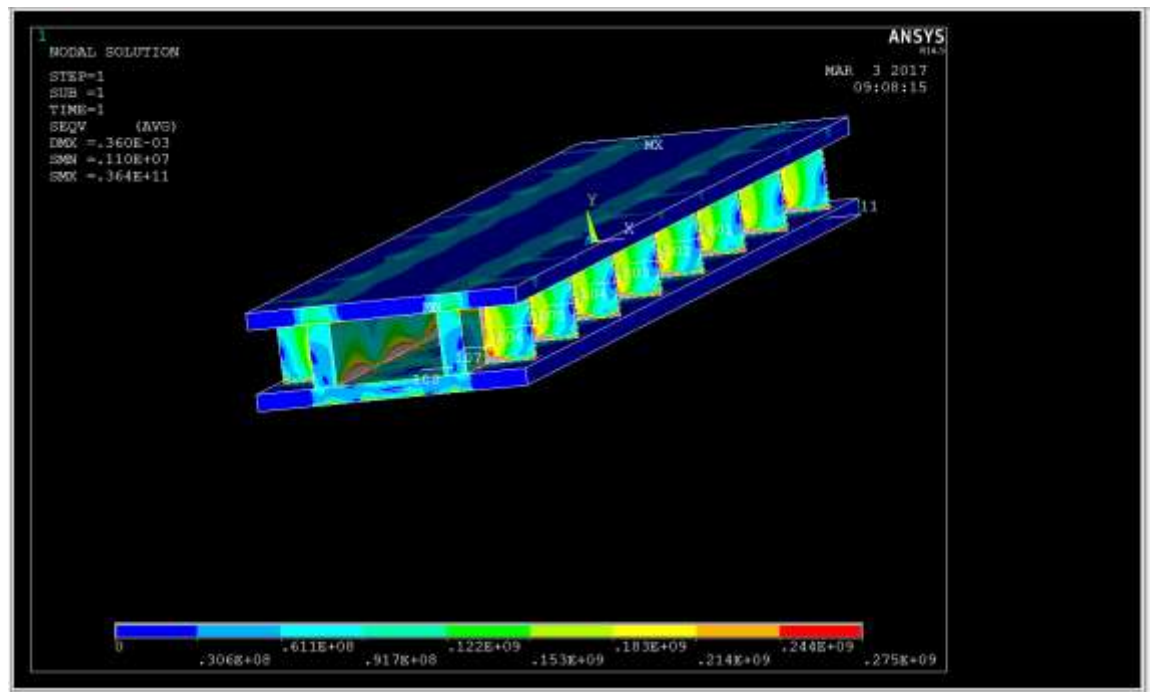


Imagen 13: 4ª simulación del comportamiento de las mesas de moldeo al límite de rotura

5° simulación:

Se hace una nueva simulación con costillas interiores (abajo alineados con el cilindro y arriba colocado en medio de cada par de costillas)

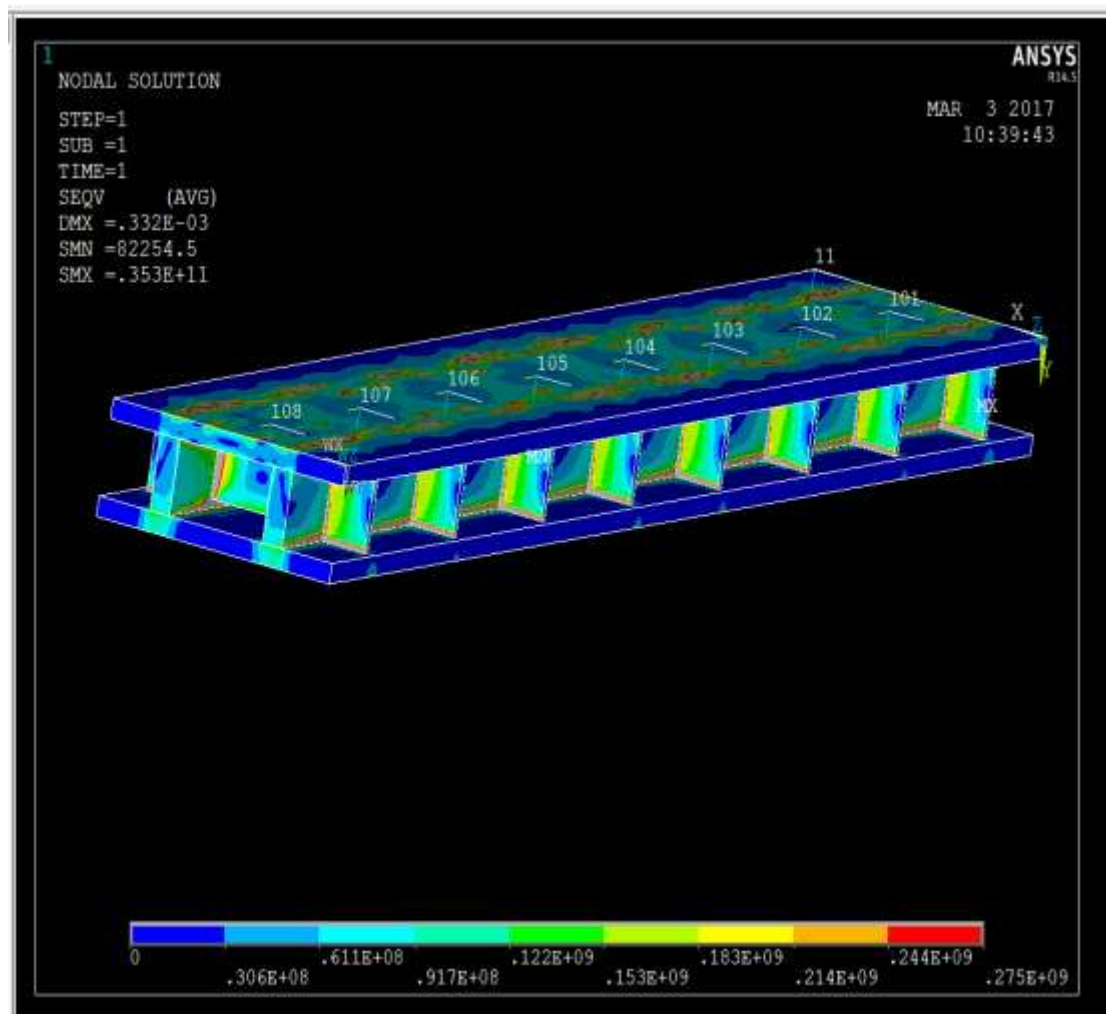


Imagen 14: 5ª simulación del comportamiento de las mesas de moldeo al límite de rotura

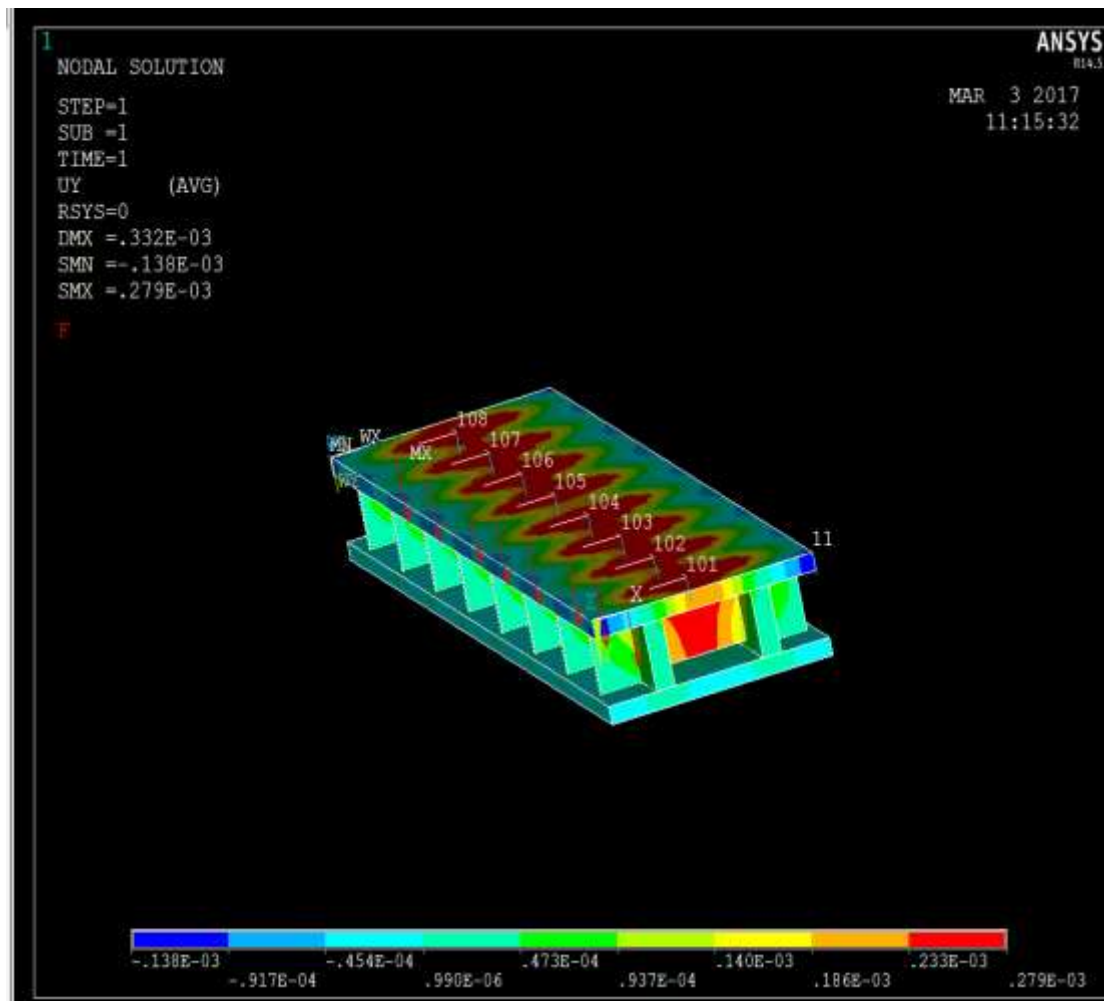


Imagen 15: 6ª simulación del comportamiento de las mesas de moldeo al límite de rotura

Análisis de la flecha en el sentido de la fuerza de los cilindros. Es muy pesimista pues considera la fuerza en el centro del cilindro, cuando realmente está distribuido. Por ello, la flecha máxima será bastante menor de la simulada. La costilla interior en principio no mejora el diseño y no es necesaria. La costilla interior superior sólo es necesaria si la matriz de moldeo no cae sobresaliendo de las almas de los chapones.

1.2.4. Diseño del patín (base de la prensa)

El diseño de la base son dos perfiles, uno a cada lado de la prensa y enterrados en el suelo.

El peso total de la prensa es estimado a 34 toneladas, distribuidos en 17 y 17 toneladas en cada patín, usados para dimensionar tanto el perfil como la simulación del pandeo.

$$Peso\ total = (Peso\ cilindros + Peso\ aceite) + \left(\frac{Peso\ acero}{1\ módulo} * 8 \right) +$$

Peso railes, matriz, mesa..

$$Peso\ cilindros = 219\ kg * 8 = 1'752\ tn$$

$$Volumen\ aceite\ cilindros = 9236\ cm^3$$

$$Peso\ total\ aceite = Volumen * densidad * 8 = V * 920\ kg/m^3 * 8 = 67'97\ kg$$

$$Peso\ acero\ 1\ módulo = 3299'4\ kg = 3'3\ tn$$

$$Peso\ acero\ mesas = 3307'2\ kg$$

$$Peso\ matriz = 1489'8\ kg$$

$$Peso\ railes = 878'6\ kg$$

$$Peso\ ruedas = 6 * 7'5\ kg = 45\ kg$$

$$Peso\ Total = 34\ toneladas$$

El perfil con el momento de inercia adecuado para soportar este peso es el HEB 360. Asumiendo que con este perfil y las costillas no puedo haber rotura a flexión, se simula el efecto del pandeo en Ansys:

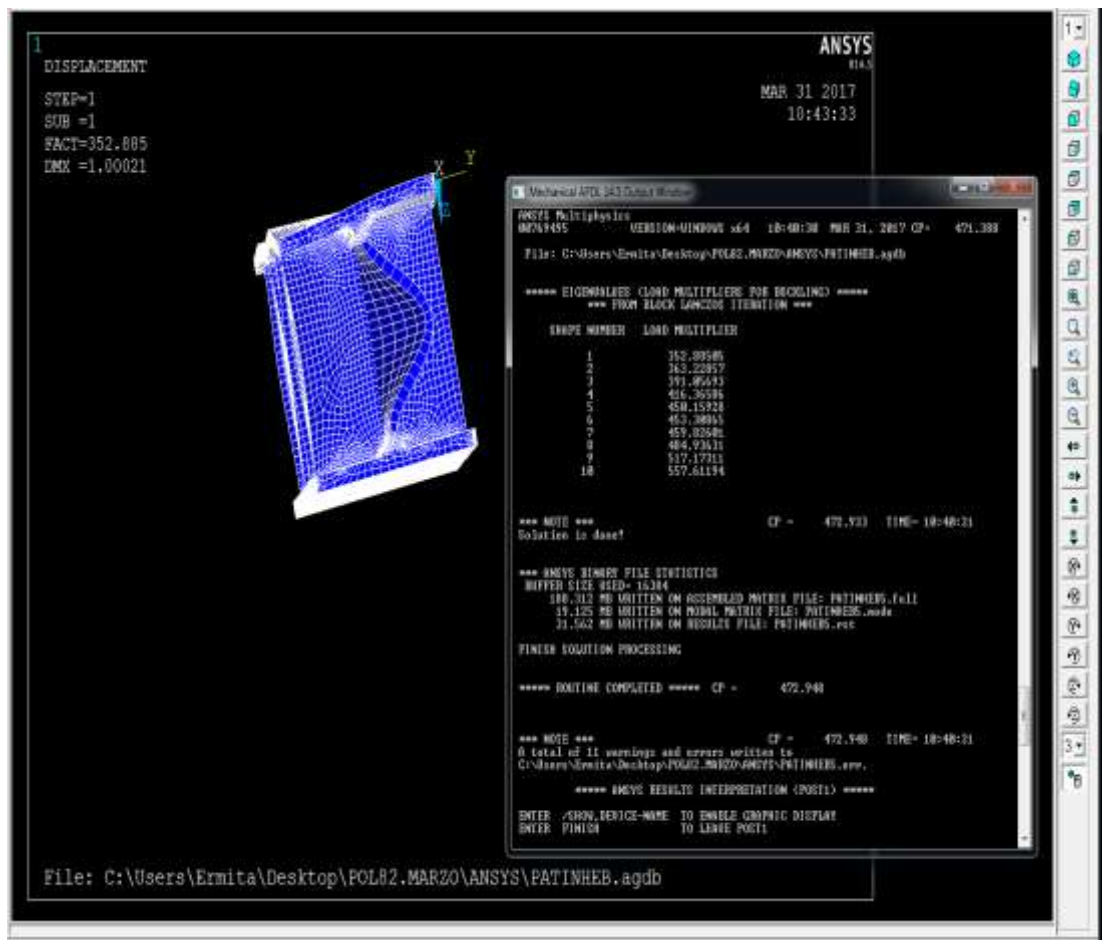


Imagen 16: Simulación al límite de pandeo del patin de la prensa en Ansys

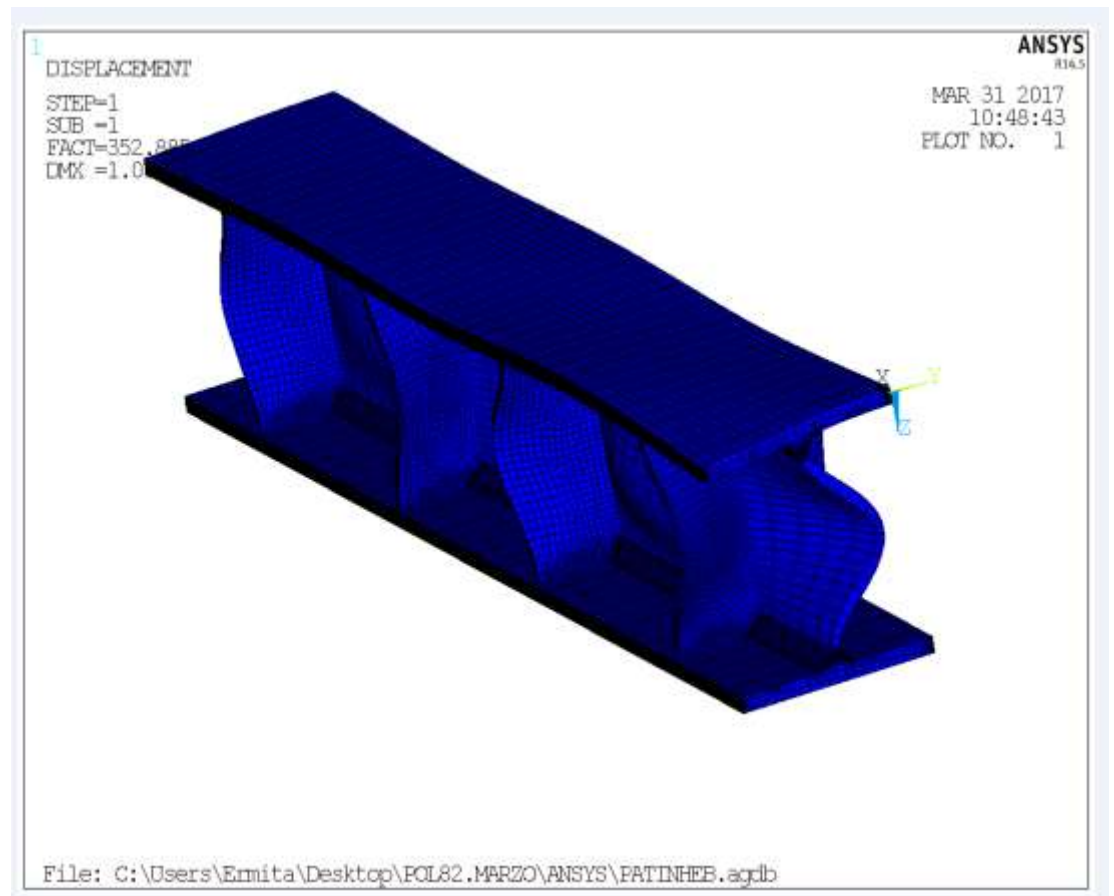


Imagen 17: Simulación al límite de pandeo del patin de la prensa en Ansys

Se ha simulado a 5 veces el límite posible del pandeo, por tanto, el resultado no es sorprendente. Se considera que el perfil es apto para soportar el peso de la prensa y que no pandeará.

1.2.5. Diseño del sistema de transporte

Se adjuntan todos los cálculos y razonamientos que justifican los diseños elegidos para cada elemento del sistema de transporte.

1.2.5.1. Diseño de las ruedas

El peso del molde y el material superconductor que transportará la camilla está dimensionado a 2 tn/m.

Usaremos 3 ruedas en cada raíl, un total de 6 ruedas. Como la camilla es de 4000 mm y soportará un peso de 2 tn/m, el peso total distribuido es de 4000 Kg en cada raíl (3 ruedas). Diseñando con un coeficiente de seguridad de $N=2.5$, las ruedas escogidas pueden aguantar un peso máximo de 3500 Kg.

$$\text{Peso Máximo Rueda} = \frac{4000 \text{ kg}}{0.4 * 3 \text{ ruedas}} \approx 3500 \text{ kg}$$

1.2.5.2. Diseño de la estructura externa

Se eligió en principio un perfil HEB 100 tanto para la estructura paralela al suelo como para la estructura vertical al suelo.

Se diseñaron dos pilares como perfiles HEB 100 que irán a una distancia mínima de 1100 mm de cada extremo del raíl, siendo el raíl de 3970 mm de longitud. Así, la flecha máxima [2] que se da en el extremo del raíl (I) será de 2mm (en voladizo). La flecha máxima que se da en el centro de la viga es de 1.32 mm (II).

$$(I) \quad f_{max} = \frac{1}{8EI} qL^4$$

$$(II) \quad f_{max} = \frac{5}{384EI} qL^4$$

Siendo 'q' la carga distribuida sobre el raíl horizontal, que es de 1 tonelada/metro (el peso de la camilla con el molde y el material a ser prensado). Siendo para el voladizo $L=1100$ mm y para el centro de la viga $L=3970$ mm. El valor de I según el perfil HEB se puede calcular en el catálogo correspondiente 15.1.6. Perfiles normalizados. El módulo de Young usado en todo momento es 205MPa.

Se analiza posteriormente el uso de perfiles HEB 120.

Se consideran los cálculos y la mejoría es bastante representativa:

- Flecha máxima en el extremo del raíl (voladizo): 1.025mm
- Flecha máxima en el centro de la estructura: 0.69 mm.

Por tanto, se elige como definitivo el perfil HEB 120.

Se colocan también perfiles HEB 120 transversales a los pilares. A 550 mm del suelo. (La altura total es 1100mm respecto el suelo, más la altura propia de la chapa y el raíl).

1.2.5.3. Diseño de la estructura interna

Se ha usado el perfil HEB120 acorde a la estructura externa para facilitar el diseño, la compra y el montaje, haciéndolo más modular.

Para el resto de los diseños del sistema de transporte no se han requerido cálculos.

1.2.6. Diseño de las soldaduras

El cordón de soldadura necesario en cada caso se ha calculado comprobando que la τ máxima de Von Mises no es alarmante en ningún caso. Se usa Ansys partiendo de la fuerza máxima que es soportada en cualquiera de los nodos que representa la soldadura. Se calcula el b_{medio} [3] como la longitud total de la soldadura entre el número de nodos que la representa en Ansys. El cordón de soldadura es la dimensión 'a'.

$$\tau_{max} = \frac{F_{max}}{a * b_{medio} * \sqrt{3}}$$

1.2.6.1. Soldaduras Lower Base

- Soldadura entre el alma y el ala en la parte inferior

$$F_{y_{max}} = 24.03 \text{KN}$$

$$b_{medio} = 690 / (45 \text{ nodos}) = 15 \text{mm}$$

$$\tau_{max} = 76.98 \text{ MPa} \text{ asumiendo un cordón de soldadura de } 12 \text{mm}.$$

- Soldadura entre el alma y la costilla en la parte inferior

$$F_{y_{max}} = 14.69 \text{KN}$$

$$b_{medio} = 15 \text{mm}$$

$$\tau_{max} = 47.11 \text{MPa para } a = 12 \text{mm}$$

- Soldadura entre el alma y el ala en la parte superior

$$F_{y_{max}} = -18.47 \text{KN}$$

$$b_{medio} = 15 \text{mm}$$

$$\tau_{max} = 59.24 \text{MPa} \rightarrow \text{ para } a = 12 \text{mm}$$

- Soldadura entre el alma y la costilla en la parte superior

$$F_{y\max} = -17.60 \text{ KN}$$

$$b_{\text{medio}} = 15 \text{ mm}$$

$$\tau_{\max} = 56.45 \text{ MPa} \rightarrow \text{para } a = 12 \text{ mm}$$

- Soldadura entre las costillas y el ala

La fuerza máxima es despreciable y se asume un cordón de soldadura de 7mm.

- Soldadura en el chapón de refuerzo

El chapón de refuerzo trabaja tanto en las direcciones X, como Z e Y.

$$F_{y\max} = 780 \text{ N, despreciable}$$

$$F_{x\max} = -5432 \text{ KN} \rightarrow b = 143 \text{ mm} / 21 \text{ nodos} = 70 \text{ mm} \rightarrow \tau_{\max} = 6.4 \text{ MPa} \rightarrow$$

$$\text{para } a = 7 \text{ mm}$$

$$F_{z\max} = 18.59 \text{ MPa} \rightarrow b = 540 \text{ nodos} / 21 \text{ mm} = 25.71 \text{ mm} \rightarrow \tau_{\max} = 59.63 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow \text{para } a = 7 \text{ mm}$$

Como se puede observar, ninguno de los valores de tau máxima obtenida es alarmante y por tanto los cordones de soldadura son correctos.

1.2.6.2. Soldaduras Upper Base

Exactamente los mismos cálculos usados que para la Lower Base.

1.2.6.3. Resto de soldaduras

Para facilitar el montaje y en base a los cálculos anteriores, se coge como cordón de soldadura 7 mm de forma genérica, excepto 10mm para partes funcionales o críticas como puede ser el interface welded part.

1.2.7. Diseño del cáncamo

Sabiendo que el cáncamo sólo levantará el peso de la mesa superior de cada módulo, y diseñando con un coeficiente de seguridad N=2:

$$\text{Peso Máximo Cáncamo} = \frac{\text{Peso mesa superior de 1 módulo}}{0.5} = 1200 \text{ kg} * 2$$

Por tanto, el peso máximo que puede soportar el cáncamo son unos 2400 kg.

Se escoge el VLBS 2.5 para 2500 kg de la empresa RUD, catálogos adjuntos en el apartado correspondiente.

1.3. Impacto Ambiental

A continuación, se presenta el estudio de los Kg de CO₂ emitidos a la atmósfera teniendo en cuenta:

- Transporte de productos comerciales desde los distribuidores hasta la fábrica de Elytt Energy (Neureus Technologies).
- Horas de electricidad (uso del ordenador [4] para el diseño; se desprecian las horas de electricidad de la fábrica pues se desconoce el consumo).
- Cantidad de material usado (Kg de acero usado) [5].
- Se desprecia el CO₂ emitido por las soldaduras u otros procesos.

Motivo	Kg CO2/Unidad	Cantidad [Unidades]	CO2 total [kg]
Acero [kg]	1,77	32000	56640
Electricidad [kwh]**	0,385	52,44	20,1894
Transporte Larzep - fábrica* [km]	0,55	40	22
Transporte Incomimex (RUD) - fábrica	0,55	38,2	21,01
Transporte DemagCranes - fábrica* [0,55	37,8	20,79
Soldadura	Se desprecia en este estudio	Se desprecia en este estudio	0
		Total Kg CO2 emitidos	56723,9894
*Los transportes se hacen a la fábrica, Neureus technology			
*Se asume el consumo de camión			
**Se asume un consumo de 0,437 kwh diarios del ordenador durante 6 meses, 20 días al mes			

Tabla 4. Impacto medioambiental, en Kg de CO₂ emitidos a la atmósfera, del diseño de la prensa.

A un nivel alto de estimación, se han emitido unos 56724 kg de CO₂ a la atmósfera durante el diseño y fabricación de este proyecto.

1.4. Anejos

1.4.6. Anejo I: Catálogos

1.4.6.3. Catálogo I: Cilindro Hidráulico



CILINDROS SIMPLE EFECTO ALTO TONELAJE, RETORNO POR CARGA



Ventajas LARZEP

- De 140 a 1,100 Tn y hasta 300 mm de carrera.
- Retorno por carga. Para operaciones de pesaje, elevación, arrastre y posicionamiento en obras de Ingeniería Civil.
- Fin de carrera hidráulico. Fin de carrera mecánico en modelos SPP.
- Para espacios reducidos y cargas hasta 150 Tn ver modelos SX y SP.



Cilindros Simple Efecto, Baja Altura, SP.

Pág. 22

Larzep diseña y fabrica cilindros hasta 1,100 Tn de capacidad con mecanizado especial para alisar células de carga.



30

Performance under Pressure



S/E RETORNO POR CARGA



SSR

140-1.100 Tn.
700 bar

CILINDROS



Cilindros Simple Electro y Baja Altura, Alto Tonelaje, SPR.

Fig. 24



Cilindros de Doble Electro, DDR.

Fig. 80



Cilindros Extrusion Simple Electro, Retorno por Carga o Muelle, SX-SMX.

Fig. 30

LARZEP
INDUSTRIAL

Lea atentamente las medidas de seguridad y aplíquelas.



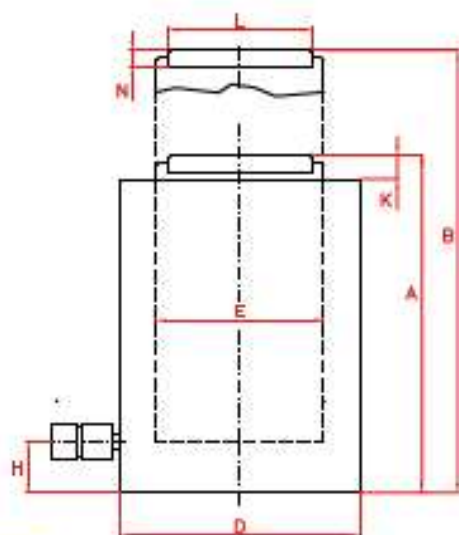
Cabeza Basculante
opcional.

Pág. 112



Grupos Eléctricos.

Pág. 66



Capacidad		Camara	Modelo	Volumen	A
Tn	MN	mm	LARZEP	cm ³	mm
140	1.380	50	SSR14005	1.005	155
		100	SSR14010	2.011	205
		150	SSR14015	3.016	255
		200	SSR14020	4.021	305
		250	SSR14025	5.027	355
		300	SSR14030	6.032	405
220	2.158	50	SSR22005	1.571	170
		100	SSR22010	3.142	220
		150	SSR22015	4.712	270
		200	SSR22020	6.283	320
		250	SSR22025	7.854	370
		300	SSR22030	9.425	420
350	3.980	50	SSR35005	2.454	210
		100	SSR35010	4.909	260
		150	SSR35015	7.365	310
		200	SSR35020	9.819	360
		250	SSR35025	12.272	410
		300	SSR35030	14.728	460
430	4.224	50	SSR43005	3.079	215
		100	SSR43010	6.158	265
		150	SSR43015	9.236	315
		200	SSR43020	12.315	365
		250	SSR43025	15.394	415
		300	SSR43030	18.473	465
560	5.520	50	SSR56005	4.021	240
		100	SSR56010	8.042	290
		150	SSR56015	12.064	340
		200	SSR56020	16.085	390
		250	SSR56025	20.108	440
		300	SSR56030	24.127	490
670	6.800	50	SSR67005	4.811	260
		100	SSR67010	9.621	315
		150	SSR67015	14.432	365
		200	SSR67020	19.242	415
		250	SSR67025	24.053	465
		300	SSR67030	28.863	515
880	8.825	50	SSR88005	6.283	290
		100	SSR88010	12.566	340
		150	SSR88015	18.850	390
		200	SSR88020	25.133	440
		250	SSR88025	31.418	490
		300	SSR88030	37.699	540
1.100	10.918	50	SSR11005	7.362	340
		100	SSR11010	14.724	390
		150	SSR11015	22.086	440
		200	SSR11020	29.448	490
		250	SSR11025	36.810	540
		300	SSR11030	44.173	590

Performance under Pressure

	B	D	E	H	K	L	N	Area	Peso	Modelo	Con Cabeza Descartable	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	kg	LARZEP	A	Modelo
	205	200	180	35	8	88	15	201	38	SSR14005	187	AZ0404
	305	200	180	35	8	88	15	201	51	SSR14010	237	AZ0404
	405	200	180	35	8	88	15	201	63	SSR14015	287	AZ0404
	505	200	180	35	8	88	15	201	75	SSR14020	337	AZ0404
	605	200	180	35	8	88	15	201	88	SSR14025	387	AZ0404
	705	200	180	35	8	88	15	201	100	SSR14030	437	AZ0404
	220	250	200	40	7	111	15	314	64	SSR22005	207	AZ0405
	320	250	200	40	7	111	15	314	85	SSR22010	257	AZ0405
	420	250	200	40	7	111	15	314	104	SSR22015	307	AZ0405
	520	250	200	40	7	111	15	314	123	SSR22020	357	AZ0405
	620	250	200	40	7	111	15	314	143	SSR22025	407	AZ0405
	720	250	200	40	7	111	15	314	162	SSR22030	457	AZ0405
	260	310	250	50	7	178	23	491	123	SSR35005	254	AZ0408
	360	310	250	50	7	178	23	491	154	SSR35010	304	AZ0408
	460	310	250	50	7	178	23	491	184	SSR35015	354	AZ0408
	560	310	250	50	7	178	23	491	213	SSR35020	404	AZ0408
	660	310	250	50	7	178	23	491	243	SSR35025	454	AZ0408
	760	310	250	50	7	178	23	491	273	SSR35030	504	AZ0408
	285	340	280	55	7	178	23	618	151	SSR43005	259	AZ0408
	385	340	280	55	7	178	23	618	189	SSR43010	309	AZ0408
	485	340	280	55	7	178	23	618	225	SSR43015	359	AZ0408
	585	340	280	55	7	178	23	618	260	SSR43020	409	AZ0408
	685	340	280	55	7	178	23	618	298	SSR43025	459	AZ0408
	785	340	280	55	7	178	23	618	331	SSR43030	509	AZ0408
	290	390	320	60	7	200	27	804	223	SSR56005	292	AZ0411
	390	390	320	60	7	200	27	804	272	SSR56010	342	AZ0411
	490	390	320	60	7	200	27	804	319	SSR56015	392	AZ0411
	590	390	320	60	7	200	27	804	368	SSR56020	442	AZ0411
	690	390	320	60	7	200	27	804	413	SSR56025	492	AZ0411
	790	390	320	60	7	200	27	804	459	SSR56030	542	AZ0411
	310	430	350	65	7	200	27	962	294	SSR67005	312	AZ0411
	415	430	350	65	7	200	27	962	353	SSR67010	367	AZ0411
	515	430	350	65	7	200	27	962	418	SSR67015	417	AZ0411
	615	430	350	65	7	200	27	962	473	SSR67020	467	AZ0411
	715	430	350	65	7	200	27	962	530	SSR67025	517	AZ0411
	815	430	350	65	7	200	27	962	587	SSR67030	567	AZ0411
	340	490	400	70	10	250	35	1.257	423	SSR88005	380	AZ0413
	440	490	400	70	10	250	35	1.257	503	SSR88010	410	AZ0413
	540	490	400	70	10	250	35	1.257	577	SSR88015	480	AZ0413
	640	490	400	70	10	250	35	1.257	651	SSR88020	510	AZ0413
	740	490	400	70	10	250	35	1.257	725	SSR88025	560	AZ0413
	840	490	400	70	10	250	35	1.257	799	SSR88030	610	AZ0413
	390	550	450	80	10	325	55	1.590	622	SSR110005	480	AZ0415
	490	550	450	80	10	325	55	1.590	718	SSR110010	510	AZ0415
	590	550	450	80	10	325	55	1.590	810	SSR110015	560	AZ0415
	690	550	450	80	10	325	55	1.590	903	SSR110020	610	AZ0415
	790	550	450	80	10	325	55	1.590	998	SSR110025	660	AZ0415
	890	550	450	80	10	325	55	1.590	1.090	SSR110030	710	AZ0415

CUNDRS SSR

1.4.6.4. Catálogo II: Cáncamo

Anilla de carga soldable VLBS-U-2,5t con resorte

Artikel-Nr: 7994830

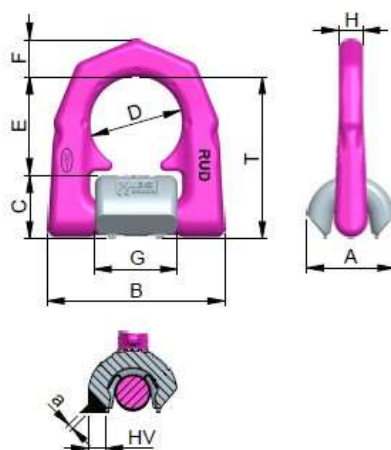


¡La siguiente generación de los probados cáncamos LBS, con hasta un 50 % de mayor capacidad! El nuevo estribo del VLBS, es forjado de una aleación de acero-CrNiMo de alta resistencia, con dos perillas de apoyo patentadas que mejoran el apoyo del gancho y protegen el resorte interior. El efecto de apoyo en el caso de mantener el estribo oblicuo o en el caso de que la superficie sobre la cual se suelda el VLBS no sea paralela, es mejorado considerablemente. Recubierto con pigmento en polvo color rosa, para que se reconozca su calidad VIP y su efecto de indicador de temperatura, rápido y fácil montaje. Alta resistencia dinámica y estática. El estribo de color rosa, es fabricado y probado según EN 1677-1. Cumple a cabalidad con las exigencias de la BG-Acero y Metal. El bloque soldable es forjado del material 1.0577+N (St 52-3), que es un excelente acero para ser soldado y presenta claramente las indicaciones de capacidad de carga y número de identificación. Las perrillas distanciadoras, levantan el bloque soldable (3 mm aprox.), para asegurar que la soldadura penetre lo suficiente bajo el bloque. Importante: Gracias a la disposición del cordón de soldadura (HV continua) se cumple con las exigencias de la DIN 18800, en la que aparece que en un cordón de soldadura cerrado no puede aparecer inicios de oxidación, por lo tanto es apto para construcciones en el exterior. Un resorte protegido en el interior, mantiene al estribo en la posición deseada. El conjunto esta ensamblado de tal manera que no se pueden separar. Gracias al resorte se evitan ruidos molestos. ¡El bloque de soldadura solo debe ser soldado por un soldador calificado según ISO 9606-1!

Anilla de carga soldable VLBS-U-2,5t con resorte

Artikel-Nr: 7994830

Capacidad de carga	2500 kg	5500 lbs
T	75 mm	2-15/16"
A	36 mm	1-27/64"
B	77 mm	null
null	3"-1/32"	null
C	27 mm	1-1/16"
D	45 mm	1-25/32"
E	48 mm	1-7/8"
F	16 mm	5/8"
G	40 mm	1-9/16"
H	14 mm	9/16"



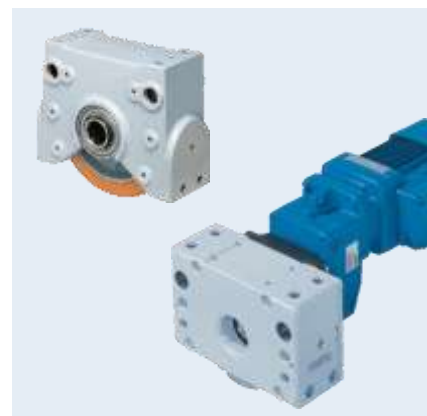
Peso

0.48 kg 1.06 lbs

1.4.6.5. Catálogo III: Ruedas

Demag wheel range

Reliable series-produced components for travel units with wheel loads up to 60 t



Demag wheel systems – the right solution for every application



37377-12



38204-4



38817-1

Contents	Page
----------	------

up to 60 t and

	Demag DRS wheel block system	6
	■ simple selection	

	Demag LRS travel wheel system	14
	■ versatile connection to the customer's design	

	files Demag RS wheel block system	16
	■ design support by means of CAD	

	components of countless Demag DWS wheel set	18
	■ simple assembly and alignment	

every day, offering

high reliability and a long service life with a minimum maintenance requirement.

Complete travel units

Complete travel units provide decisive advantages for drive applications. All components are perfectly matched and pre-assembled ready for fitting – from the travel wheel, housing and connecting arrangement to the gearbox, motor and frequency inverters for electronically controlled travel. Complete

travel units give you the certainty of solid planning and a reliable investment.

Solutions for specific industries

There is hardly a manufacturing industry in which raw materials, semi-finished products and finished products do not have to be transported, merged, transferred, distributed or assembled. In many

For decades, we have been designing and modular wheel systems for a wide variety The broad range covers wheel loads

offers:

- many possible combinations
- compact dimensions
- versatile connection to the customer's design
- design support by means of CAD

Demag wheel units are integral

drive solutions that are in operation

applications, special operating conditions and functional requirements have to be taken into consideration.

Demag wheel systems meet the demands of any application, making them the first choice for any



materials handling situation.

If required, wheel blocks can be protected, for example, by special design measures against aggressive media. Or they can be fitted with electronically controlled drives, which enable them to accelerate even more quickly, travel at uniform speeds and position with precision.

Demag wheel systems ensure that floor-level travel units and systems can also negotiate tight curves with radii down to 10 m, operating just as well indoors as outdoors.

Comprehensive application expertise With the extensive expertise gained from Demag wheel block applications in installations and systems we have built all over the world, we provide our customers with help and advice on their applications. We offer state-of-the-art selection and design tools as well as calculation programs and project engineering support for the given application requirements.

Global presence

Wherever your Demag products are used, the many agencies and countless service centres guarantee a reliable supply of spare parts and provide expert repairs.



Always the right wheel – for standardised and specific applications

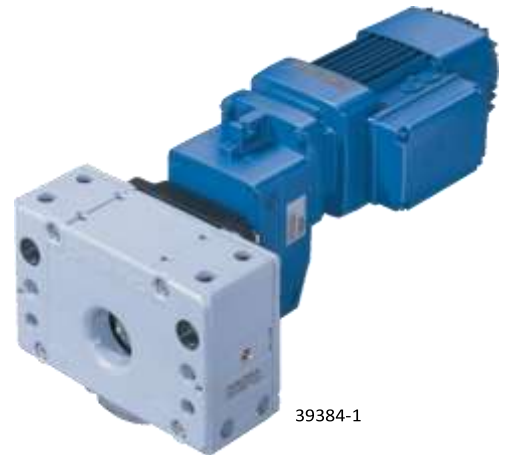
Demag travel components are of modular design to match perfectly from start to finish, enabling fast and cost-effective standardised and tailored modular solutions to be implemented to meet your individual requirements. Every component used is developed, designed and tested by our specialists for unbeatable functional reliability, continuously optimised and manufactured in large series of first-class quality and with maximum precision.



The DRS wheel block system

This versatile system provides optimum performance ratios for a maximum load capacity (from 2.75 to 40 t) with compact dimensions. Finely graded sizes (DRS 112 to DRS 500) ensure that the right unit is selected for the corresponding application.

Besides a wide variety of travel wheel types from the standard range, special designs are also available to meet customer requirements. The housing, which is machined on all sides, can be connected to virtually any customer design. Offset and angular geared motors from the Demag modular system are available for the driven variant as individual or central drive units.



The LRS travel wheel system

A robust, universal travel wheel system for the lower load range up to 6.5 t. Simple project engineering makes it the ideal assembly for engineers that want to build their own solution for a wide variety of travel applications.

Two standard designs for each size – travel wheel with Hydropur tyre and a spheroidal-graphite cast-iron travel wheel with two flanges – are available pre-assembled from stock and can be supplied in a minimum of time. Standard offset geared motors can



38698-15



37473-17



38224



39227

be assigned by means of selection tables for driven designs.

The Demag RS wheel block system

The system is suitable for special applications in which a stainless design or a housing made of sheet steel is required, as well as for high temperature applications (up to 350 °C). Various (RS 125 to RS 400) sizes can be supplied with load capacities from 3.5 to 18 t.

Various travel wheel designs and means of connection to customer structures also make this standard component suitable for universal applications. Demag offset geared motors can be used as drive units.

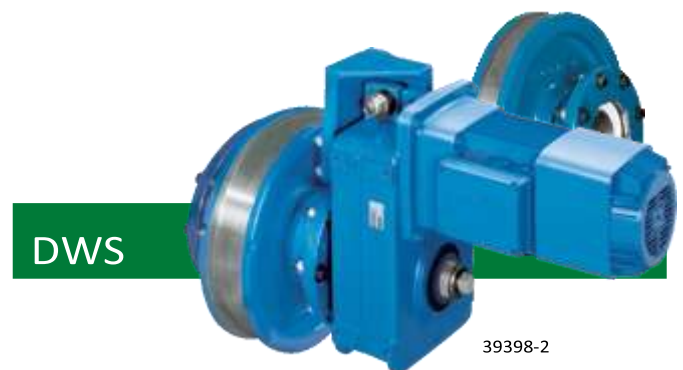


39383-1

The DWS wheel set

This wheel set is the right choice for applications in the highest load range. Sizes can be supplied with travel wheel diameters of 400, 500 and 630 mm with load capacities from 28 to 60 t.

DWS wheel sets are suitable for integration into hollowprofile sections or for corner-bearing arrangements. They can be supplied as driven or non-driven units, with Demag offset or angular geared motors being used as the drive.



DWS

39398-2

Demag DRS wheel block system – versatility and high performance

The Demag DRS wheel block system offers outstanding benefits – from project engineering to commissioning of your installation. Wheel blocks are excellent solutions for a wide variety of applications. They also provide particularly high performance, i.e. a maximum load capacity with reference to the travel wheel diameter.



Protected travel wheels

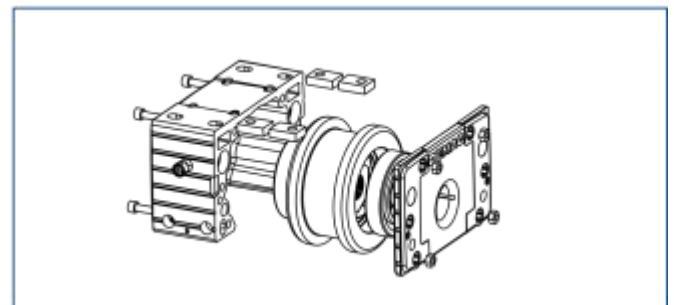
The housing, enclosed on five sides, protects the travel wheels from any external mechanical influences. For DRS sizes 112 to 200, the housing is of high-quality, corrosion-resistant, die-cast aluminium with a powder coating up to 90 µm thick. From size DRS 250, high-tensile spheroidal-graphite cast-iron with a RAL 7001 finishing coat is used. Any housing openings that are not required can be closed with the plugs included in the delivery.

Many wheel variants

The system features wheels of various shapes and designs, made of spheroidal-graphite cast-iron or featuring Hydropur tyres. The driven travel wheel design differs from non-driven wheels by a splined engaging profile in various diameters to DIN 5480.

Simple wheel replacement

The patented asymmetrical housing eliminates the need for time-consuming removal and realignment of our top-mounted DRS wheel blocks when travel wheels have to be replaced. The housing remains



connected to the installation. This job can be completed using conventional tools. Wheel blocks can also be converted just as quickly and easily at a later date and fitted with travel wheels of a different design or material.

Easy to install and rigid design

The tight design and position tolerances of the housing and corresponding precise geometry in all planes ensure that Demag wheel blocks can be easily fitted to your installation, with starting and braking characteristics which are gentle on the runway. In addition, special stiffeners guarantee high rigidity.

Precise alignment

We have developed a laser alignment system to eliminate any problems in aligning wheel blocks. Together with prepared brackets on the housing of DRS 112 to DRS 500 wheel blocks, this system makes it

possible to align wheel blocks mounted on multiple trolleys rapidly and exactly in line with each other.



38944-5

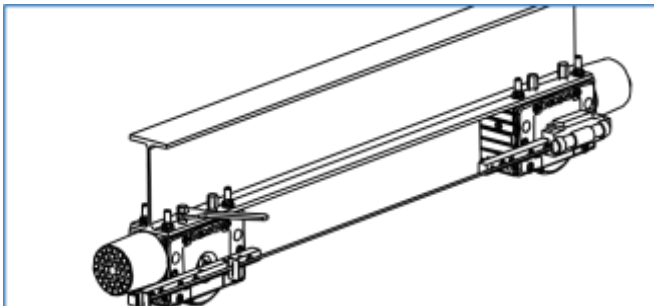
High ground clearance

Of particularly compact design, DRS wheel blocks feature high ground clearance. This also applies to complete drive units with their gearbox concept designed to match the wheel load.

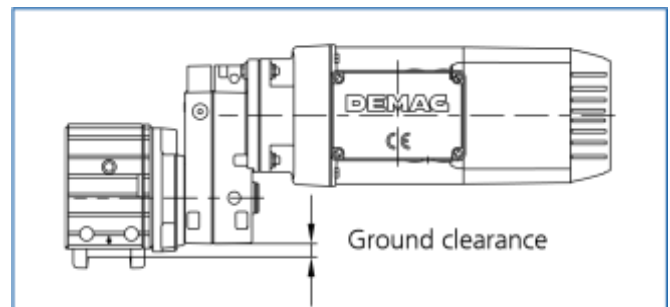
Patented solutions

The Demag DRS wheel block system features numerous new and, in part, patented design solutions such as the torque bracket, the travel wheel bearing arrangement, the travel wheel hub connection, the sliding nuts in the top connection (DRS 112 to DRS 250), and also the housing design.

Demag DRS wheel block system – modular system for tailor-made solutions



38816-1



The Demag DRS wheel block system with its wide variety of perfectly matched components will meet all your requirements. Demag DRS wheel blocks can be matched to many different types of travel rail and operating conditions with travel wheels from a wide range of standard designs or with specially developed travel wheel profiles – as cost-effective units ready for installation.

Low-maintenance bearings

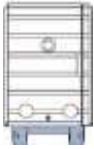
The travel wheels feature generously dimensioned grooved ball bearings, and tapered roller bearings from size DRS 250, which are lubricated for life. Arranged inside the housing, the bearings have optimum protection against mechanical influences.

Travel wheel variants and materials

With effective vibration-damping characteristics, the spheroidal-graphite cast-iron (GGG 70) travel wheels guarantee high-speed operation which is particularly gentle on the rail. The self-lubricating effect of the wheel material reduces friction and provides high

resistance to wear. These properties make spheroidal-graphite castiron travel wheels far superior to conventional steel travel wheels.

Spheroidal-graphite cast-iron wheels with a convex tread or of hardened design can also be supplied.



Travel wheels guided by flanges on both sides, with generous wear reserves for common rail systems or with a tread to your specifications.



Flangeless travel wheels with a Hydropur tyre for high acceleration and quiet running characteristics.



Polyamide travel wheels without a flange for quiet running and gentle on

a flange

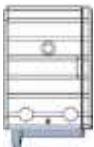


Travel wheels without flanges, if required with guide rollers for rigidly guided systems.

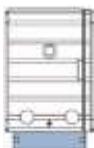
the runway.

Connection variants

Prepared mounting surfaces facilitate virtually any connection arrangement – ranging from top and end connection arrangements with bolted and welded connection elements, to side and pin connection arrangements for installation in hollow sections and cross beams. Top, end and pin connection arrangements make it possible to move and align the wheel blocks laterally even after they have been fitted.



Travel wheels guided by a flange on one side for units running at floor level, also with a central flange for special requirements.



Large diameter travel wheels without a flange for increased ground clearance. Also available are Polyamide travel wheels without flanges, which offer particularly smooth and quiet running properties and are gentle on the runway. Flangeless travel wheels fitted with Hydropur tyres, which also provide for smooth operation at high acceleration rates, complete the range of materials used for our travel wheels.

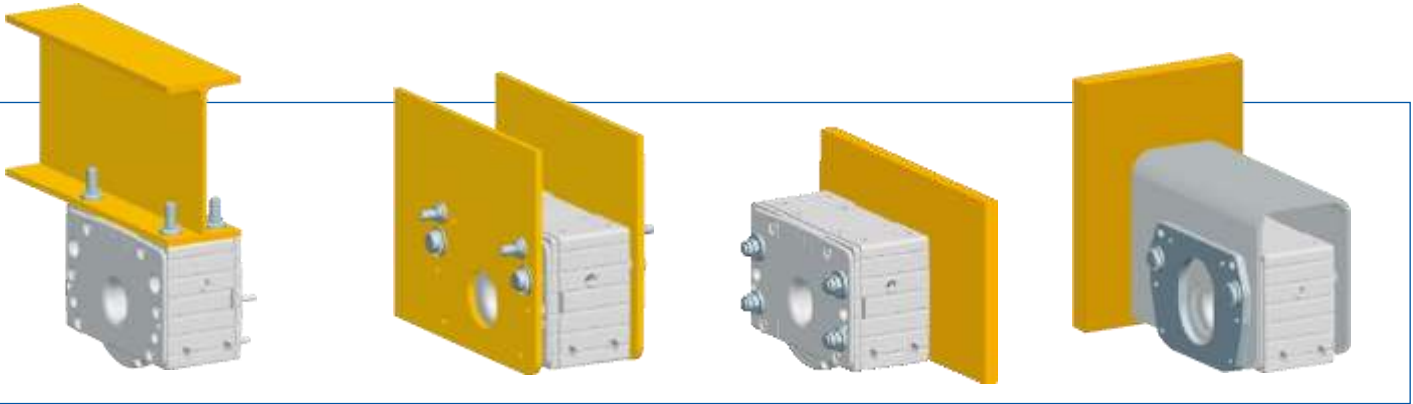


Travel wheels for guided applications in vertical and horizontal planes of prismatic or trapezoidal design or with a concave tread.

Guide arrangement variants

Tailored solutions are also available for guiding wheel blocks. Flange-guided travel wheels and wheels with

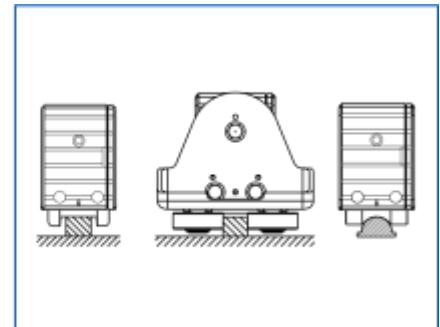
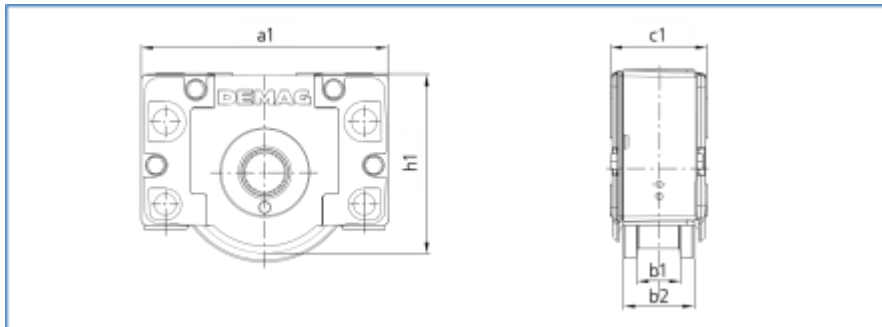
section rails provide for exact vertical and horizontal guide arrangements. If strong horizontal forces have to be reliably absorbed, infinitely adjustable guide



Top connection
prism-shaped or concave treads for round cross

Pin connection

Side connection
rollers with a positive connection should be used.



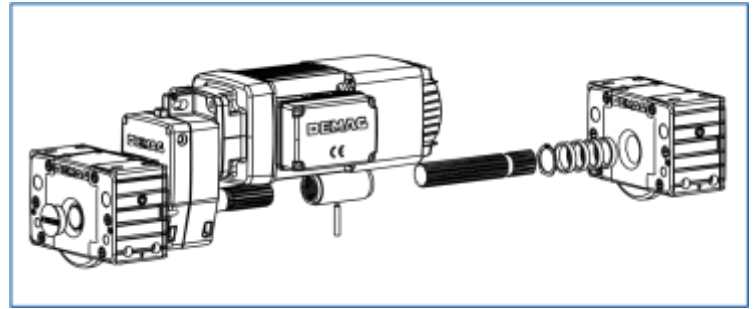
Dimensions (DRS with spheroidal-graphite cast-iron wheel with two flanges) Options and accessories

Size	Max. load capacity [t]	Travel wheel diameter [mm]	Weight [kg]	[mm]				
				a1	b1	b2	c1	h1
DRS 112	2.75	112	7.3	190	47	80	96	131
DRS 125	5	125	9.9	220	60	80	98	147,5
DRS 160	7	160	18.3	275	65	89	110	187
DRS 200	10	200	35.7	340	65	101	130	238
DRS 250	16	250	62	385	75	110	150	281
DRS 315	22	315	117	470	90	130	180	349,5
DRS 400	30	400	201	580	110	155	210	440
DRS 500	40	500	352	700	110	170	240	566

Horizontal guide roller arrangements, rail-sweeper systems and buffers are available in various sizes and designs.

The right drive – precisely matched to the Demag wheel range

Demag drive system components consisting of motors and gearboxes as well as inverters for particularly smooth and precise acceleration, braking and positioning are precisely matched to the Demag wheel range. The perfect combination of all components turns installations into efficient systems.



Central drive unit with offset geared motor

The “direct drive input with a cylindrical-rotor motor and an additional flywheel” variant is characterised by a shallow torque curve. The additional flywheel, arranged close to the offset or angular gearbox, also provides an optimum centre of gravity for the drive. The drives can also be designed with one motor to drive two wheel blocks. These central drive arrangements guarantee absolute synchronous operation of pairs of wheel blocks.

The “coupling connection” variant has the advantage that it can also be driven by our high performance conical-rotor brake motors with their high starting frequency and braking capacity, for example for very demanding stopping and starting applications.



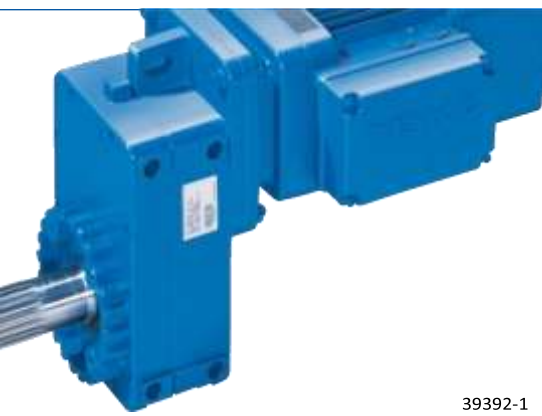


In combination with the relevant torque bracket, the integrated torque ring cast into the housing cover of our offset gearboxes makes it possible to fix the drive in various positions relative to the DRS wheel block – in 15° steps to provide an optimum fit of the drive into the connecting structure.

Furthermore, the patented torque bracket enables the torque to be transmitted from the geared motor to the wheel block without any radial force. This reduces the load on the drive shaft and extends its service life.

In addition to special Demag travel motors for line-fed operation – also available as pole-changing units for two speeds – we offer standard drive motors with frequency inverters for electronically controlled operation, e.g. for exact positioning at low speeds. There are two frequency inverter ranges: Dedrive Compact for motor outputs up to 30 kW and Dedrive Pro for motor outputs up to 560 kW.

Demag FG microspeed drives provide outstanding characteristics if a wide ratio is required between the “positioning speed” and “fast speed”. They can be



used to achieve transmission ratios of up to 500 : 1
with line-fed drives without the need for an inverter.

Drive Designer online – practical project engineering support

You can obtain optimum online support for your project engineering and design work at **www.demag-drivenodesigner.com**. Drive Designer facilitates rapid access to technical data and drawings of Demag wheel blocks and geared motors via the Internet. Use it as a configurator, for project engineering support and for enquiries.

www.demag-drivenodesigner.com



Selection of the required wheel blocks is usually based on the planned load capacity. The speed at which a particular mass needs to be transported is also decisive.

The corresponding components are specified by entering the known parameters, such as the

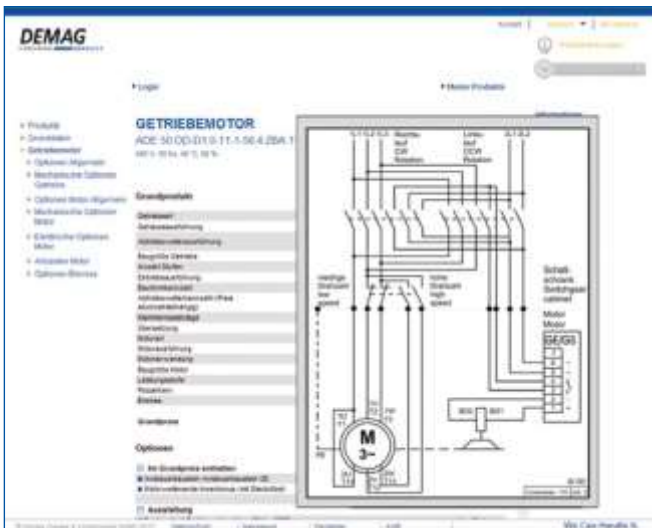


temperature range, cycle times, rail type and materials.

The result is a complete, distinct type code. Any required options can also be selected. A data sheet shows all relevant technical data.

You can generate the corresponding dimension diagrams and product geometry details in the usual CAD formats for the selected combinations. Circuit diagrams show the electrical connections for the motor.

In addition to the configuration of complete 4-wheel carriages, travel units consisting of one, two, four or more wheel blocks can be individually designed and configured. Both offset gearboxes and angular gearboxes can be selected.



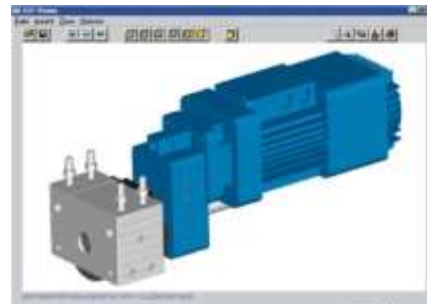
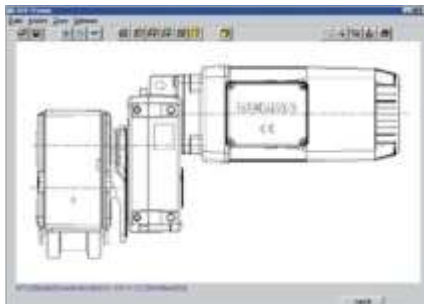
When the configuration has been specified, the wheel blocks can be ordered direct in Demag Shop at www.demag-shop.com.

Calculate the right drive with CalDrive The required output, loads and speeds need to be entered into Drive Designer to select travel units. Alternatively, the travel unit can be selected on the basis of the complete mounting code.

CalDrive calculation software is used to determine the required drive data from the specified physical characteristics.

The basic characteristics and data of Demag geared motors and wheel blocks are included in CalDrive. Drives for travel and hoist applications, as well as for roller, chain or belt conveyors can be specified with ease. The program suggests

range of applications. It is the solution for travel applications with wheel loads weighing up to 6.5 t (at 100 m/min) and travel speeds up to 240 m/min. Simple project engineering makes it the ideal assembly for engineers that want to build their own



Selection of various CAD formats Individual 2D CAD files

solutions for the combination of our offset, angular and helical gearboxes with cylindrical or conical-rotor motors. You can also determine solutions for line-fed or frequency inverter systems, of course. Besides the technical data, you are also shown acceleration and deceleration values in the result.

3D product geometries solution for a wide variety of travel applications.

You can request the current version of the multi-lingual CalDrive calculation program on CD-ROM free of charge at www.drives.demagcranes.com.

Robust and maintenance-free

The LRS system requires virtually no maintenance and is suitable for operation at ambient temperatures from -10 °C to +40 °C. The five precisely machined connecting surfaces of the extremely rugged spheroidal-graphite cast housing block offer a wide range of connection variants. It is fitted with top-

Demag LRS travel wheel system – universal solution for loads weighing up to 6.5 t

The Demag LRS travel wheel system is a robust, universal travel wheel system suitable for a wide

connection bolts as standard. The LRS travel wheel system is available in two designs:

- **LRS...A** with a spheroidal-graphite cast-iron travel wheel and two flanges with high load capacity and good rolling and damping characteristics

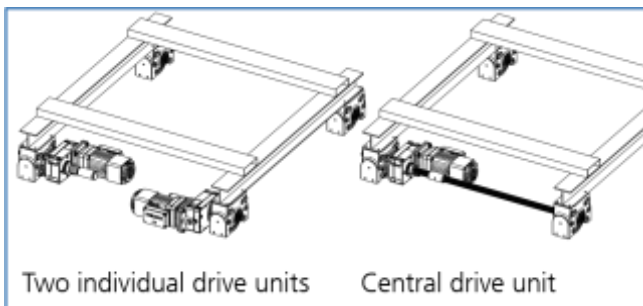


■ ■ **LRS...F** as a travel wheel with a Hydropur tyre for very good traction and quiet running characteristics. Also available as optional accessories: a pin connection set, a buffer set, horizontal guide roller arrangement and central drive unit set for track gauges of 1,500 mm and 2,900 mm.

Drive

Demag offset and angular geared motors are ideally suited as travel drives for the Demag LRS travel wheel system. The gearbox is connected to the LRS system with a hollow shaft featuring involute splines (to DIN 5480) by means of a shaft system and a matching torque bracket.

Various gearbox sizes are available with corresponding travel motors depending on the load to be moved and the required speed. Pole-changing geared motors can be selected from tables for line-fed operation (400 V, 50 Hz).



LRS...A

LRS...F

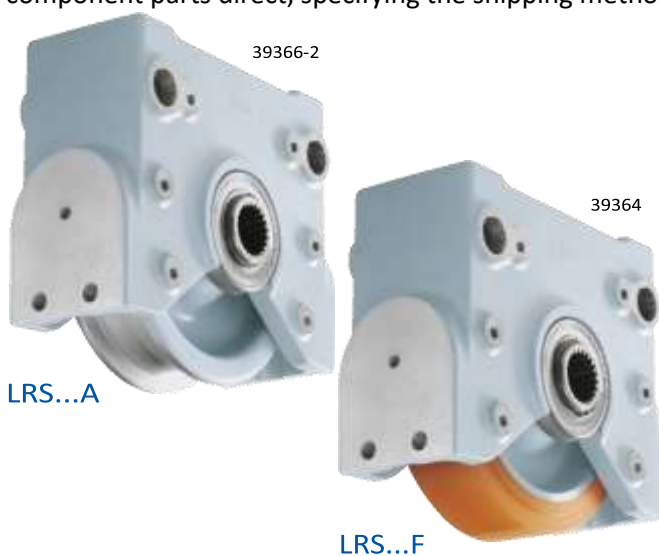
www.demag-shop.com

■ ■ Dimension sheets: PDF

The DXF Viewer is available free of charge to view the files.

[2D CAD files](#)

In the Demag Shop system, you can either reserve or order the required component parts direct, specifying the shipping method as well as the

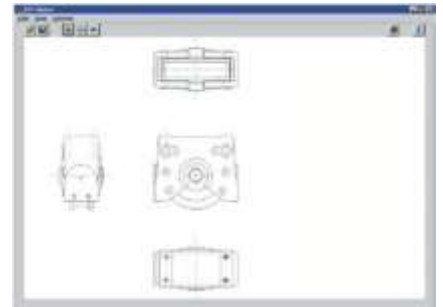


From CAD model to convenient online order

To facilitate integration of the selected LRS components into your design, we offer 2D and 3D files online at www.lrs.demagcranes.com. Choose your CAD format after selecting the required components.

The following formats are available:

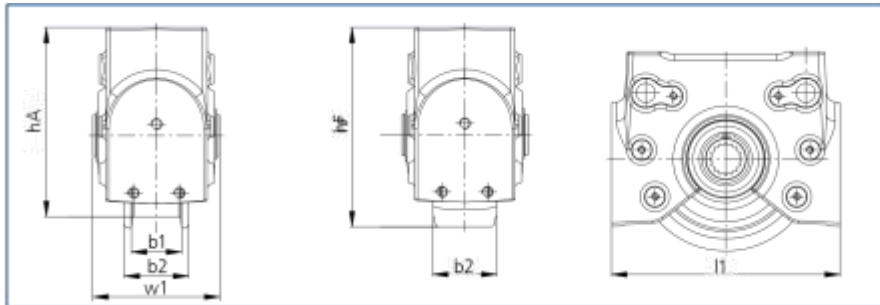
■ 2D CAD files: DXF¹⁾, DWG



Size	Travel wheel	Max. load capacity [t]	Travel wheel diameter [mm]	Weight [kg]	[mm]					
					l1	w1	hA	hF	b1	b2
LRS 200	A	2.5	175	15.3	250	138	204.5	242	52	70
	F	1.2	200	15.1					–	70
LRS 250	A	3.5	220	27.6	306	156	255	270	55	80
	F	1.7	250	26.7					–	80

LRS 350	A	6.5	315	63.0	450	200	359.5	367	65	95
	F	3	350	65.0					-	110

■ 3D CAD files: IGES, STEP, Pro/Engineer



required
delivery
date.
When
you have
ordered



components, we will immediately advise you of our order number and the calculated delivery date.

3D CAD files

Dimensions

Demag RS wheel block system – the solution for special requirements

The RS wheel block system consists of a housing welded together from two sheet steel halves with an integrated travel wheel. It can be attached to customer structures with ease using the prepared connecting surfaces. The varied connection possibilities also make it simple to add it to existing installations at a later date.

Main RS features

- Load-bearing block enclosed on 5 sides with connecting surfaces featuring multiple bore holes
- Reamed lateral bore holes for the pin connection
- Integrated connections for torque brackets, guide roller arrangements and buffers
- Steel housing primed and finished with a top coat in RAL 7001
- Long service life of the steel and mechanical elements
- Rapid installation and removal for all connection variants

■ Wide variety of standard travel wheel designs

For particularly tough applications

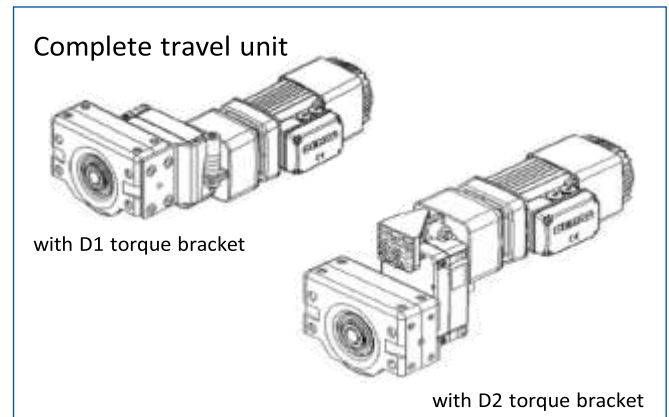
The special designs for high temperature applications up to 150 °C or with furnace carriage bearings up to 350 °C are a special feature of the RS wheel block system. The RS 125 size is available in stainless steel. It is particularly suitable for applications in the chemical industry, the foodstuffs sector and in aggressive environments.



Drive

The gearbox has a hollow shaft featuring involute splines on the output side. The positive connection to the travel wheel shaft guarantees reliable torque transmission. This is particularly important for reversing and intermittent operation. The modular Demag system includes the D1

torque bracket (fitted direct to the wheel block) or D2 structure) to accommodate the torque transmitted by the



torque bracket (fitted to the customer's support

superdrive.



38770-1



38132-2

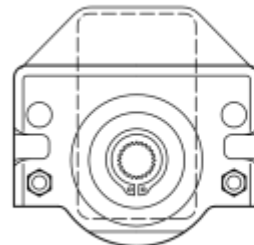
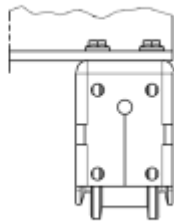


37708-13

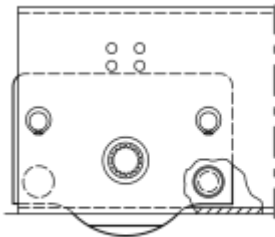
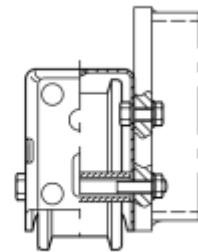
Connection variants



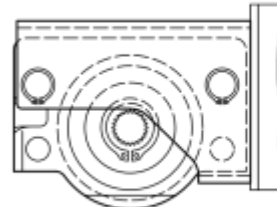
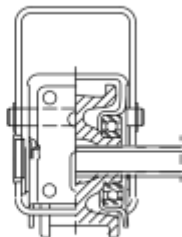
Top connection



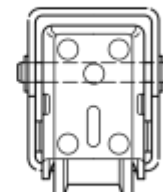
Side connection



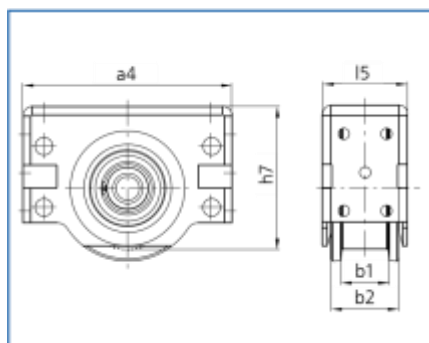
Pin connection



End connection



CAD drawings are available in various formats at www.demag-drivenedesigner.com to support your design process.



Dimensions

(RS with spheroidal-graphite cast-iron wheel with two flanges)

Size	Max. load capacity [t]	Travel wheel diameter [mm]	Weight [kg]	[mm]				
				a4	l5	h7	b1	b2
RS 125	3.5	125	8.0	220	98	148	60	68
RS 160	5	160	15	275	110	187	60	75
RS 250	9	250	40	385	150	281	65	100
RS 315	12	315	65	470	180	350	65	110
RS 400	18	400	153	580	210	440	80	140

Demag DWS wheel set – the perfect solution for heavy loads

Demag travel units are also used for rail-guided travel applications for heavy loads. DWS wheel sets are offered as driven and non-driven types to provide complete travel units. Demag offset or angular geared motors are used as drive units.

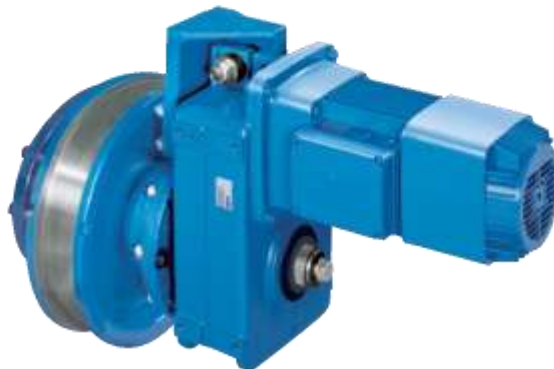
The use of these proven series-manufactured components replaced. Owing to their versatility, DWS wheel sets are not only used in the crane and materials handling sector, but also for related mechanical engineering solutions.



not only used in the crane and materials handling sector, but also for related mechanical engineering solutions.



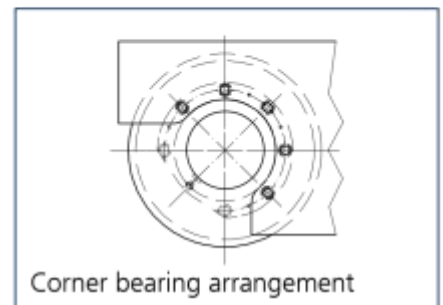
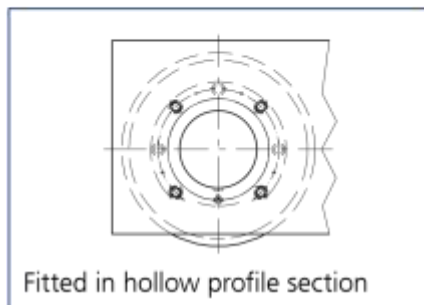
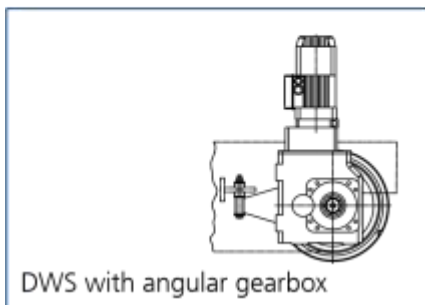
39399-2



39398-2



40072-1



The wheel sets can be installed in hollow profile sections and box girder sections and as corner bearing units. Corner bearing arrangements offer the advantage of installing a pre-assembled wheel set in a travel unit without the need for extensive alignment.

The unit can be rapidly replaced without the need for any alignment work, which ensures a high level of availability.

Drive

Demag AUK/ADK offset gearboxes or WUK angular gearboxes with Z motors with direct drive input or with a coupling connection with KB motors are used as the drives. The D2 or Arm 2 torque bracket is also fitted to the supporting structure to form a complete



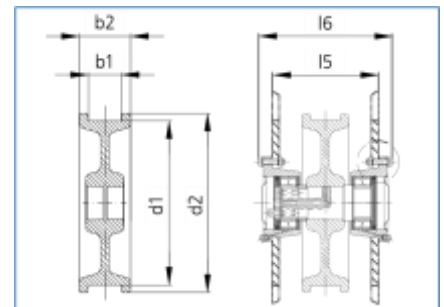
solution with the motor and gearbox.

Design features

- Simple track gauge adjustment thanks to interchangeable distance washers between the anti-friction bearings and retaining rings
- Rapid installation and removal of the travel wheel from the travel unit using conventional tools
- Long service life thanks to standard re-lubrication facility
- Driven design matched to Demag offset or angular geared motors
- Guide flange wear indicator
- Flange bearings provided with recesses to attach extractors.

CAD drawings are available in various formats at www.demag-drivenesigner.com to support your design process.

Dimensions



Size	Max. load capacity [t]	Travel wheel dia. d1 [mm]	Weight [kg]	[mm]				
				l5	l6	d2	b1*	b2
DWS 400	28	400	105	280	362	437	80 90	125 140
DWS 500	40	500	142	320	402	537	90 110	140 170
DWS 630	60	630	310	350	456	680	75 110	140 170

* Special treads on request

Complete industrial drive solutions –

from wheels to inverters

Demag geared motors

- Helical geared motors from 90 to 1,800 Nm
- Angular geared motors from 120 to 12,000 Nm
- Offset geared motors for 130 to 11,500 Nm with cylindrical-rotor motors from 0.18 to 45 kW

Demag conical-rotor brake motors

For increased requirements such as extremely high switching frequencies and braking operation for outputs from 0.37 to 42 kW

Demag microspeed drives

With conical-rotor motors; for high speed stages and positioning with high stopping accuracy; speed ratios up to 500 : 1

Demag Dedrive Compact STO and Dedrive Pro frequency inverters For AC drives with motor shaft outputs up to 560 kW; control of cylindrical and conical-rotor motors as single or groups of drives; current loads from 2.4 to 210 A or 4.2 to 544 A

www.demagcranes.com

Demag travel unit components

Modular systems for elements in materials handling installations and mechanical engineering applications without the need for any additional design work and production:

- ■ DRS wheel block system; many wheel variant and connection options, high performance; load capacities from 2.75 t to 40 t
- ■ RS wheel block system; with sheet-steel housing for special applications, also in high-temperature range up to 350 °C
- ■ LRS travel wheel system; the simple system for the lower load range up to 6.5 t
- ■ DWS wheel set; for integration into hollow-profile sections or for corner-bearing arrangements; load capacity up to 60 t

Demag DCL-Pro Compact Line

Power feed system; designed for currents up to 200 A (100% CDF); fitted with up to 7 conductors, as required; for supplying mobile consumers with power.

1.4.6.6. Catálogo IV: Enchufes hidráulicos


ENCHUFES RAPIDOS

Ventajas LARZEP

- Enchufes rápidos de bajo y gran caudal, desde 6 litros/min hasta 40 litros/min.
- Los enchufes de 700 y 1.000 bar tienen rosca 3/8"-NPT. Los enchufes de 1.500 bar tienen rosca 1/4"-BSP.
- El enchufe Macho y el Hembra pueden ser suministrados independientemente.
- AZ3321, AZ3322, AZ3324, AZ3325, AZ3341, AZ3344 y AZ3345: enchufes de bolas, para garantizar una conexión rápida y sencilla. Presión máxima de trabajo 1.000 y 1.500 bar.
- AZ3120, AZ3140 y AZ3141: enchufes rápidos de gran caudal.
- Disponible tapón metálico para utilizar con los enchufes AZ3140 y AZ3141.
- AZ3220 y AZ3240: enchufes rápidos de bajo caudal, utilizados sólo en los equipos de mantenimiento.
- Todos los cilindros de catálogo son suministrados con enchufe hembra AZ3140.
- Todas las cortadoras son suministradas con enchufe macho de bolas AZ3321.

Lea atentamente las medidas de seguridad y aplíquelas.



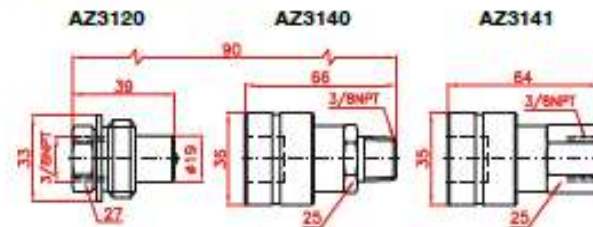
Nunca aplique presión al enchufe cuando esté desconectado.



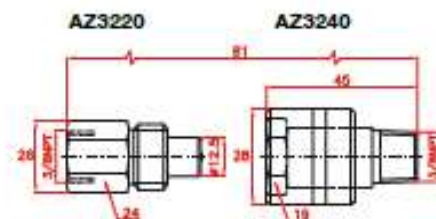
A todas las roscas macho 3/8" NPT del sistema hay que aplicarles 2 vueltas de teflón en el sentido de la rosca, dejando el primer hilo de la rosca sin tapar para evitar que la cinta se rompa. Par de apriete a aplicar: 80 Nm.



ENCHUFES GRAN CAUDAL 700 BAR

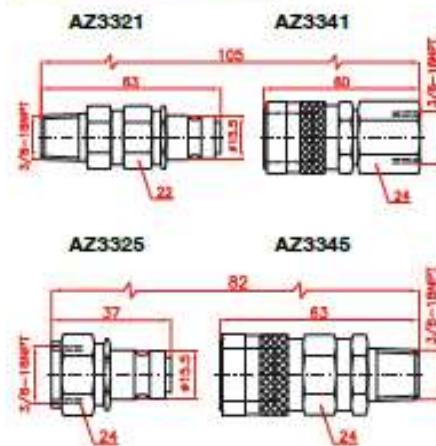


ENCHUFES BAJO CAUDAL 700 BAR - EQUIPO DE MANTENIMIENTO



Disponible tapón metálico AZ3144 para utilizar con los enchufes hembra AZ3140 y AZ3141.

ENCHUFES DE BOLAS 1.000 BAR



Disponible tapón de plástico AZ3100 para los enchufes AZ3120 y AZ3141. Incluido en el enchufe hembra AZ3140.

ENCHUFES DE BOLAS 1.500 BAR



Ref. AZ3322 sin válvula.

Los enchufes macho AZ3321, AZ3322, AZ3324 y AZ3325 son conectables con los enchufes hembra AZ3341, AZ3344 y AZ3345.

ENCHUFES RAPIDOS

AZ3

6 - 40 l/min

700-1.500 bar

ACCESORIOS

Caudal l/min	Enchufe	Modelo	Rosca	Presión bar
40	Macho	AZ3120	Hembra 3/8NPT	700
	Hembra	AZ3140	Macho 3/8NPT	700
	Hembra	AZ3141	Hembra 3/8NPT	700
7	Macho	AZ3220	Hembra 3/8NPT	700
	Hembra	AZ3240	Macho 3/8NPT	700
6	Macho	AZ3321	Macho 3/8NPT	1.000
	Macho	AZ3325	Hembra 3/8NPT	1.000
	Hembra	AZ3341	Hembra 3/8NPT	1.000
	Hembra	AZ3345	Macho 3/8NPT	1.000
6	Macho	AZ3322	Macho 1/4" BSP*	1.500
	Macho	AZ3324	Hembra 1/4" BSP*	1.500
	Hembra	AZ3344	Hembra 1/4" BSP*	1.500

* Cono 120°

1.4.6.7. Catálogo V: Mangueras hidráulicas

LARZEP
www.larzep.es

MANGUERAS HIDRAULICAS



Ventajas LARZEP

- Factor de seguridad 4:1.
- Amplia gama de mangueras. Disponibles en cualquier longitud.
- Protección de goma en ambos extremos.
- Rosca macho 3/8"-NPT en ambos extremos. Pueden suministrarse con enchufes en uno o ambos extremos.
- Diámetro interno 6.4 mm; Capacidad de aceite: 36 cm³ por metro.
- Diámetro interno 9.5 mm; Capacidad de aceite: 76 cm³ por metro.
- Disponible manguera doble para llaves dinamométricas. Modelo AR.
- También disponibles mangueras para una presión de trabajo de hasta 1.100, 1.800 y 2.800 bar.

Lea atentamente las medidas de seguridad y aplíquelas.



Nunca exceda la presión de trabajo máxima de la manguera.



Nunca desconecte la manguera cuando el sistema esté presurizado.



Performance under Pressure

A todas las roscas macho 3/8" NPT del sistema hay que aplicarles 2 vueltas de teflón en el sentido de la rosca, dejando el primer hilo de la rosca sin tapar para evitar que la cinta se rompa.
Par de apriete a aplicar: 80 Nm.



MANGUERAS HIDRAULICAS

AP

0,8-100 m longitud
700-1.800 bar

ACCESORIOS

MAXIMA PRESION DE TRABAJO 700 BAR

ø Int.	Extremo		Presión	Longitud						
	1	2		bar	0,8 m	1,5 m	2 m	3 m	4 m	6 m
6,4	3/8"-NPT	3/8"-NPT	700	AP2008	AP2015	AP2020	AP2030	AP2040	AP2060	AP2100
6,4	3/8"-NPT	AZ3120	700	AP2008G	AP2015G	AP2020G	AP2030G	AP2040G	AP2060G	AP2100G
6,4	AZ3120	AZ3120	700	AP2008G2	AP2015G2	AP2020G2	AP2030G2	AP2040G2	AP2060G2	AP2100G2
9,5	3/8"-NPT	3/8"-NPT	700	AP4008	AP4015	AP4020	AP4030	AP4040	AP4060	AP4100
9,5	3/8"-NPT	AZ3120	700	AP4008G	AP4015G	AP4020G	AP4030G	AP4040G	AP4060G	AP4100G
9,5	AZ3120	AZ3120	700	AP4008G2	AP4015G2	AP4020G2	AP4030G2	AP4040G2	AP4060G2	AP4100G2

MANGUERA DOBLE AR, PARA LLAVES DINAMOMETRICAS - MAXIMA PRESION DE TRABAJO 700 BAR

ø Int.	Extremo		Presión	Longitud							
	1	2		bar	0,8 m	1,5 m	2 m	3 m	4 m	6 m	10 m
6,4	2 x 3/8"-NPT	2 x 3/8"-NPT	700	AR2008	AR2015	AR2020	AR2030	AR2040	AR2060	AR2080	AR2100

MAXIMA PRESION DE TRABAJO 1.100 BAR

ø Int.	Extremo		Presión	Longitud							
	1	2		bar	0,8 m	1,5 m	2 m	3 m	4 m	6 m	10 m
6,4	3/8"-NPT	3/8"-NPT	1.100	AP3008	AP3015	AP3020	AP3030	AP3040	AP3060	AP3080	AP3100

MAXIMA PRESION DE TRABAJO 1.800 BAR

ø Int.	Extremo		Presión	Longitud							
	1"	2"		bar	0,8 m	1,5 m	2 m	3 m	4 m	6 m	10 m
6,4	1/4"-BSP	1/4"-BSP	1.800	AP5008	AP5015	AP5020	AP5030	AP5040	AP5060	AP5080	AP5100

* Cono 120°

ACEITE HIDRAULICO



Modelo	Capacidad (l)	Para utilizar con
AZ9901	5	Bombas Manuales, Gatos de Botella
AZ9902	5	Grupos Hidráulicos

1.5. Referencias.

- [1] Apuntes de resistencia de materiales. Prontuario de Vigas. Universidad Pontificia de Comillas. 2016.
- [2] Apuntes de resistencia de materiales. Universidad Pontificia de Comillas. 2016.
- [3] Prontuario de perfiles metálicos. Universidad Pontificia de Comillas. 2016.
- [4] Juan Pablo. Leantricity. Cuanta energía gasta un ordenador. Categories Green IT, PC Power Management, Verdiem. Posted on June 1, 2016.
- [5] Emission factors in kg CO₂-equivalent per unit.
http://www.winnipeg.ca/finance/findata/matmgt/documents/2012/682-2012/682-2012_Appendix_H-WSTP_South_End_Plant_Process_Selection_Report/Appendix%207.pdf

Universidad Pontificia Comillas

Documento 2- Planos

Diseño de una prensa de polimerización para imanes
superconductores

Alberto Navarro Garre
20-5-2018

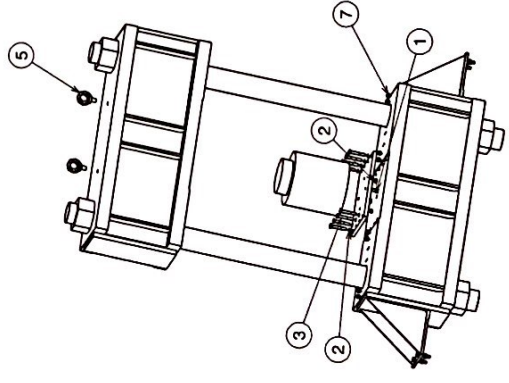
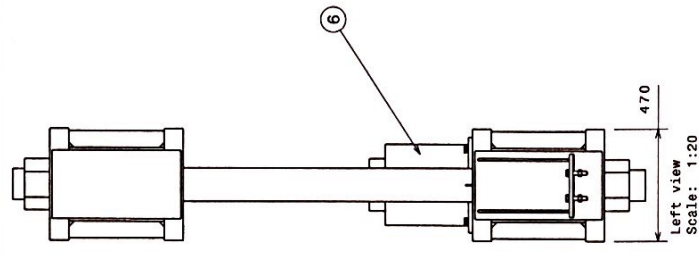
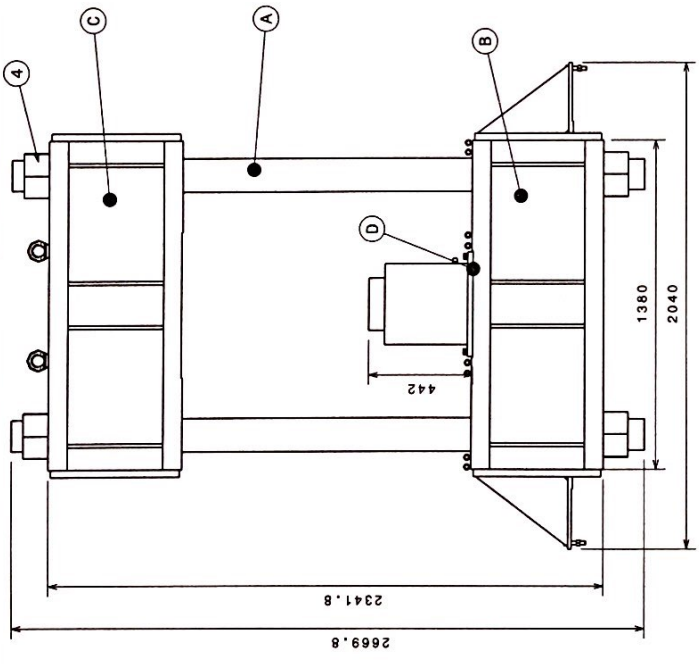
Índice

1. Listado de planos	2
2. Planos	3 - 21

2.1. Listado de planos

- Polymerization Press 82POL_VO_M_C_R0
- Press Module 82POL_VO_M_1C_R0
- Column 82POL_VO_M_1_1_R0
- Lower Base 82POL_VO_M_1_2_R0
- Upper Base 82POL_VO_M_1_3_R0
- Cylinder Base 82POL_VO_M_1_4_R0
- Rail System 82POL_VO_M_2C_R0
- External Base 82POL_VO_M_2_1_R0
- Internal Base 82POL_VO_M_2_2_R0
- Protections 82POL_VO_M_2_3_R0
- Rail 82POL_VO_M_2_4_R0
- Mold Lower Interface 82POL_VO_M_3C_R0
- Lower Interface Bolded Part 82POL_VO_M_3_1_R0
- Lower Interface Welded Part 82POL_VO_M_3_2_R0
- Conveyor 82POL_VO_M_4C_R0
- Transport Base 82POL_VO_M_4_1_R0
- Press Base 82POL_VO_M_5_R0
- Mold Upper Interface 82POL_VO_M_6_R0

2.2. Planos



CYLINDER ASSEMBLY

NOTES
 THIS DRAWING SHALL BE USED WITH THE DATA MODEL APPROPRIATE FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION. MODEL GEOMETRY IS THE SOLE AUTHORITY FOR DIMENSIONS AND IS MADE (FUNCTIONALLY EXACT).
 ALL DIMENSIONS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ARE IN MILLIMETERS (FRONT VIEW UNLESS OTHERWISE SPECIFIED).
 ALL DIMENSIONS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ARE IN MILLIMETERS (FRONT VIEW UNLESS OTHERWISE SPECIFIED).

7	THREADED ROD & FLANGE	8	THREADED ROD M6 & WURTH M6 0545 500 18
6	HYDRAULIC CYLINDER	1	LARZEL SPH 43015
5	EYEBOLT - BUY ONLY 1 SET1	2	MRS - M24 RUD
4	HEXAGONAL NUT	2	M130
3	HEXAGON HEAD SCREW	8	ISO4014 M16X100
2	WASHER	12	ISO8728 M16
1	HEXAGON HEAD SCREW	4	DIN958 M16X10
MANUFACTURES			
D	CYLINDER BASE	1	82POL_VO_M_1_4
C	UPPER BASE	1	82POL_VO_M_1_3
B	LOWER BASE	1	82POL_VO_M_1_2
A	COLUMN	2	82POL_VO_M_1_1
POS.	DESCRIPTION	0.	MATERIAL
DIMENSION TOLERANCE		ROUGHNESS	
ISO 2768-17-2		3.2	
DEV. TOLERANCE		0.5 mm	
OTHER SPEC.		CHAMFERS EN ISO 13715	

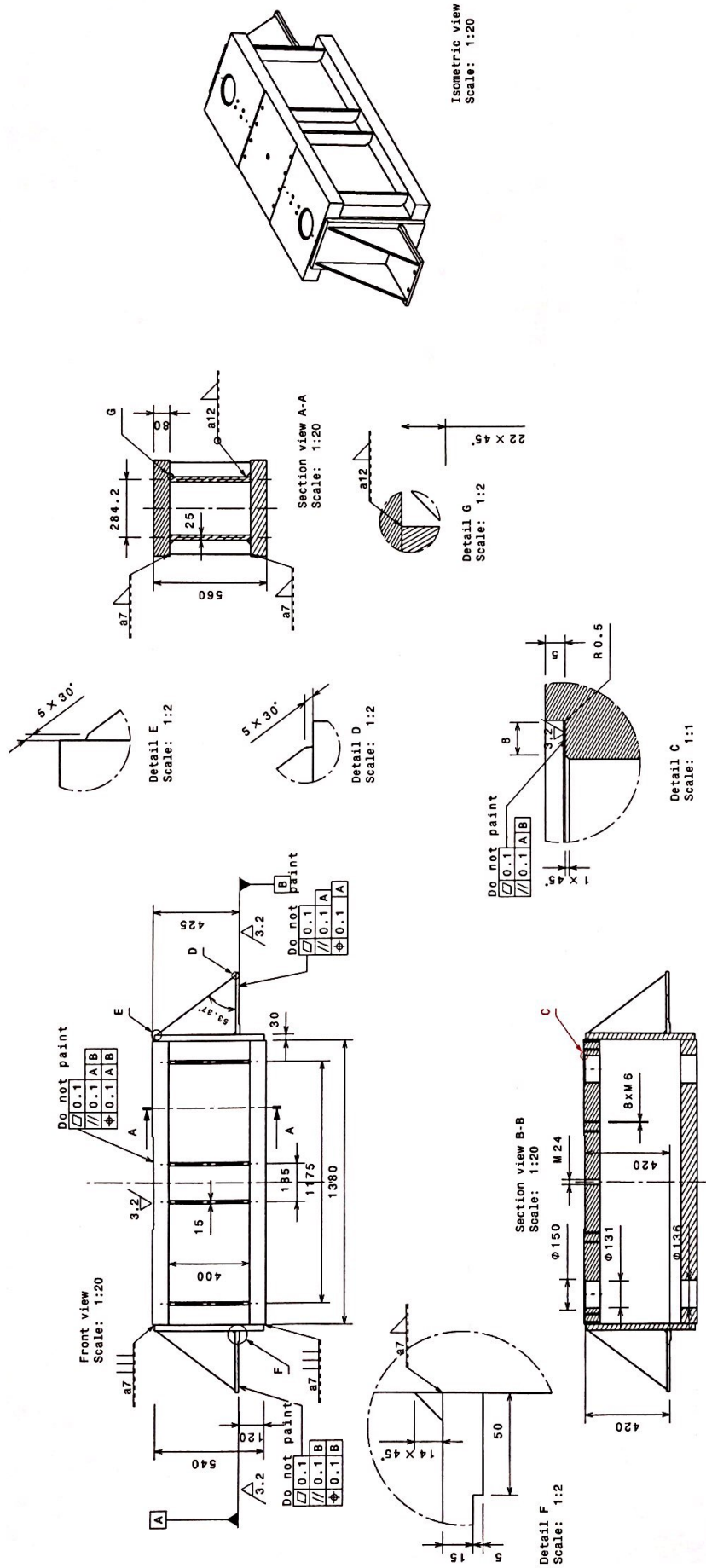
DATE: 14/03/2017
 MATERIAL: S275
 DRAWN BY: ANG
 CHECKED BY: [Signature]
 DESIGNED BY: [Signature]

It can't be reproduced or communicated without our written agreement

ELYTT ENERGY
 HILUMI HI-INC PRODUCT
 QUACO

DRAWING TITLE: PRESS MODULE
 DRAWING NUMBER: 82POL_VO_M_1C_R0
 SCALE: 1:20 | SIZE: A3 | WEIGHT: 3in
 SHEET: 1/1

MODIFICATIONS	APP	INDEX	DATE



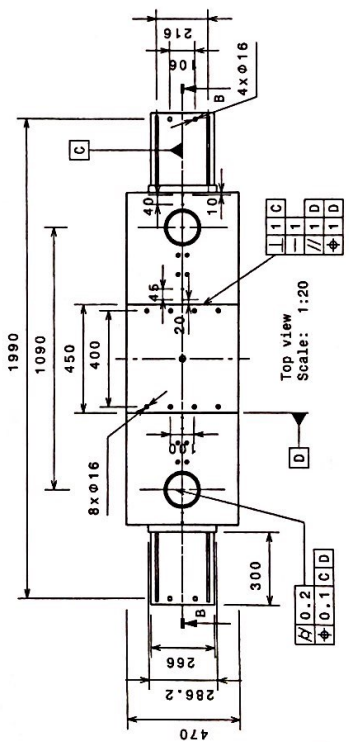
NOTES

- THIS DRAWING SHALL BE USED WITH 3D CATIA MODEL 82POL, FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION. MODEL GEOMETRY IS THE SOLE AUTHORITY FOR SURFACE DEFINITION AND IS BASIC (THEORETICALLY EXACT).
- ALL SHARP EDGES CHAMFERING TO 0.5mm

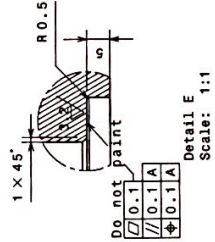
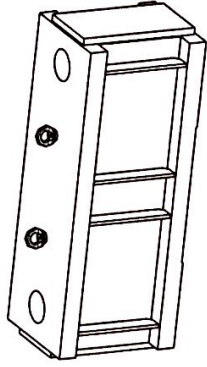
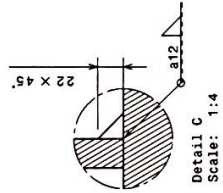
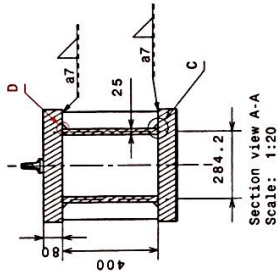
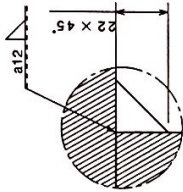
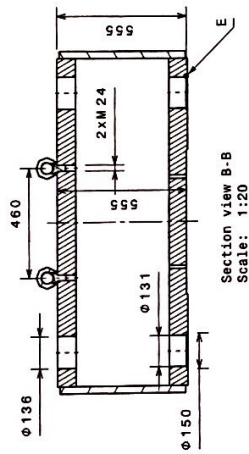
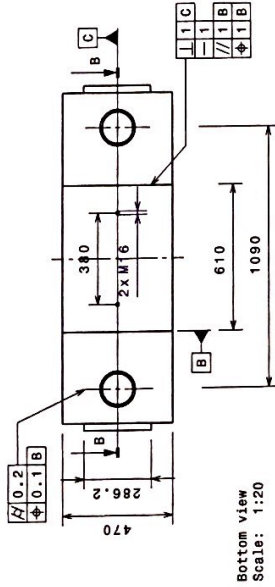
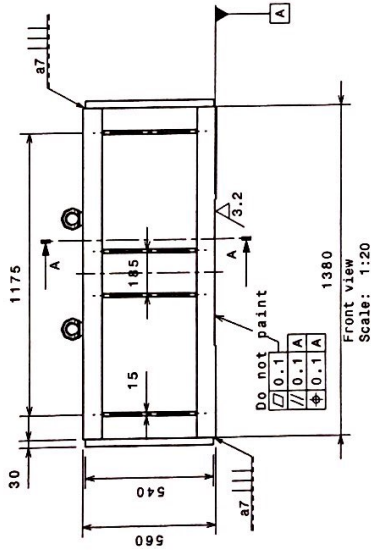
DIMENSION TOLERANCE	mK	X
EN ISO 22768-1/-2	FH	X
DEVIATION GRADE		

DATE	14/03/2017	DRAWING TITLE			
MATERIAL	S275	LOWER BASE			
DRAWN BY	ANG	DRAWING NUMBER			
CHECKED BY		82POL_VO_M_1_2_R0			
DESIGNED BY		SCALE: 1:20 SIZE: A3 WEIGHT: 1,1tn SHEET: 1/1			

This drawing is Elytt property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.



MODIFICATIONS	APP	INDEX	DATE
	-	-	-



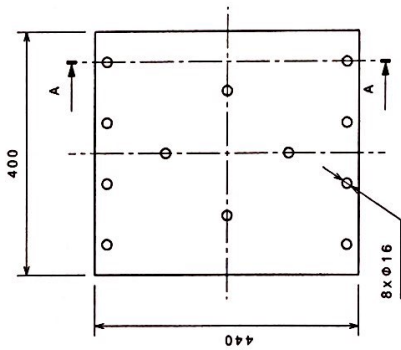
NOTES
 1 THIS DRAWING SHALL BE USED WITH 3D CATIA MODEL 82POL, FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION. MODEL GEOMETRY IS THE SOLE AUTHORITY FOR SURFACE DEFINITION AND IS BASIC (THEORETICALLY EXACT).
 2 ALL SHARP EDGES CHAMFERING TO 0.5mm

DIMENSION TOLERANCE	mK	X
EN ISO 22768-1/-2	FH	X
DEVIATION GRADE		

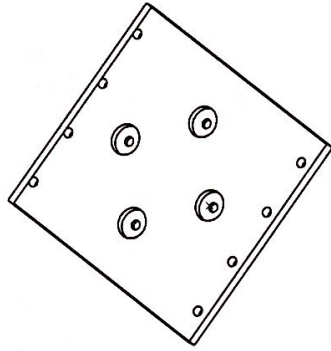
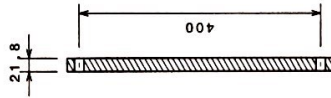
DATE 14/03/2017		DRAWING TITLE UPPER BASE	
MATERIAL S275		DRAWING NUMBER 82POL_VO_M_1_3_R0	
DRAWN BY ANG		CHECKED BY	
DESIGNED BY		SCALE: 1:20	
SIZE: A3		WEIGHT: 1 tn	
SHEET: 1/1		SHEET: 1/1	

MODIFICATIONS	APP	INDEX	DATE
	-	-	-



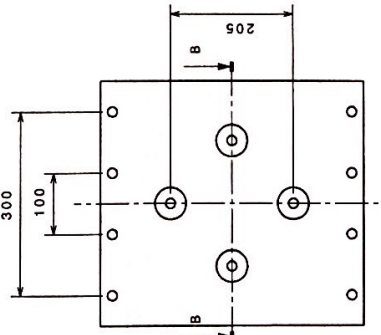


Section view A-A
Scale: 1:8

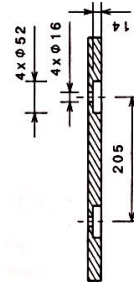


Isometric view
Scale: 1:8

3.2



Section view B-B
Scale: 1:8



NOTES

1 THIS DRAWING SHALL BE USED WITH 3D CATIA MODEL 82POL, FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION. MODEL GEOMETRY IS THE SOLE AUTHORITY FOR SURFACE DEFINITION AND IS BASIC (THEORETICALLY EXACT).

2 ALL SHARP EDGES CHAMFERING TO 0.5mm

DIMENSION TOLERANCE
EN ISO 22768-1/-2
DEVIATION GRADE

mK	
fH	X

This drawing is Elytt property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.

DATE	14/03/2017
MATERIAL	-
DRAWN BY	ANG
CHECKED BY	
DESIGNED BY	



ELYTT
ENERGY



DRAWING TITLE

CONDUCTOR_SPOOL

DRAWING NUMBER

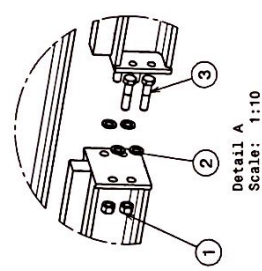
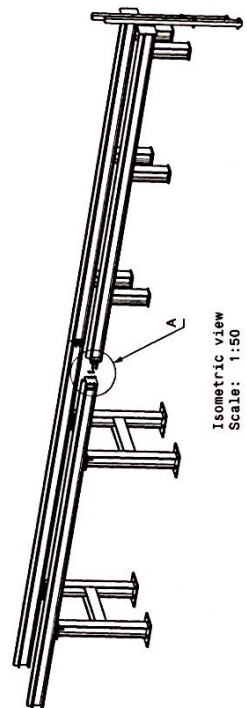
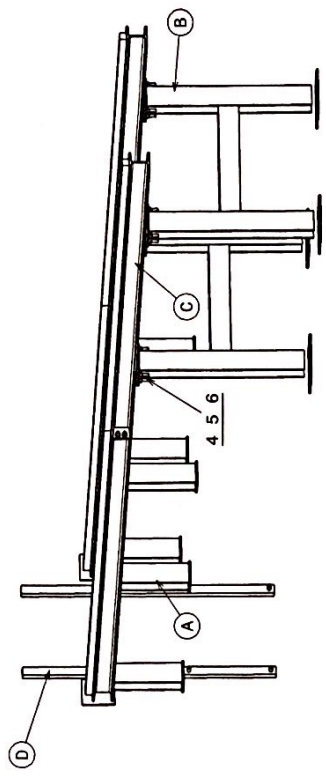
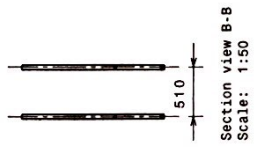
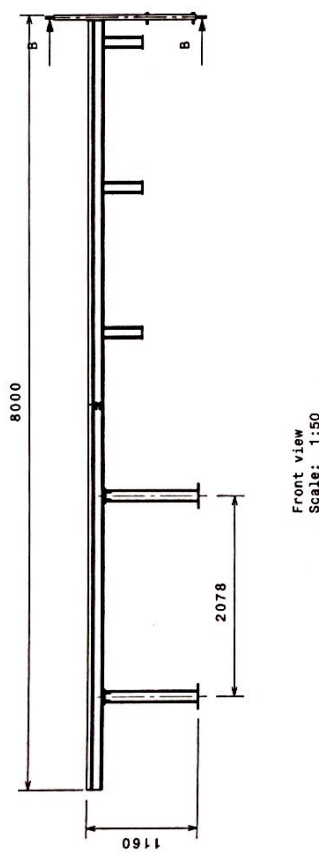
82POL_VO_M_1_4



SCALE:	1:8	SIZE:	A3	WEIGHT (kg):	30	SHEET:	1/1
--------	-----	-------	----	--------------	----	--------	-----

MODIFICATIONS

APP	INDEX	DATE
-	-	-

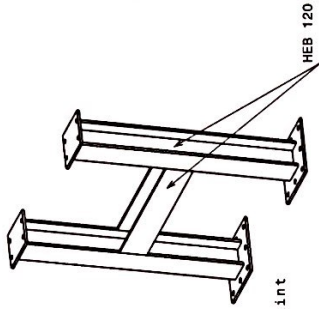
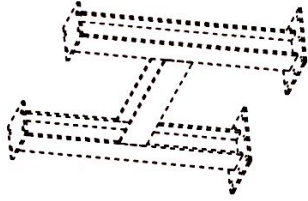
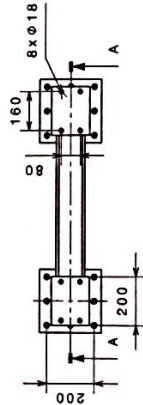
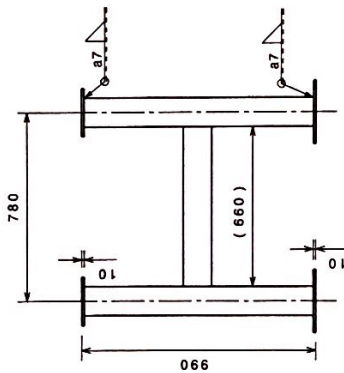


NOTES
 1 THIS DRAWING SHALL BE USED WITH 3D CATTIA MODEL 82POL, FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION. MODEL GEOMETRY IS THE SOLE AUTHORITY FOR SURFACE DEFINITION AND IS BASIC (THEORETICALLY EXACT).
 2 ALL SHARP EDGES CHAMFERING TO 0.5mm

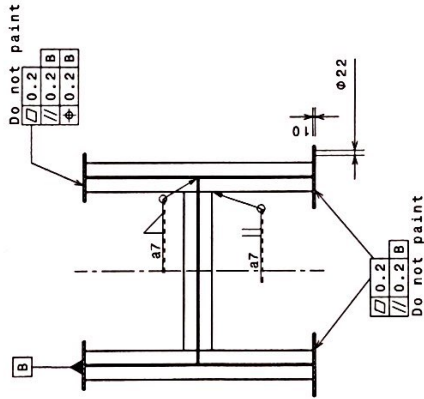
6	HEXAGON HEAD BOLT	16	8.8	ISO 4014 M16x80
5	WASHER	16		ISO 7081 M16x30
4	NUT	16	8.8	ISO 4032 M16
3	HEXAGON HEAD BOLT	8	8.8	ISO 4014 M16x65
2	WASHER	8		ISO 7089 M16x30
1	NUT	8	8.8	ISO 4032 M16
MANUFACTURES				
D	PROTECTIONS	2	S275	82POL_VO_M_2_4
C	RAIL	2	S275	82POL_VO_M_2_3
B	EXTERNAL BASE	2	S275	82POL_VO_M_2_2
A	INTERNAL STRUCTURE	2	S275	82POL_VO_M_2_1
POS.	DESCRIPTION	0.		OBSERVATIONS
			ROUGHNESS	CHAMFERS EN ISO 13715 0.5 mm
DIMENSION TOLERANCE EN ISO 22768-T1-2			mK	
DEVIATION GRADE			fH	X

DATE 14/03/2017		DRAWN BY ANG		DRAWING NUMBER 82POL_VO_M_2C_R0	
MATERIAL S275		CHECKED BY		DRAWING TITLE RAIL SYSTEM	
DESIGNED BY		OUR WRITTEN AGREEMENT		SCALE: 1:20/1:50 SIZE: A3 WEIGHT (kg): 900	
It can't be reproduced or communicated without our written agreement		This drawing is Elytt property.		SHEET: 1/1	

MODIFICATIONS	APP	INDEX	DATE
-	-	-	-



Isometric view
Scale: 1:20



Section view A-A
Scale: 1:20

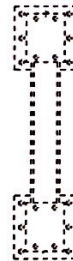
NOTES




- THIS DRAWING SHALL BE USED WITH 3D CATIA MODEL 82POL, FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION, MODEL GEOMETRY IS THE SOLE AUTHORITY FOR SURFACE DEFINITION AND IS BASIC (THEORETICALLY EXACT).
- ALL SHARP EDGES CHAMFERING TO 0.5mm

DIMENSION TOLERANCE
EN ISO 22768-1/-2
DEVIATION GRADE

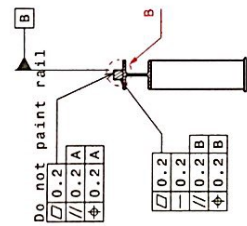
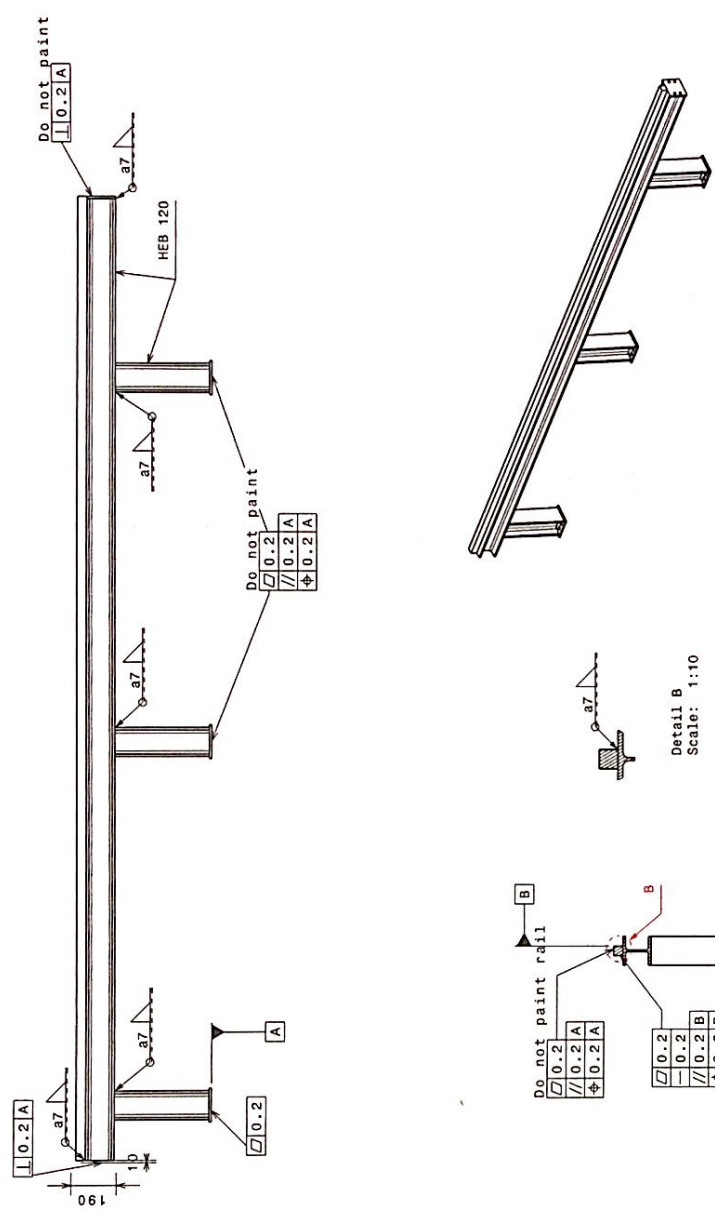
mK	
fH	X

3.2/

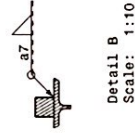


  	
DRAWING TITLE	
EXTERNAL BASE	
DRAWING NUMBER	
82POL_VO_M_2_1_R0	
DATE	14/03/2017
MATERIAL	S275
DRAWN BY	ANG
CHECKED BY	
DESIGNED BY	
It can't be reproduced or communicated without our written agreement	
This drawing is Elytt property.	
SCALE:	1:8
SIZE:	A3
WEIGHT (kg):	400
SHEET:	1/1

MODIFICATIONS	APP	INDEX	DATE
-	-	-	-



Section view A-A
Scale: 1:20




Detail B
Scale: 1:10

NOTES
 1 THIS DRAWING SHALL BE USED WITH 3D CATIA MODEL 82POL, FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION. MODEL GEOMETRY IS THE SOLE AUTHORITY FOR SURFACE DEFINITION AND IS BASIC (THEORETICALLY EXACT).
 2 ALL SHARP EDGES CHAMFERING TO 0.5mm


DIMENSION TOLERANCE	
EN ISO 22768-1/-2	
DEVIATION GRADE	
mk	x
fh	x

DATE	14/03/2017
MATERIAL	S275
DRAWN BY	ANG
CHECKED BY	
DESIGNED BY	


This drawing is Elytt property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement



Elytt Energy



Hilumi Group

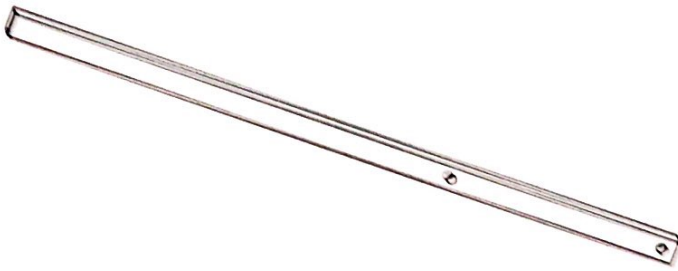


QUACO

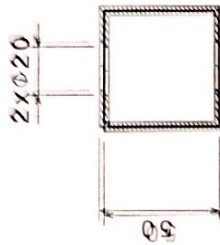
DRAWING TITLE	
INTERNAL BASE	
DRAWING NUMBER	
82POL_VO_M_2_2_R0	
SCALE: 1:20	SIZE: A3 WEIGHT (kg): 382
SHEET: 1/1	

APP	INDEX	DATE
-	-	-

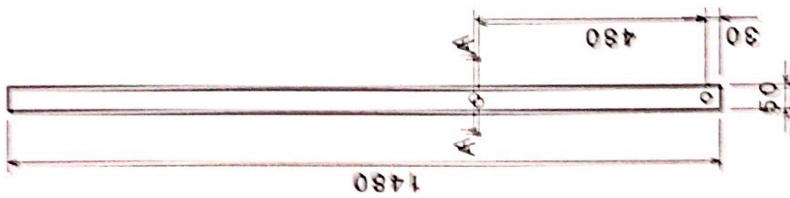
MODIFICATIONS



Isometric view
Scale: 1:10



Section view A-A
Scale: 1:2



Front view
Scale: 1:10

NOTES
 (1) THIS DRAWING SHALL BE USED WITH 3D CATIA MODEL 82POL FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION. MODEL GEOMETRY IS THE SOLE AUTHORITY FOR SURFACE DEFINITION AND IS BASIC (THEORETICALLY EXACT).
 (2) ALL SHARP EDGES CHAMFERING TO 0.5mm

DEVIAZIONI TOLLERANZE
 EN 109-22706-11-2
 DEVIAZIONI GRADIE

ink
 4/4 X

DATE	14/03/2017
MATERIAL	SZ75
DRAWN BY	ANG
CHECKED BY	
DESIGNED BY	

DRAWING TITLE	
PROTECTIONS	
DRAWING NUMBER	82POL_VO_M_2_3_R0
SCALE	1:50 SIZE A3 HEIGHT (mm) 8
SHEET	1/1




APP	INDEX	DATE

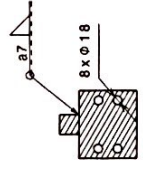
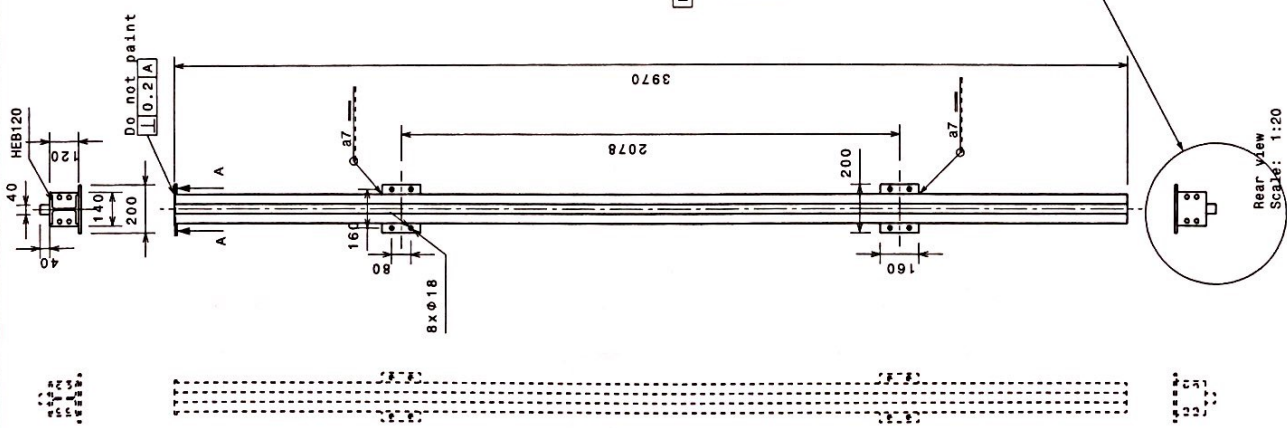
MODIFICATIONS

NOTE: THIS DRAWING SHALL BE USED WITH 3D DATA MODEL EXPL., FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION. MODEL MEMBERS IS THE SOLE AUTHORITY FOR SURFACE DEFINITION AND IS BASIC (THEORETICALLY EXACT).
 ALL DIMENSIONS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED TO 0.1mm

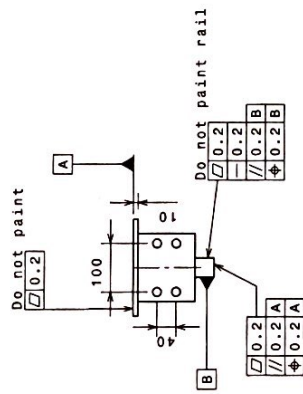
DIMENSION TOLERANCE
 EN ISO 22768-1/-2
 DEVIATION GRADE

LINK
 14 15

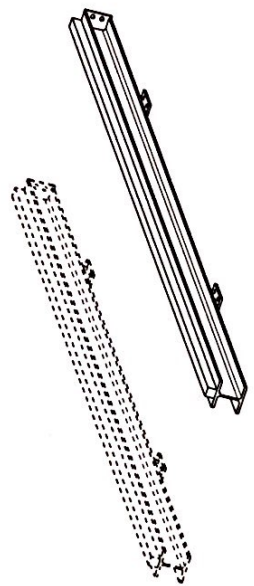
  		RAIL	
DATE	14/03/2017	DRAWING NUMBER	82POL_VO_M_2_4_R0
MATERIAL	S275	CHECKED BY	ANG
DRAWN BY	ANG	DESIGNED BY	
This drawing is Elytt property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.		SCALE:	1:20
		SIZE:	A3
		WEIGHT (kg):	300
		SHEET:	1/1



Section view A-A
 Scale: 1:10

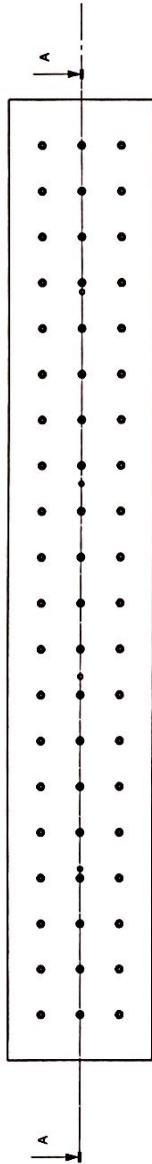


Detail B
 Scale: 1:10

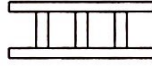


Isometric view
 Scale: 1:20

MODIFICATIONS	APP	INDEX	DATE
-	-	-	-



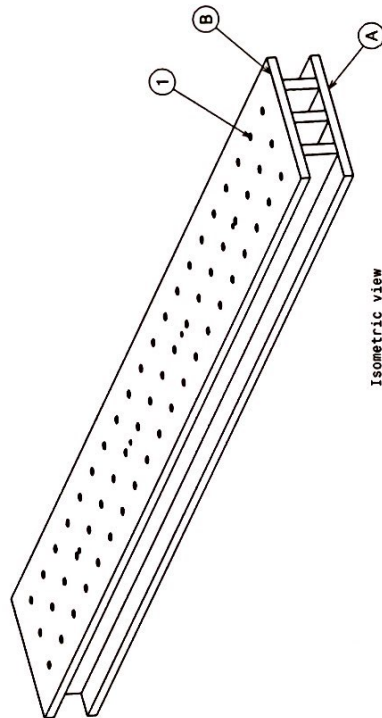
Front view
Scale: 1:20



Left view
Scale: 1:20



Section view A-A
Scale: 1:20



Isometric view
Scale: 1:20

NOTES

- ① THIS DRAWING SHALL BE USED WITH 3D CATIA MODEL 82POL, FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION. MODEL GEOMETRY IS THE SOLE AUTHORITY FOR SURFACE DEFINITION AND IS BASIC (THEORETICALLY EXACT).
- ② ALL SHARP EDGES CHAMFERING TO 0.5mm

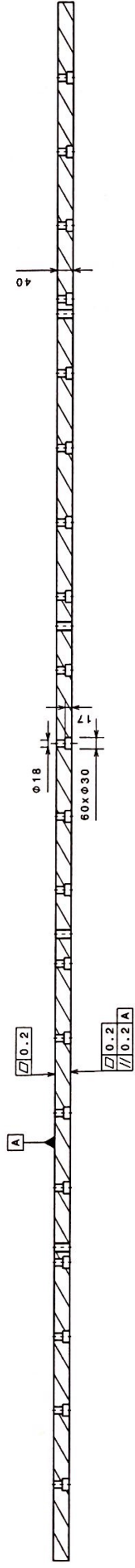
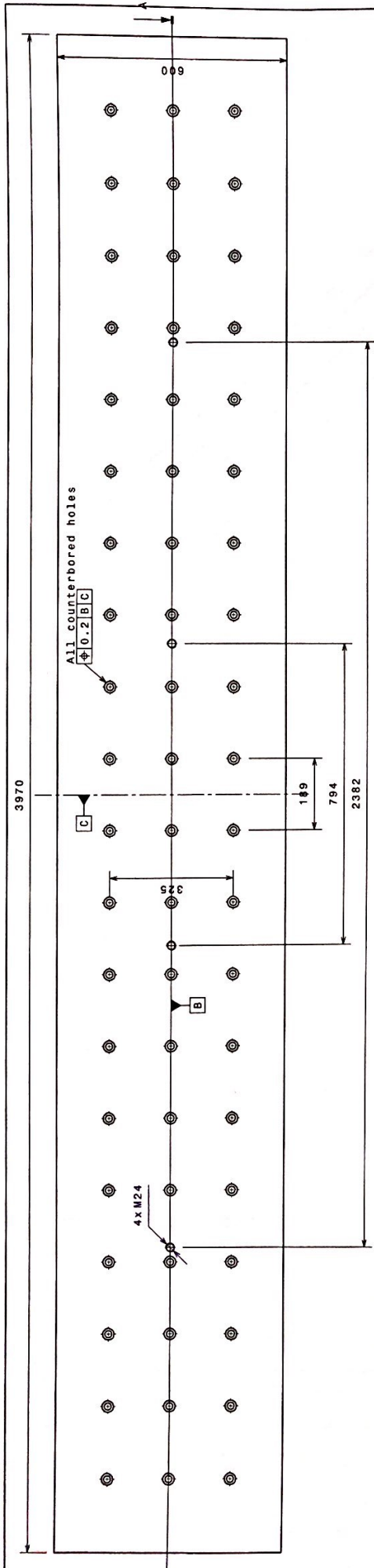
1	HEXAGON SOCKET BOLT	60	8.8	ISO4762 M16X60
B	LOWER INTERFACE BOLTED PART	1		82POL_VO_M_3_2
A	LOWER INTERFACE WELDED PART	1		82POL_VO_M_3_1
POS	DESCRIPTION	Nº	MAT.	SPECIF.
	DIMENSION TOLERANCE EN ISO 22768-1/-2 DEVIATION GRADE	mK	fH	X
			ROUGHNESS 3.2	OTHER SPEC.
				CHAMFERS EN ISO 13715 0.5 mm

DATE 14/03/2017		DRAWING TITLE MOLD LOWER INTERFACE			
MATERIAL -		DRAWING NUMBER 82POL_VO_M_3C			
DRAWN BY ANG		DRAWING NUMBER FFG			
CHECKED BY		SCALE: 1:8			
DESIGNED BY		SIZE: A3			
		WEIGHT (kg): 2605			
		SHEET: 1/1			

This drawing is Elytt property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.

APP	INDEX	DATE
-	-	-

MODIFICATIONS



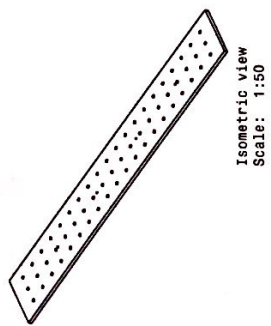
NOTES

1 THIS DRAWING SHALL BE USED WITH 3D CATIA MODEL 82POL, FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION, MODEL GEOMETRY IS THE SOLE AUTHORITY FOR SURFACE DEFINITION AND IS BASIC (THEORETICALLY EXACT).

2 ALL SHARP EDGES CHAMFERING TO 0.5mm

DIMENSION TOLERANCE
EN ISO 22768-1/-2
DEVIATION GRADE

mk	x
fh	x

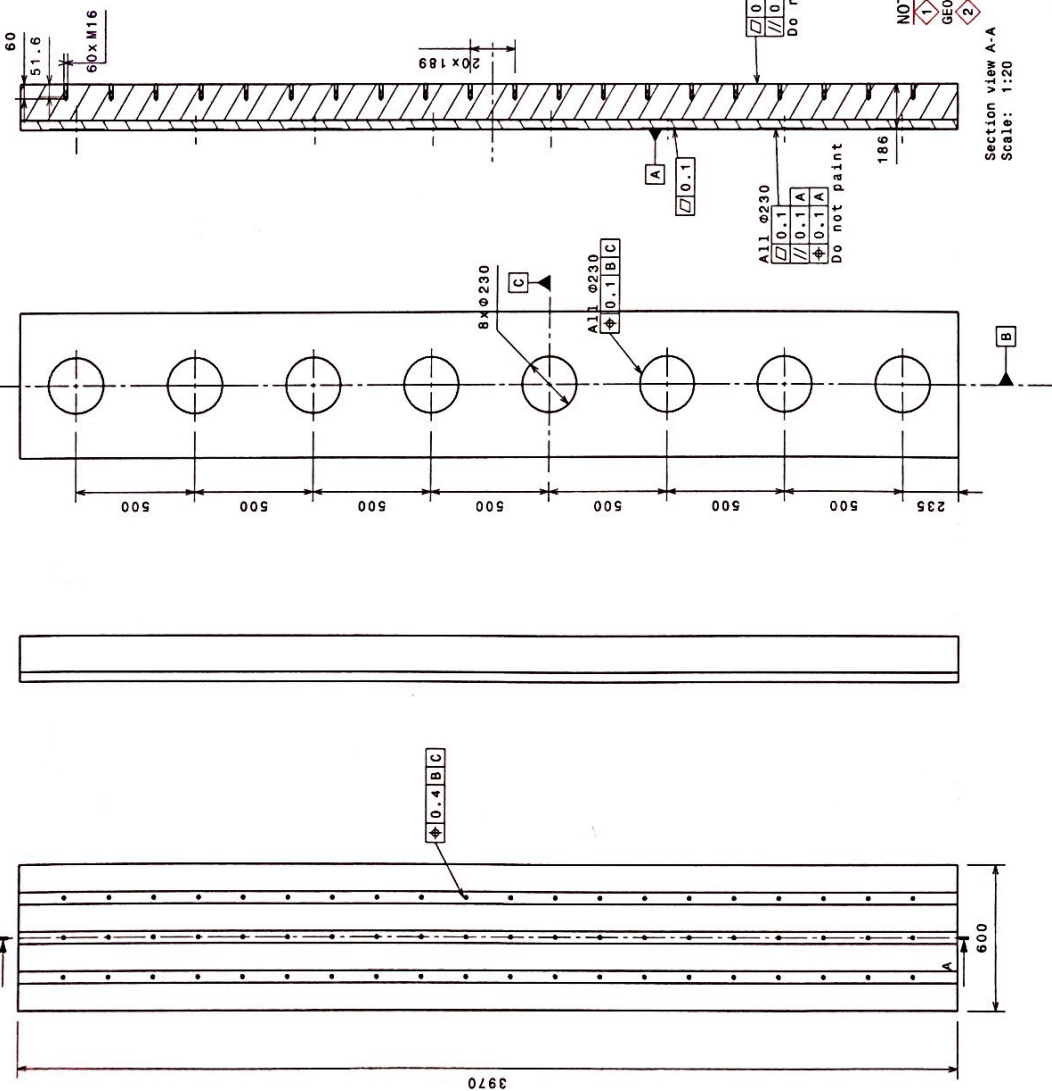
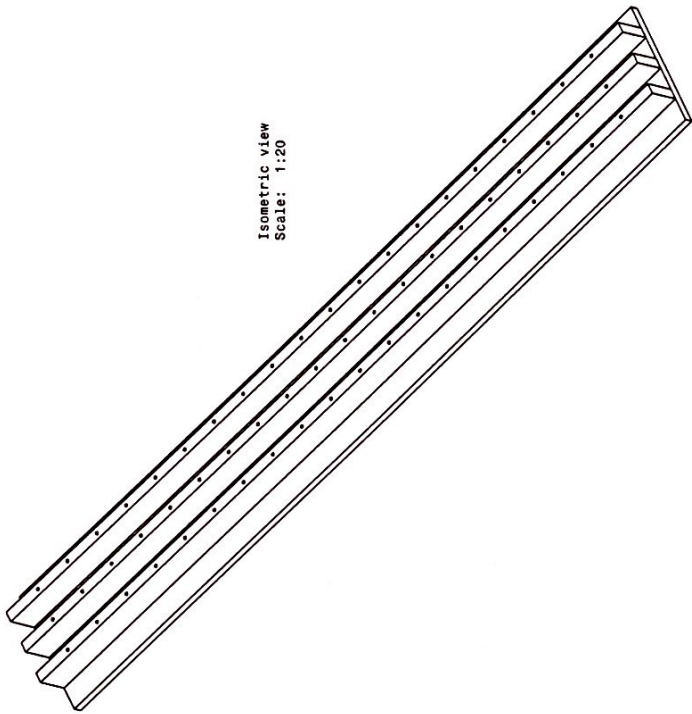


DRAWING TITLE CONDUCTOR_SPOOL	
DRAWING NUMBER 82POL_VO_M_3_1	
DATE 22/04/2017	DRAWING NUMBER FFG
MATERIAL S275	SCALE: 1:20 SIZE: A3 WEIGHT (Kg): 740
DRAWN BY JLT	SHEET: 1/1
CHECKED BY	
DESIGNED BY	

This drawing is Elytt property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.

APP	INDEX	DATE
-	-	-

MODIFICATIONS



NOTES

1 THIS DRAWING SHALL BE USED WITH 3D CATIA MODEL 82POL, FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION, MODEL GEOMETRY IS THE SOLE AUTHORITY FOR SURFACE DEFINITION AND IS BASIC (THEORETICALLY EXACT).

2 ALL SHARP EDGES CHAMFERING TO 0.5mm

mK	
fH	X

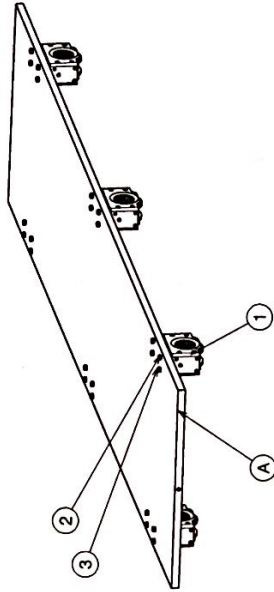
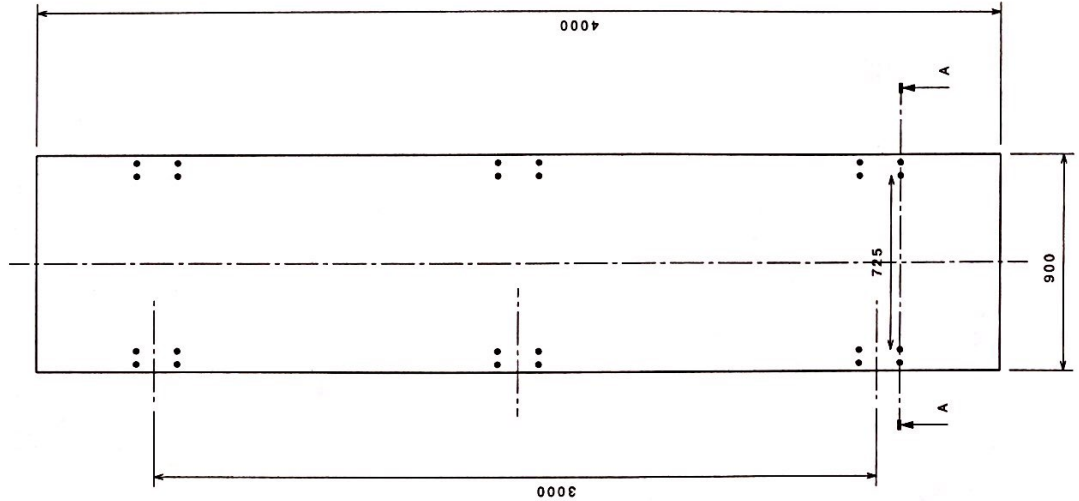
DIMENSION TOLERANCE
EN ISO 22768-17-2
DEVIATION GRADE



DATE	22/04/2017
MATERIAL	S275
DRAWN BY	JLT
CHECKED BY	
DESIGNED BY	
This drawing is Elytt property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement	
DRAWING TITLE LOWER INTERFACE WELDED PART	
DRAWING NUMBER 82POL_VO_M_3_2	
SCALE:	1:20
SIZE:	A3
WEIGHT (kg):	1500
SHEET:	1/1

APP	INDEX	DATE
-	-	-

MODIFICATIONS



NOTES

- 1 THIS DRAWING SHALL BE USED WITH 3D CATIA MODEL 82POL, FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION. MODEL GEOMETRY IS THE SOLE AUTHORITY FOR SURFACE DEFINITION AND IS BASIC (THEORETICALLY EXACT).
- 2 ALL SHARP EDGES CHAMFERING TO 0.5mm

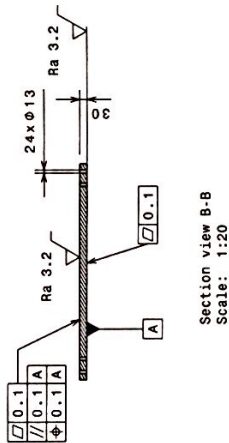
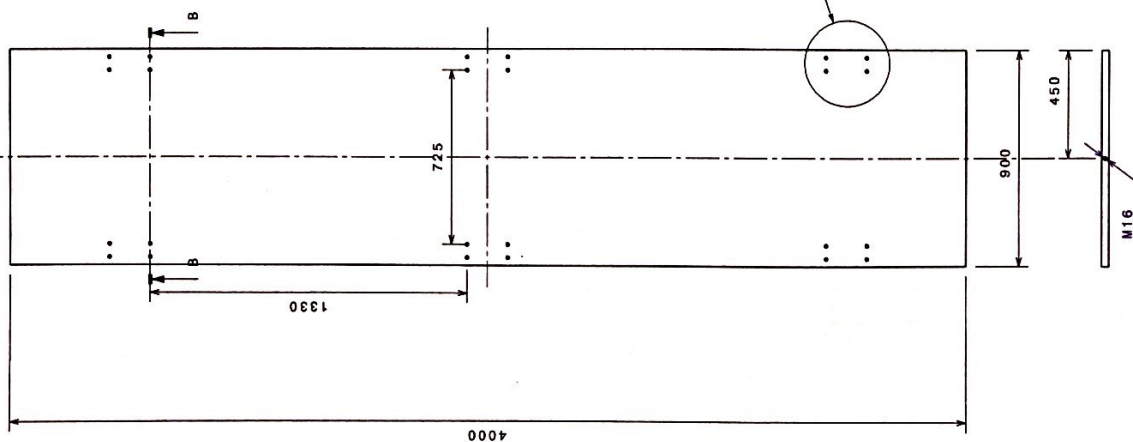
3	PLAIN WASHER	24	ISO 8738 M12
2	HEXAGON HEAD SCREW	24	ISO 4014 M12x60
1	WHEELS	6	DEMAG RS 125 AL 47
MANUFACTURES			
A	TRANSPORT BASE	1	S275 82POL_VO_M_4_1
POS	DESCRIPTION	Nº	MAT. SPECIF. OTHER SPEC.
DIMENSION TOLERANCE		ROUGHNESS	
EN ISO 22768-1/-2		CHAMFERS EN ISO 13715	
DEVIATION GRADE		0.5 mm	

DATE		DRAWING TITLE		DRAWING NUMBER	
14/03/2017		CONVEYOR		82POL_VO_M_4C	
MATERIAL		DRAWN BY		CHECKED BY	
S275		ANG		FFG	
DESIGNED BY		SCALE: 1:20		SIZE: A3	
-		WEIGHT (kg): 900		SHEET: 1/1	

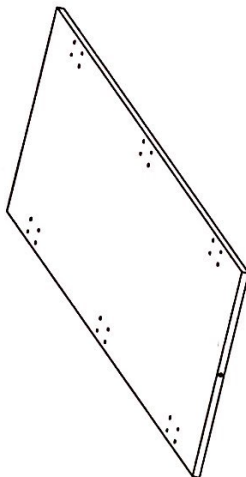
This drawing is Elytt property. If can't be reproduced or communicated without our written agreement

MODIFICATIONS

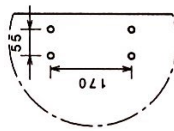
APP	INDEX	DATE
-	-	-



Section view B-B
Scale: 1:20



Isometric view
Scale: 1:20



Detail A
Scale: 1:10

Same footprint for all wheels

NOTES

- 1 THIS DRAWING SHALL BE USED WITH 3D CATTIA MODEL 82POL, FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION. MODEL GEOMETRY IS THE SOLE AUTHORITY FOR SURFACE DEFINITION AND IS BASIC (THEORETICALLY EXACT).
- 2 ALL SHARP EDGES CHAMFERING TO 0.5mm



mK	
fH	X



DIMENSION TOLERANCE
EN ISO 22768-1/-2
DEVIATION GRADE

This drawing is Elytt property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.

DATE	14/03/2017
MATERIAL	S275
DRAWN BY	ANG
CHECKED BY	FFG
DESIGNED BY	

DRAWING TITLE	TRANSPORT BASE
DRAWING NUMBER	82POL_VO_M_4_1_R0

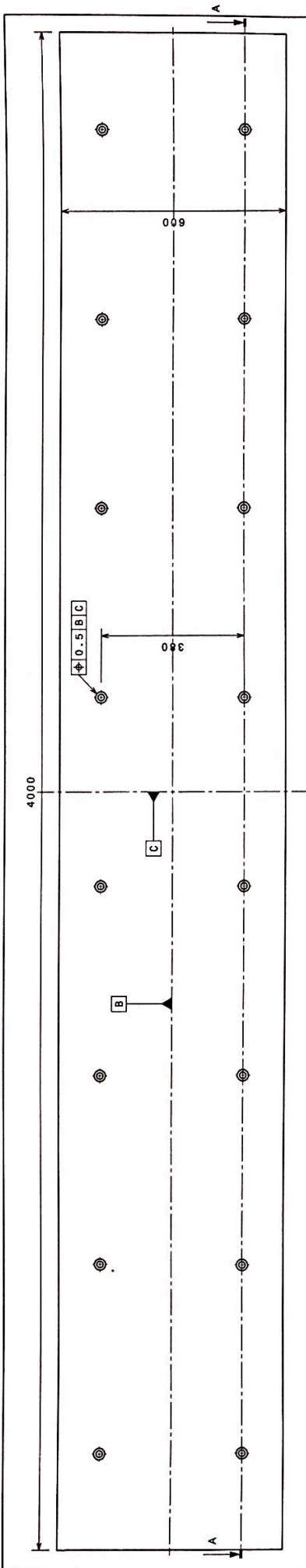
Elytt ENERGY



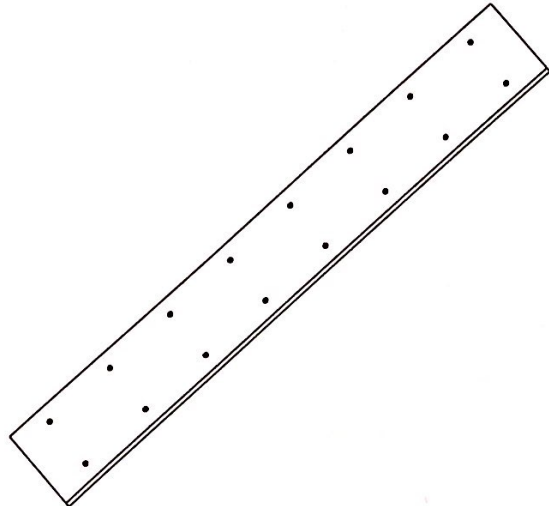
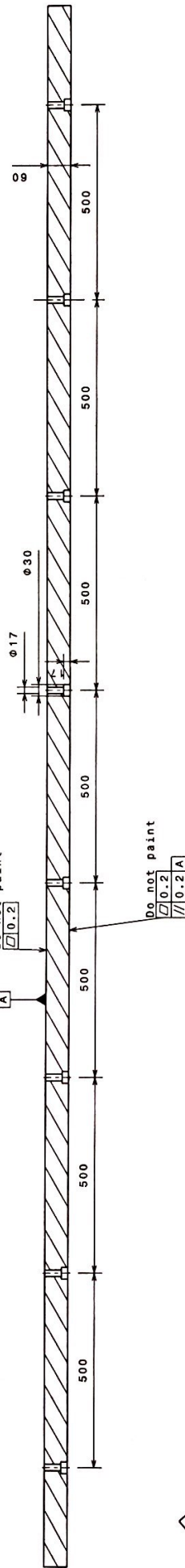
MODIFICATIONS

APP	INDEX	DATE
-	-	-

SCALE: 1:20	SIZE: A3	WEIGHT (kg): -	SHEET: 1/1
-------------	----------	----------------	------------



Section view A-A
Scale: 1:10






NOTES

- 1 THIS DRAWING SHALL BE USED WITH 3D CATIA MODEL 82POL, FOR COMPLETE PRODUCT DEFINITION. MODEL GEOMETRY IS THE SOLE AUTHORITY FOR SURFACE DEFINITION AND IS BASIC (THEORETICALLY EXACT).
- 2 ALL SHARP EDGES CHAMFERING TO 0.5mm

DIMENSION TOLERANCE
EN ISO 22768-1/-2
DEVIATION GRADE

mk	x
fh	

  		E L Y T T E N E R G Y		M O L D U P P E R I N T E R F A C E	
DATE 21/04/2017		MATERIAL S275		DRAWING NUMBER 82POL_VO_M_6_R0	
DRAWN BY JLT		CHECKED BY		SCALE: 1:20 SIZE: A3 WEIGHT (kg): 1100 SHEET: 1/1	
DESIGNED BY		DRAWING TITLE MOLD UPPER INTERFACE		DRAWING NUMBER 82POL_VO_M_6_R0	
This drawing is Elytt property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.					

MODIFICATIONS	APP	INDEX	DATE
-	-	-	-

Universidad Pontificia Comillas

Documento 3- Pliego de Condiciones

Diseño de una prensa de polimerización para imanes
superconductores

Alberto Navarro Garre
20-5-2018

Índice

- | | |
|--------------------------------------------------|-------|
| 1. Pliego de condiciones generales y económicas | 2 - 5 |
| 2. Pliego de condiciones técnicas y particulares | 6 - 7 |

3.1. Pliego de condiciones generales y económicas

A continuación, las Normas, Reglamentos y las Leyes de Carácter General que han sido aplicadas a la ejecución del proyecto.

- Estructuralmente: Eurocódigo 3.

Conjunto de normas establecidas a nivel internacional, europeo.

Usado para el cálculo de aquellas estructuras del proyecto cuyo material predominante es el acero.

Tipo de acero	Norma	t<40mm [MPa]		t>40mm [MPa]	
S275	EN 10025-2	Fy=275	Fu=430	Fy=255	Fu=410

Nota: Fy es el límite de tensión elástico del material. Fu es el la tensión de rotura.

- Normativa general de seguridad de máquinas EN 12100.

La norma UNE-EN ISO 12100 (nivel nacional y europeo) facilita a los diseñadores una estructura y una guía general aplicable durante el desarrollo de la máquina. Especifica la terminología básica, los principios de evaluación del riesgo y reducción del riesgo y una metodología para lograr la seguridad en el diseño de las máquinas.

Principios que están basados en el conocimiento y la experiencia en el diseño, utilización, incidentes, accidentes y riesgos asociados con las

máquinas. Describe los procedimientos para la identificación de peligros y la estimación y valoración de los riesgos durante las fases relevantes del ciclo de vida de las máquinas, y para la eliminación de los peligros o la provisión de la reducción del riesgo adecuada.

Por último, proporciona directrices sobre la documentación y la verificación de la evaluación del riesgo y el proceso de reducción del riesgo.¹

- Reglamento electrotécnico de baja tensión y EN 60204.

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de España, conocido por sus siglas (REBT), con objetivo crear el grupo de condiciones técnicas y garantías que cualquier instalación eléctrica conectada a una fuente de suministro de baja tensión debe reunir. La finalidad es preservar la seguridad de las personas y los bienes, asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir posibles interacciones con otras instalaciones y servicios, así como mejorar la fiabilidad técnica y el rendimiento económico de las instalaciones.

¹ UNE-EN ISO 12100:2012 Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo

Según este reglamento, en España se considera como baja tensión cualquiera que sea menor o igual a 1000 voltios en caso de ser corriente alterna, o 1500 voltios en caso de ser corriente continua. El Reglamento actual en España fue aprobado según el Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2002 y publicado en el Boletín Oficial del Estado número 224 el 18 de septiembre de 2002.²

Por otro lado, la Norma IEC/EN 60204 (IEC/EN 60204-1) se aplica a los equipos y sistemas eléctricos, electrónicos y electrónicos programables de las máquinas fijas o amovibles en funcionamiento, incluyendo un grupo de máquinas que trabajan conjuntamente de forma coordinada.

El equipo cubierto por esta parte de la Norma IEC/EN 60204 comienza en el punto de conexión de la alimentación al equipo eléctrico de la máquina.

Esta parte es aplicable a los equipos eléctricos o partes del equipo eléctrico que están alimentados con una tensión nominal que no exceda los 1 000 V c.a. ni los 1 500 V c.c. y para frecuencias nominales que no excedan los 200 Hz.

Esta parte de la Norma IEC/EN 60204 no cubre todos los requisitos (por ejemplo protección, enclavamiento, o mando) que son necesarios

² Wikipedia

o indicados por otras normas o reglamentaciones destinadas a proteger las personas de peligros distintos a los eléctricos. Cada tipo de máquina tiene exigencias propias que deben tenerse en cuenta para obtener una seguridad adecuada.

Esta parte incluye específicamente, pero no está limitada, al equipo eléctrico de las máquinas.³

³ EN 60204-1 Seguridad de equipos eléctricos en maquinarias.

3.2. Pliego de condiciones técnicas y particulares

Para la realización y el correcto funcionamiento del proyecto, los requisitos técnicos de aplicación más importantes son:

- Fuerza por unidad de longitud. Se estableció que la prensa debe soportar una fuerza de 1000 N por metro de longitud. Por tanto, se han necesitado 430 toneladas de fuerza por cilindro.
- Volumen útil de la prensa. La prensa consta de una longitud útil de 8000 mm, altura de 2716 mm y un ancho de 2186 mm.
- Carrera. Se ha diseñado el proyecto para una carrera del cilindro hidráulico de 150mm.
- Sistema de carga con mesa deslizante.
- Material usado. Excepto en tornillería y elementos comerciales comprados, siempre se ha usado acero estructural S275 (características ya explicadas en el 3.1. pliego de condiciones generales) o, como excepción, duraluminio para la base encargada de sostener los cilindros.

- Plazos de ejecución del proyecto

Tarea	Comienzo	Finalización
Diseño	Enero 2017	Mayo 2017
Compra y mecanizados	Junio 2017	Diciembre 2017
Montaje	Enero 2018	Abril 2018
Puesta a punto	Mayo 2018	Mayo 2018

Universidad Pontificia Comillas

Documento 4- Presupuesto

Diseño de una prensa de polimerización para imanes
superconductores

Alberto Navarro Garre
20-5-2018

Índice

1. Sumas Parciales	2
2. Presupuesto general	4

4.1. Sumas Parciales

Area	Elemento	Coste Unitario	Cantidad	Coste total
Diseño Estructural/CAD	Horas de electricidad ¹	0,079097 ²	480	37,97 €
	Sueldos	5	480	2.400,00 €
Material	Acero S275	1,22	32000 ³	39.040,00 €
	Dural	1,8	240	432,00 €
Mecanizado y Soldadura	Soldadura	35	100	3.500,00 €
	Mecanizados	30	200	6.000,00 €
Hidráulica	Cilindro hidráulico SPR 43015	2750	8	22.000,00 €
	Manguera 3/8" – NPT 700 bar	250	16	4.000,00 €
	Grupo HBM 6724	4000	1	4.000,00 €
	Threaded rod M6	1,84	8	14,72 €
	Flange Wurth M6 0545 500 18	1	8	8,00 €
Comerciales	Ruedas DEMAG RS 125	1200	6	7.200,00 €
	Eyebolt VRS – M24 RUD	100	2	200,00 €
Tornillería	Washer ISO 7092 16x28	0,5	24	12,00 €
	Washer ISO 7089 16x30	0,5	32	16,00 €
	Washer ISO 7091 20x37	0,5	4	2,00 €
	Washer ISO 7089 M16x30	0,5	20	10,00 €
	Washer ISO 8738 M16	0,5	96	48,00 €
	Washer ISO 7091 M16x30	0,5	16	8,00 €
	Washer ISO 8738 M12	0,5	24	12,00 €
	Hexagonal Nut M130	0,5	16	8,00 €
	Nut ISO 4032 M16	0,5	68	34,00 €
	Hexagon Head Bolt ISO 4014 M16x80	0,5	40	20,00 €
	Hexagon Head Bolt ISO 4016 M20x100	0,5	4	2,00 €
	Hexagon Head Bolt ISO 4016 M16x80	0,5	32	16,00 €
	Hexagon Head Bolt ISO 4014 M16x65	0,5	8	4,00 €
	Hexagon Head Bolt ISO 4014 M16x110	0,5	12	6,00 €
	Hexagon Socket Bolt ISO 4762 M16x60	0,5	60	30,00 €
	Hexagon Socket Bolt ISO 4762 M16x120	0,5	16	8,00 €
	Hexagonal Head Screw ISO 4014 M16x100	0,5	64	32,00 €
	Hexagonal Head Screw DIN 558 M16x30	0,5	32	16,00 €
	Hexagon Head Screw ISO 4014 M12x60	0,5	24	12,00 €
Montaje	Horas de electricidad ⁴	0,084	6000	504,00 €
	Sueldos	12	720	8.640,00 €
Puesta a punto	Horas de electricidad ⁵	0,084	2000	168,00 €
	Sueldos	12	60	720,00 €

¹ Se estima un consumo de 0.437 kwh al día con ordenador. Fuente: <http://www.leantricity.es/cuanta-energia-gasta-un-ordenador-aproximaciones/>

² Fuente de los costes unitarios: http://www.minetad.gob.es/es-ES/IndicadoresyEstadisticas/DatosEstadisticos/IV.%20Energ%C3%ADa%20y%20emisiones/IV_12.pdf

³ Precios de acero: Datosmacro

⁴ Se estima un periodo de montaje de 3 meses, 2000 kwh al mes. Fuente: <https://blog.ledbox.es/informacion-led/casos-practicos-led/iluminar-una-nave-industrial-caso-practico>

⁵ Se estima un periodo de puesta a punto de 1 mes, 2000 kwh al mes. Misma fuente que referencia 3.

4.2. Presupuesto General

Área	Coste
Diseño CAD	2.437,97 €
Material	39.472,00 €
Mecanizado/Soldadura	9.500,00 €
Hidráulica	30.022,72 €
Tornillería	296,00 €
Componentes Comerciales	7.400,00 €
Montaje	9.144,00 €
Puesta a punto	888,00 €
Presupuesto total del proyecto	99.160,69 €

Por tanto, se estima un presupuesto general que ronda los 100.000 € para el diseño, fabricación y montaje de la prensa.