



industriales
etsii

Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE CAJAS EN LA INSTALACIÓN DE EMPAQUETAMIENTO Y ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Autor: Mario García Martínez
Director: Miguel Lucas Rodríguez



Universidad
Politécnica
de Cartagena

En Cartagena a 21 del 09 de 2015

ÍNDICE DEL PROYECTO

- DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA
 - ANEJO 1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
 - ANEJO 2. CATÁLOGOS
- DOCUMENTO Nº2. PLANOS
- DOCUMENTO Nº3. PLIEGO DE CONDICIONES
- DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA



DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE CAJAS EN LA INSTALACIÓN DE
EMPAQUETAMIENTO Y ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: Mario García Martínez

Tutor: Miguel Lucas Rodríguez



ÍNDICE

1. Antecedentes.....	3
2. Objetivos del proyecto.....	3
2.1 . Requerimientos.....	3
3. Elección del envase.....	3
4. Descripción general de la máquina.....	5
4.1. Tipo de termoselladora.....	5
4.2. Sistemas de la máquina.....	7
5. Elección del plástico.....	7
6. Parámetros a considerar en el sellado.....	9
6.1. Tiempo.....	9
6.2. Temperatura.....	9
6.3. Presión.....	9
7. Dimensiones de la bolsa	9
8. Dimensiones de la bobina.....	10
9. Tubo de formado.....	10
10. Ciclo de la máquina.....	11
11. Elementos neumáticos.....	12
11.1. Condiciones de servicio.....	12
11.2. Compresor.....	13
11.3. Esquemas neumático.....	14
11.4. Pistones.....	17
11.5. Sensores.....	19
11.6. Conductos.....	20
11.7. Válvulas y racores.....	20
12. Mordazas de sellado transversal.....	23
13. Sellador longitudinal.....	25



14. Sistema de arrastre del plástico.....	25
14.1 Motor.....	26
14.2 Variador de frecuencia.....	28
14.3 Poleas y corread dentadas.....	29
14.3.1. Elección del tipo de polea.....	26
14.3.2. Casquillos de montaje.....	30
14.3.3. Elección del tipo de correa.....	31
14.3.4. Eje expansible.....	33
14.3.5. Soporte de seguridad del eje expansible.....	34
14.3.6. Frenos de polvo magnético.....	35
14.3.7. Cilindro sensor.....	35
14.3.8. Regulador de tensión de banda.....	36
14.3.9. Rodillos de transporte.....	37
15. Configuración para el cambio de campaña	38
16. Emplazamiento de la termoselladora.....	38
17. Resumen del presupuesto.....	39
18. Bibliografía.....	40
19. Documento del proyecto.....	42
20. Agradecimientos.....	42
21. Conclusión a la memoria.....	42



1. Antecedentes

Ante la propuesta de realización del Trabajo Fin de Grado por parte del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica de Cartagena, se elabora el proyecto de *“Diseño del mecanismo de sellado de cajas en la instalación de empaquetamiento y envasado de una industria alimenticia”* por parte del alumno Mario García Martínez y bajo la dirección del profesor Don Miguel Lucas Rodríguez.

2. Objetivo del proyecto

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de un sistema capaz de sellar bolsas de caramelos para su implantación en la industria. Con dicho fin se diseña una máquina termoselladora que cumpla con los requerimientos del tutor del proyecto o, por extensión, de un posible contratista.

2.1. Requerimientos

Se establece que el producto está completamente elaborado y que se ha de incluir en unas bolsas que previamente tienen que ser conformadas para finalmente sellar el envase. Se trata de un caramelo clásico de calidad media, por lo que no se establecen características especiales de envase.

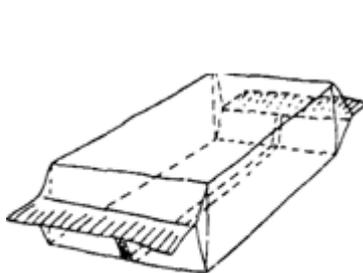
Por otro lado, la empresa ha de ser capaz de adaptarse al ritmo de producción de dos campañas, en una de ellas se realizarán bolsas de 1,5 Kg y en la otra de 250 g, pero se mantiene constante un ratio de producción de 15 bolsas/min. Además, dichas bolsas deberán tener un ancho de sellado 18 cm.

3. Elección del envase

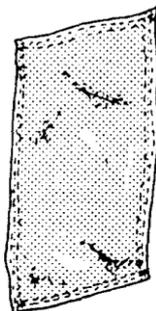
Existen diferentes tipos de envase, como son los saquitos o sobres, que están sellados por rebaba por los cuatro lados y se emplean para productos granulados o pulverulentos como sopas y purés, o los envases en tiras que consisten en dos capas de material selladas juntas y que contienen, habitualmente, productos farmacéuticos en bolsitas individuales. Pero el tipo de envase más adecuado para el producto en cuestión es el envase con cabezal o almohada, que permite almacenar colecciones de pequeños sólidos, como puede ser un lote de caramelos pre-envueltos. Estos



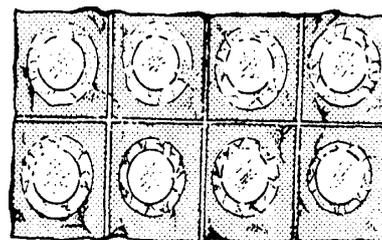
envases presentan una rebaba o sello sobrepuesto en lo largo del paquete y sellos transversales a cada extremo.



Envase con cabezal o
almohada



Envase en saquitos
o sobres



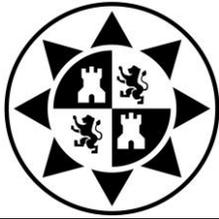
Envase en tiras

Figura 1. Tipos de envases. (Paine, Frank A. & Paine, Heather Y. *Manual de Envasado de Alimentos*; 2ª ed. A.Madrid Vicente, Ediciones, 1994. ISBN 84-87440-48-7)

Así pues, el tipo de envase utilizado es el envase con cabezal o almohada. Sin embargo, dentro de este tipo de envase existe la posibilidad de realizar un sellado por solape o un sellado por rebaba.

En el sellado por solape se pliega la lámina de la bobina formando un tubo y haciendo coincidir la cara interior de un extremo con la exterior del otro, mientras que en el sellado por rebaba se sellan las caras interiores. Con el sellado por solape se consigue un ahorro de material con respecto al sellado por rebaba, sin embargo, solo es apto para películas monocapa o con capas exteriores e interiores iguales.

Dado que es preciso que al plástico empleado se le aplique un tratamiento corona en la capa exterior que permita la impresión de tinta, de adhesivos o de un recubrimiento para mejorar la visualización del producto, no es posible utilizar el sellado por solape; pues el tratamiento corona merma las propiedades de sellado de la cara exterior, siendo necesario sellar las caras interiores con el sellado por rebaba.



4. Descripción general de la máquina

Un aspecto fundamental a considerar a la hora de envasar el producto es la clase de termoselladora que se va a emplear, ya que estas se encuentran tipificadas en función de la aplicación.

4.1 Tipo de termoselladora

Es posible realizar el proceso de conformado del envase, de llenado de producto y de sellado con una sola máquina, con las llamadas máquinas de formado, llenado y sellado (f.f.s.)

Estas máquinas pueden ser tanto horizontales como verticales. Las horizontales son más adecuadas para productos que se presentan de forma individual como lo snacks o en pequeños grupos como el caso de las galletas. En cambio, las verticales son adecuadas para formar bolsas de un tamaño mayor donde se puede agrupar fácilmente un lote de caramelos, por ello se emplea este tipo de máquina (ver figura).

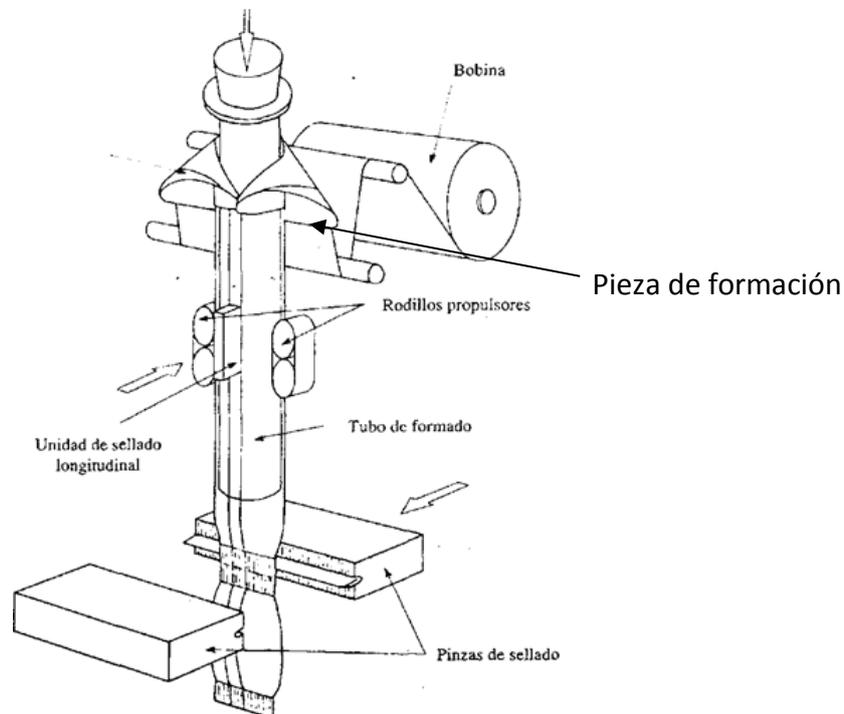


Figura 2. Máquina de formado, llenado y sellado vertical. (Paine, Frank A. & Paine, Heather Y. "Manual de Envasado de Alimentos"; 2ª ed. A.Madrid Vicente, Ediciones, 1994. ISBN 84-87440-48-7)



La mayoría de estas máquinas utiliza una pieza de formación para convertir el material plano de la bobina en un tubo, avanzando gracias a unos rodillos flexibles de tipo gusano, que conducen la película de forma intermitente por fricción contra el tubo de formado. La unidad de sellado longitudinal permite que la bolsa esté cerrada en dirección vertical, mientras que unas pinzas de sellado abren y cierran secuencialmente realizando el sellado transversal.

Una vez que se ha realizado el sellado, cae el producto por el tubo de formado y se produce el llenado de la bolsa y, finalmente, se acciona una cuchilla que separa el sello superior de una bolsa y el inferior de la otra.

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes en la fabricación de envases almohada

Ventajas	Inconvenientes
<p>Gran gama de materiales, desde película barata revestida y papeles a laminados complejos (sellado resistente); amplia gama de materiales plásticos (sellado por impulso).</p> <p>Máquinas relativamente simples y de costes de envasado relativamente bajos Ajuste fácil para amplia gama de tamaños.</p> <p>Posibilidad de manejar una amplia gama de polvos, granulados y productos de pequeño tamaño, usando una gran variedad de sistemas de alimentación: llenadoras de tornillo, tazas de alimentación volumétricas, pesadores.</p> <p>Ejecuciones de la máquina, desde baja producción con máquina económica de tubo simple (60pm) a alta producción con múltiples tubos (240 pm).</p> <p>Se tiene numerosas opciones para aplicaciones especiales (flujos de gasa, vacío, fondo de bolsa plisado simulado, etc...)</p> <p>Buenas relación volumen de producto/tamaño</p>	<p>Llenado y sellado de paquete en el mismo lugar, de modo que los polvos finos pueden inferir en el sellado</p> <p>La mayoría de máquinas son de movimiento intermitente, por lo que para altas producciones debe utilizarse una solución de tubo múltiple más compleja</p>

(Paine, Frank A. & Paine, Heather Y. "Manual de Envasado de Alimentos"; 2ª ed. A.Madrid Vicente, Ediciones, 1994. ISBN 84-87440-48-7)



4.2. Sistemas de la máquina

La termoselladora se puede dividir en distintos sistemas, que quedan completamente definidos en los cálculos justificativos y en los planos, y que se resumen a continuación:

- Estructura. Formada por el conjunto de barras que forman la estructura básica de la máquina y el conjunto de soportes que actúan de bastidores de los elementos móviles.
- Sistema mecánico. Incluye el motor, los mecanismos y rodillos necesarios para llevar el material de la bobina a la pieza de formación, así como el conjunto de uniones, finales de carrera, de cojinetes y rodamientos.
- Sistema de formado. Integrado por la pieza de formación y el tubo de formado.
- Sistema neumático. Se encuentra integrado por el conjunto del compresor, filtros, válvulas, cilindros y tubos empleados para producir el movimiento necesario para el sellado longitudinal, transversal y el corte del plástico.
- Sistema térmico y eléctrico. De este sistema forman parte el cableado, el control de temperatura y las resistencias eléctricas que aplican el calor necesario para producir el termosellado.

5. Elección del plástico

El material utilizado para envasar el producto será el polipropileno biorientado (BOPP), ya que sus características lo hacen idóneo en el sector alimentario, y en especial, en la industria del caramelo. Dichas propiedades se enumeran a continuación:

- Temperatura de sellado. El BOPP presenta una baja temperatura de sellado con respecto a otros plásticos como el poliéster o el polipropileno monorientado, por ello es adecuado para un producto como el caramelo que sufre mucho con el calor. Además, permite disminuir la energía necesaria en las resistencias, y consecuentemente, el coste necesario para producir el termosellado.



- Resistencia a la humedad. Las películas de polipropileno biorientado tienen gran resistencia al paso de la humedad, por lo que son perfectas para envasar productos con altas exigencias de conservación.
- Resistencia a la tensión. Este polímero tiene una mayor resistencia que otras películas, pero destaca por su excelente relación resistencia/precio y resistencia/peso.
- Apariencia. El BOPP presentan una buena combinación de brillo y transparencia, permitiendo mejorar la estética del envase.

Tabla 2. Propiedades físicas del BOPP:

Propiedad	Unidad	Método Prueba	Valor
Espesor	Micras	-	50
Opacidad	%	ASTM D1003	2.9
Brillo 45	%	ASTM D2457	80
Coeficiente de Fricción	NT/NT	---	0.3
	T/T		
Tensión de la rotura	DM	ASTM D882	125
	DT		235
Elongación a la rotura	DM	%	180
	DT		50
Modulo secante	DM	N/mm ²	1700
	DT		3000
Tensión superficial	Dinas /cm	ASTM 2578	38
Inicio de sellado	NT	ASTM F88/ F2029A 2.75 bar, 0.5s	80
	T		125
Fuerza de sellado 130° C	NT	N/25mm	7
	T		6
Transmisión de vapor de agua 38°C, 90% HR	g/m ² /día	ASTM F1249	3.4
Transmisión de oxígeno, 22°C, 0% HR	cm ² /m ² /día	ASTM D3985	1000

Fuente: Oben Holding Group

Notas: NT. Cara no tratada para impresión y de alta sellabilidad.
T. Cara tratada para impresión

DM. Dirección máquina
DT. Dirección transversal



6. Parámetros a considerar en el sellado

Las variables que influyen de forma decisiva a la calidad del sellado por resistencia y que nos proporciona el fabricante del BOPP son el tiempo, la temperatura y la presión.

6.1. Tiempo

El tiempo de permanencia de las resistencias tiene que ser el adecuado para que la transferencia de calor produzca la soldadura entre las superficies. Este parámetro es de vital importancia, pues si es inferior al tiempo óptimo el sellado será deficiente, y si se excede el plástico se degradará. El tiempo óptimo de sellado que indican los fabricantes de las películas de BOPP es de 0.5 s.

6.2 Temperatura

Con la temperatura sucede lo mismo que con el tiempo. Debe ser la adecuada para que se pueda soldar el plástico, pero no puede exceder el límite de fusión del material. Se recomienda una temperatura de sellado de 80º C.

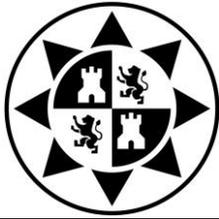
6.3. Presión

Permite que las caras del plástico queden presionadas una contra otra para favorecer la unión. La presión media de sellado que indica el fabricante es de 2,75 bar.

Es de vital importancia que se controlen las tres variables de forma conjunta, pues son interdependientes. Así por ejemplo, si la temperatura es la adecuada, pero el tiempo es superior al establecido, el plástico terminará degradándose. De la misma forma, aunque la temperatura sea la adecuada si la presión de sellado es menor al 10% de la presión media que indica el fabricante la unión será débil.

7. Dimensiones de la bolsa

La termoselladora tiene que ser capaz de sellar bolsas de caramelos de peso neto 250 g y 1,5 Kg. Sabiendo que otra condición de diseño es que el ancho de sellado transversal es de 18 cm se obtiene, de acuerdo con los cálculos justificativos (ver apartado 1 y 2), que la bolsa de 250 g tiene una altura de 7 cm y que la bolsa de 1,5 Kg tiene una altura de 25 cm. Además, se establece un espesor de sellado longitudinal y transversal de 1,5 cm para los dos tipos de bolsa (apartado 2 de los cálculos justificativos).



8. Dimensiones de la bobina

Conforme a los cálculos realizados (ver apartado 3) se necesita un ancho de bobina de 400 mm. De acuerdo con el catálogo de la empresa proveedora se selecciona una bobina con las siguientes dimensiones:

Diámetro interno del canuto = 3" = 76,2 mm

Diámetro externo = 570 mm

Largo total plástico= 4450 m

Espesor plástico = 50 micras.

Gramaje = 45,3 g/m²

Peso total = 80,6 kg (gramaje x ancho x largo)

Tabla 3. Características de la bobina:

Código OppFilm	Espesor (µm)	Gramaje (g/m ²)	Ancho (mm)	Centro Cartón	570 mm Φ Diam. Ext.		760 mm Φ Diam. Ext.		Cara Tratada
					Largo (m)	Peso (kg/cm)	Largo (m)	Peso (kg/cm)	
S A m 45	45.0	40.7	400 a 2,000	3" y 6"	5,000	1.89	9,270	3.77	Externa
S A m 50	50.0	45.3			4,450		8,250		

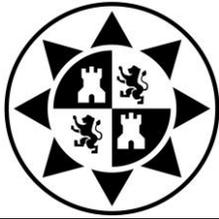
Fuente: Oben Holding Group

9. Tubo de formado

La máquina llevará un tubo de formado de la empresa IRTRA GROUP pues realiza diseños personalizados a las necesidades del cliente. El tubo formador tiene, según el apartado 4 de los cálculos justificativos, un diámetro exterior de 11,5 cm, un diámetro interior de 10 cm y una longitud de 1,5 metros. El cuello de formado tiene que ser apto para el sellado por solape.



Figura 3. Tubo de Formado



10. Ciclo de la máquina

El ciclo, que será el mismo para ambas campañas, comienza con el avance del plástico gracias a que se activa el motor eléctrico que pone en marcha las poleas que lo hacen desplazarse. Transcurridos 0,8 segundos (medidos por un temporizador neumático) la película de BOPP se ha desplazado una longitud igual a la altura de la bolsa, y las mordazas accionadas por un pistón se desplazan y dejan de contactar con el final de carrera del motor, por lo que este se para. Cuando las mordazas de sellado transversal llegan a su posición final (0, 2 s) se produce el sellado que dura 0,5 segundos. A continuación, caen los caramelos por la tolva para producir el llenado de la bolsa (2,2 s) y se activa la cuchilla que separa el sellado inferior y superior de dos bolsas (0,1 s). Finalmente las mordazas se retraen y activan el motor del movimiento del plástico con lo que el ciclo vuelve a empezar.

Para ver el proceso de determinación de los tiempos de cada fase del ciclo se aconseja ver el apartado 5 de los cálculos justificativos.

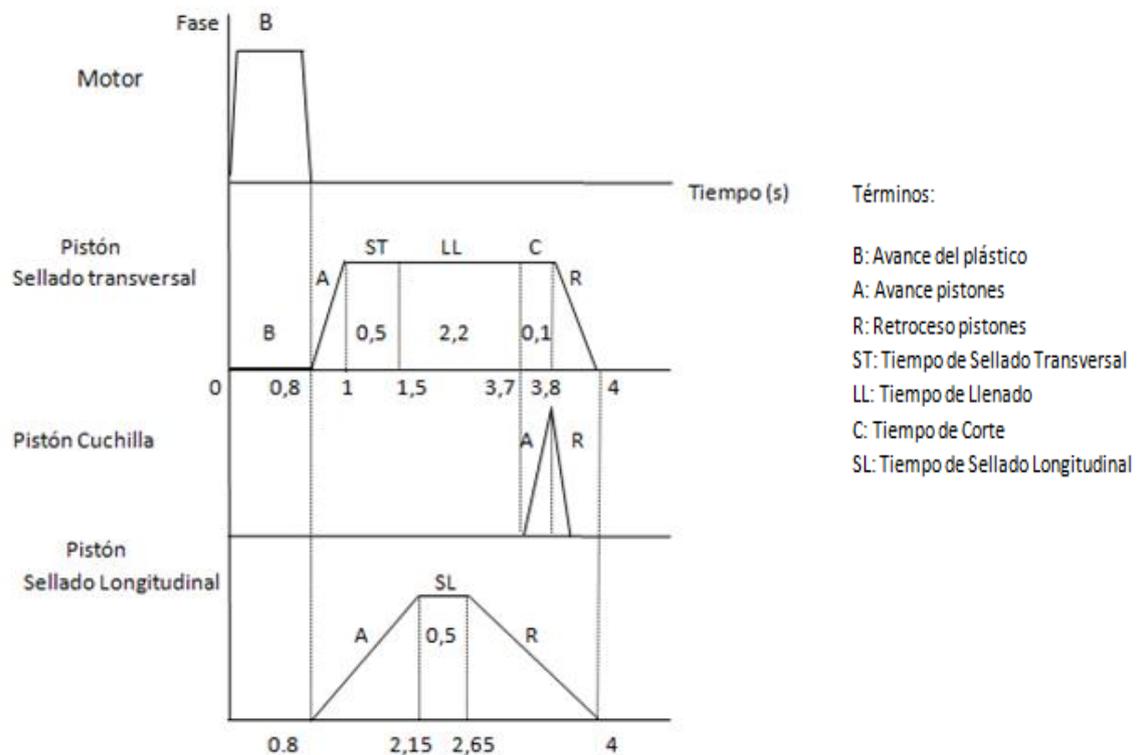


Diagrama 1. Fases del Ciclo



11. Elementos neumáticos

El circuito neumático va a ser el encargado de activar los pistones de sellado transversal, longitudinal y el pistón de la cuchilla y va a estar formado por pistones, válvulas, elementos auxiliares, tubos y del compresor cuando sea necesario.

Se trata de un circuito neumático de baja presión en el que se ha buscado la máxima simplicidad a la hora de seleccionar los elementos para así evitar averías y en el caso de que se produzcan atajarlas de forma eficaz.

Cabe destacar que también se ha conseguido una gran intercambiabilidad, de forma que se simplifiquen los inventarios y se puedan utilizar los mismos repuestos para elementos con distintas ubicaciones en la instalación. Ejemplos: Racores, válvulas, tubos...

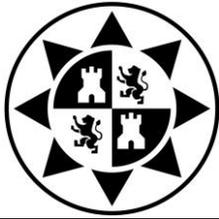
Además, una característica que posee la máquina y que la hace destacar desde el punto de vista de la seguridad es su necesidad de accionamiento conjunto mediante pedal y palanca, para así evitar poner en marcha la instalación de forma involuntaria y prevenir accidentes que pongan en riesgo la seguridad de los operarios y la integridad de la instalación.

11.1. Condiciones de servicio

La termoselladora tiene dos formas de instalación: con compresor o con boca de enchufe a la instalación neumática de la fábrica.

En el caso de que la termoselladora se implante en una industria donde no se tiene una red de aire comprimido el cliente debe pedir una termoselladora con compresor. La presión de servicio es de 5 bar y el caudal es de 145,5 l/min según se especifica en el apartado 6.2 de los cálculos.

Por el contrario si la fábrica tiene una red de aire comprimido y se va hacer un proyecto de instalación de la máquina se puede pedir la máquina sin compresor, pero para el correcto funcionamiento de la misma es necesario que se garantice la presión y el caudal que se ha especificado mediante el regulador de presión que se encuentra tras la boca de conexión.



11.2. Compresor

Para el caso de que no se disponga de una instalación neumática en el emplazamiento de la termoselladora se debe instalar un compresor. Este debe ser capaz de entregar el caudal máximo y la presión que requiere la máquina.

Es recomendable que el caudal máximo del compresor sea un 25% mayor que el caudal de servicio (145,5 l/min) para compensar fugas de aire.

$$Q_{m\acute{a}x} = 1,25 Q_{servicio} = 187,5 \text{ l/min}$$

Teniendo en cuenta que la presión de servicio es 5 bar se seleccionar un compresor de pistón eléctrico del proveedor KAESER capaz de entregar la presión y el caudal requeridos.

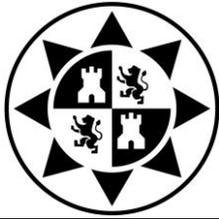
Tabla 4. Características de la bobina:

Modelo: KCT 420-100	Presión(bar)
	7
Volumen de aspiración (l/min)	420
Caudal efectivo a 6 bar	252
Depósito de presión (l)	90
Potencia del motor (Kw)	2,2
Nº de cilindros	2
Velocidad de giro del compresor (rpm)	1500
Nivel sonoro (dB)	75
Peso (Kg)	65



Figura 4. Compresor

El caudal y la presión que requiere la instalación se regula mediante la válvula estranguladora y el regulador de presión a la salida del compresor observando el caudalímetro y el manómetro respectivamente.



11.3 Esquema neumático

El circuito neumático que se instala en la termoselladora es el que se observa en la figura (software utilizado: FluidSim):

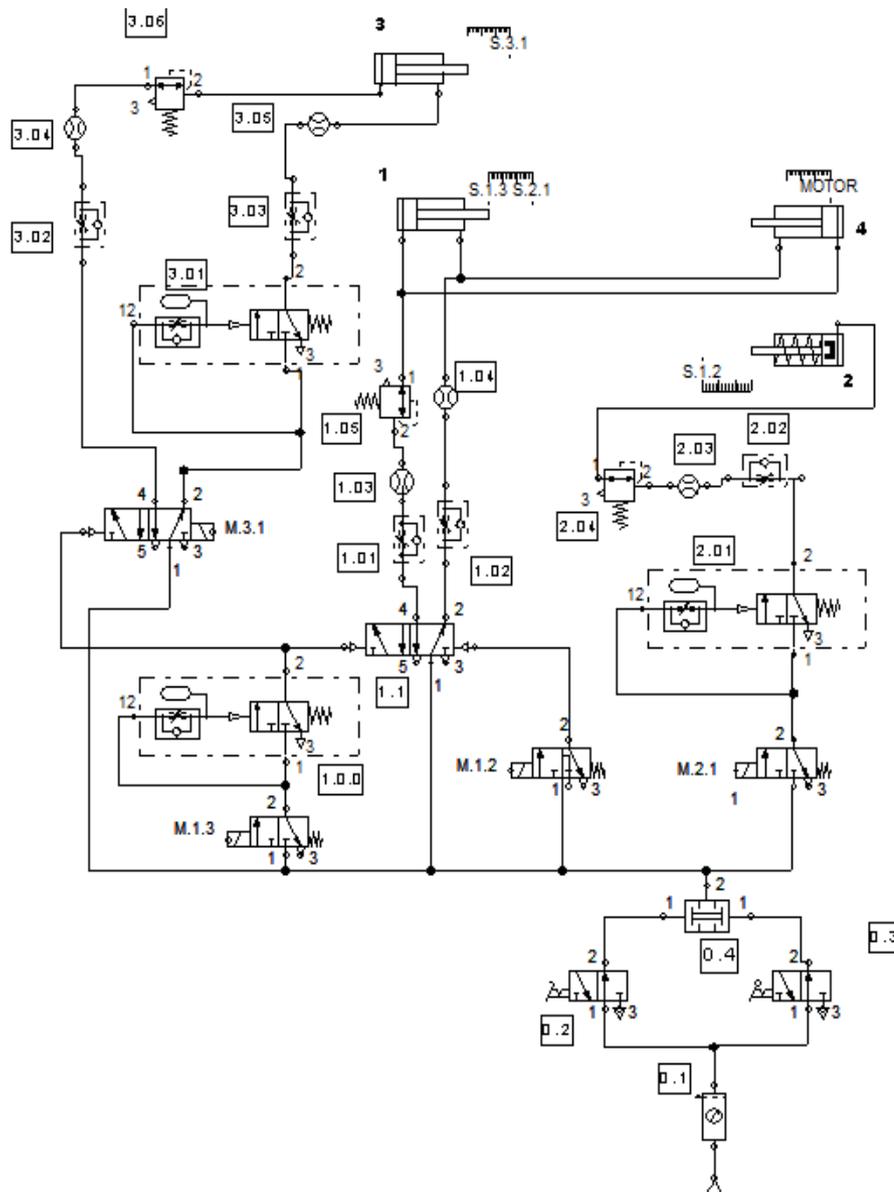
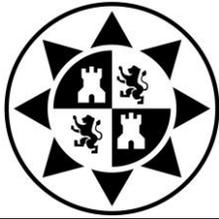


Diagrama 2. Esquema Neumático



- Esquema de control:

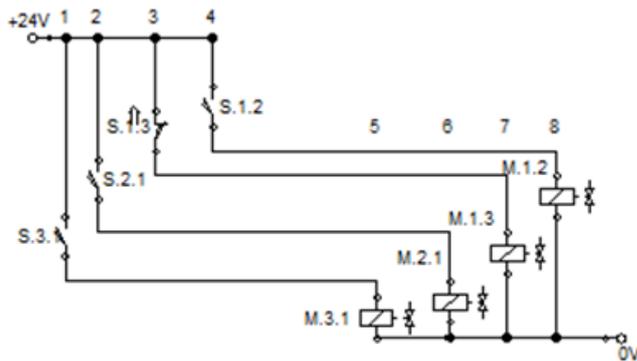


Diagrama 3. Accionamiento de válvulas

Cuando un pistón llega a una posición extrema, el sensor de posición (S-) se activa y manda corriente eléctrica a las electroválvulas que al magnetizarse cambian de posición.

- Accionamiento del motor:

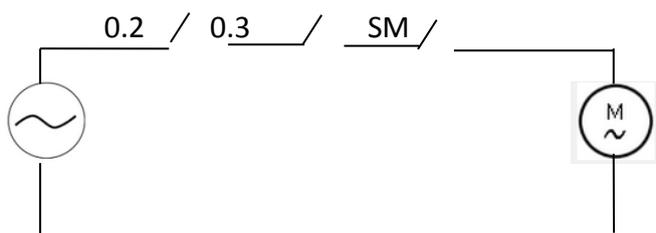


Diagrama 4. Accionamiento del motor

Al llegar el pistón 4 a la posición de retraído completo se activa el sensor de posición (SM) que activa el motor. Los interruptores 0.2 y 0.3 se cierran al activar el sistema de sellado automático.



- Funcionamiento para ambas campañas

Para poner en marcha el circuito neumático es necesario conectar el compresor que previamente ha sido ajustado a la presión y caudal adecuados. En el caso de que la termoselladora no incluya compresor se abrirá la válvula de suministro.

Una vez que el aire pasa por la unidad de mantenimiento 0.1 se filtran las partículas de polvo, se elimina la humedad a través de la purga, se regula la presión y se inyecta al aire una pequeña cantidad de aceite que lubrica los pistones y válvulas cuando circula a través de ellos.

A continuación si se quiere poner en marcha el sistema automático de sellado es necesario activar un pedal y una palanca (válvulas 0.2 y 0.3) que provoca que las válvulas se queden enclavadas. Como ya se ha comentado anteriormente, es necesario accionar dos válvulas como medida de seguridad frente a posibles accionamientos involuntarios de la máquina. Al dejar enclavadas las dos válvulas, la válvula de simultaneidad (0.3) se queda en una posición intermedia que permite el paso del aire a través de ella, quedando presurizados los tubos que van a las válvulas 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 3.1.

Al activar las válvulas 0.2 y 0.3 se activan también los interruptores con el mismo nombre que sirven, junto con el interruptor SM, para accionar el motor que permite el avance del plástico.

Dado que el pistón 1 se encuentra recogido, la válvula 1.3 se encuentra activada, dejando pasar la presión que pasa por la válvula temporizadora 1.0.0. Esta válvula retrasa el accionamiento de válvula 1.1 y 3.1 que cambian de posición pasados 0,8 segundos, tiempo necesario para que el plástico avance gracias al accionamiento del motor por medio del final de carrera SM del pistón 4. De esta forma el flujo llega a los pistones 1, 3 y 4, previo paso por los reguladores de caudal con manómetro (3.02, 1.01), los medidores de caudal (3.04 y 1.03) y los reguladores de presión (3.06 y 1.05). Todos los reguladores deben de estar previamente ajustados para lograr la presión y la velocidad que necesita cada pistón de sellado.

Cuando llega el flujo de aire a los pistones 1, 3 y 4 estos se extienden, de forma que se desactiva el final de carrera SM y el plástico deja de avanzar.

En el momento en el que los pistones se encuentran totalmente extendidos se activan los sensores 3.1 y 2.1 que cambian de posición las electroválvulas con el mismo nombre y así llega la presión a las válvulas temporizadoras 2.01 y 3.01. Estas



introducen un tiempo de retardo que permite que el pistón de sellado longitudinal (3) no retroceda hasta que se haya realizado el sellado (0,5 s) y que el pistón de la cuchilla (2) no se active hasta que se haya realizado el sellado transversal, el corte y el llenado de caramelos. La cuchilla avanza con la presión y velocidad requerida gracias al regulador de caudal 2.02 y al regulador de presión 2.04.

Una vez que la cuchilla ha llegado a su posición final se activa el final de carrera 1.2 que pilota la válvula 1.1 y provoca el retroceso del pistón 1 y 4. Para que el retroceso de cada pistón se realice a la velocidad adecuada se utilizan reguladores de caudal (1.02 y 3.03). Cuando el pistón 1 llega a su posición final se activa el final de carrera 1.3 que activa la válvula con el mismo nombre y el ciclo vuelve a empezar.

11.4. Pistones

En el circuito neumático hay cuatro pistones: dos pistones para el sellado transversal, uno para el sellado longitudinal y el pistón de la cuchilla (ver apartado 6.1 de los cálculos justificativos).

Los pistones de sellado transversal son dos y cada uno mueve una mordaza para realizar el sellado en los extremos superior e inferior de la bolsa. La carrera total de cada uno es de 100 mm y son de doble efecto. Los pistones de sellado transversal van montados sobre una guía de forma que esta absorbe el par que deben soportar (ver apartado 6.1.6).

La empresa proveedora es Parker y el código de pedido de los mismos es P1D-B 050 M S-0100.

Diámetro cilindro (mm)	50
Diámetro vástago (mm)	20
Fuerza teórica máxima carrera ida (N)	1963
Fuerza teórica máxima carrera vuelta (N)	1649
Presión máxima (bar)	10
Tipo de conexión	G1/4

Tabla 5. Características
Pistón Sellado Transversal



Figura 5
Pistón Sellado transversal



El pistón de sellado longitudinal es el encargado de mover el sistema que realiza el sellado a lo largo de la bolsa. El pistón es de doble efecto, tiene una carrera de 50 mm y debido a que no soporta mucho peso y a que su carrera es reducida no es necesario instalar un sistema de guiado del vástago.

Referencia de pedido: P1D-B 063 M S-0050

Diámetro cilindro (mm)	63
Diámetro vástago (mm)	20
Fuerza teórica máxima carrera ida (N)	3117
Fuerza teórica máxima carrera vuelta (N)	2803
Presión máxima (bar)	10
Tipo de conexión	G1/4

Tabla 6. Características
Pistón Sellado Transversal



Figura 6.
Pistón Sellado Longitudinal

El pistón de la cuchilla es el encargado de mover el filo de corte que permite separar las bolsas al dividir el sellado transversal inferior de una bolsa y el superior de la otra. Se selecciona un cilindro compacto de simple efecto con las siguientes características:

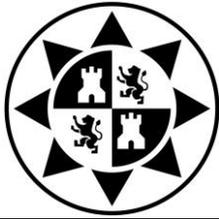
Referencia de pedido: R422001436

Diámetro cilindro (mm)	40
Diámetro vástago (mm)	12
Carrera(mm)	25
Fuerza teórica máxima carrera ida (N)	622
Fuerza teórica máxima carrera vuelta (N)	42
Presión máxima (bar)	10
Tipo de conexión	G1/8

Tabla 7. Características
Pistón Sellado Transversal



Figura 7.
Pistón Sellado Longitudinal



11.5. Sensores

Los sensores se montan sobre el surco interior del cilindro en una posición optativa a lo largo de la carrera. De esta forma quedan totalmente embutidos y protegidos mecánicamente.

El tipo de sensor que se emplea es el reed o de láminas magnéticas. Se emplea este tipo pues es capaz de funcionar con corriente continua y alterna, por lo que es válido para activar el circuito eléctrico de las válvulas y el circuito del motor de corriente alterna. Además el mismo fabricante de los pistones suministra los sensores, con lo que el montaje es rápido y el funcionamiento seguro.

Cuando el vástago pasa por la posición en la que se encuentra el sensor se genera un campo electromagnético en el encapsulado que envuelve las láminas magnéticas con lo que estas se cierran y activan las electroválvulas o el motor de corriente alterna.

Pedido:

Dos sensores P8S-GRFLX en pistón P1D-B050M-S0100

Sensor P8S-GRFLX2 en pistón P1D-B050M-S0100

Sensor P8S-GRFLX en pistón P1D-B063M-S0050

Sensor P8S-GRFLX en pistón R422001436

Sensores Reed, 10-120 V CA/CC			
Normalmente abierto	cable PVC de 3 m PVC sin conector	0,030	P8S-GRFLX
Sensores Reed, 24-230 V CA/CC			
Normalmente abierto	cable PVC de 3 m PVC sin conector	0,030	P8S-GRFLX2

Tabla 8. Tabla Selección de sensores



Figura 8. Sensores



11.6. Conductos

En la instalación se utiliza tubo flexible, pues presenta la ventaja con respecto a la tubería de poder absorber tanto vibraciones como dilataciones, además de dotar a la instalación de una gran versatilidad a la hora de situar los componentes.

Se elige un tubo de polietileno pues presenta una elevada resistencia, es flexible y fácil de instalar gracias a los radios de flexión optimizados. El tubo tiene un diámetro exterior de 10 mm, un diámetro interior de 7 mm y una longitud total de 11 m (ver apartado 6.2 de los cálculos). Se elige un color de tubo natural (ver catálogo).

11.7. Válvulas y racores

El proveedor de las válvulas para el montaje en el tubo y de los accesorios es Festo. Todos estos elementos tienen las siguientes características de montaje generales:

Condiciones de funcionamiento y del entorno			
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:-:-]		Aire comprimido, lubricación por niebla de aceite
Indicación sobre el fluido de funcionamiento / fluido de mando	Es posible el funcionamiento con aire comprimido lubricado (lo cual requiere seguir utilizando aire lubricado)		
Presión de funcionamiento [bar]	-0,95 ... 8	0 ... 8	3,5 ... 8
Temperatura del medio [°C]	-10 ... +60		
Temperatura ambiente [°C]	-10 ... +60	-	

Tabla 9. Válvulas

Las válvulas vienen montadas con racores con conexión roscada G1/4 para tubo de mm de diámetro exterior.

Racor rápido roscado con hexágono interior (ejecución estándar)					
	Conexión roscada G $\frac{1}{8}$ para diámetro exterior del tubo flexible de	4 mm	186106	QS-G $\frac{1}{8}$ -4-I	10
		6 mm	186107	QS-G $\frac{1}{8}$ -6-I	10
		8 mm	186109	QS-G $\frac{1}{8}$ -8-I	10
	Conexión roscada G $\frac{1}{4}$ para diámetro exterior del tubo flexible de	6 mm	186108	QS-G $\frac{1}{4}$ -6-I	10
		8 mm	186110	QS-G $\frac{1}{4}$ -8-I	10
		10 mm	186112	QS-G $\frac{1}{4}$ -10-I	10

Tabla 10. Racores



Tabla 11. Referencia Válvulas:

Descripción válvula	Referencia Circuito	Referencia pedido	Nº de artículo
Eléctroválvula 3/2 con retorno por muelle	1.2,1.3,2.1	VUVG-L10-T32U-MT-M7-1R8L	8031481
Válvula 5/2 con accionamiento neumático y retroceso electromagnético	3.1	VUVG-L10-T32U-AT-M7-1R8L	574219
Válvula 3/2 de accionamiento por pedal con enclavamiento	0.2	FPB-3-¼	526984
Válvula 3/2 de accionamiento por palanca con enclavamiento	0.3	H-3-¼-B	8987
Válvula lógica de simultaneidad	0.4	ZK-1/8-B	6680
Válvula con estrangulación y antirretorno	1.01,1.02,2.02,3.02,3.03	VFOF-LE-H-G18-Q6	1526931
Válvula reguladora de presión con manómetro	1.05. 2.04,3.06	LRMA-1/8-QS-8	153493
Válvula 3/2 temporizadora con depósito, estrangulación y antirretorno	1.00, 2.01 y 3.01	VZA-3-1/4	3434
Válvula 5/2 de accionamiento y retroceso neumático	1.1	VMEM-SC-M52-A-G18	55628
Válvula detectora de caudal	1.04, 1.03, 3.05, 3.04	MS6-SFE-F5-P2I-M12	538421
Unidad de mantenimiento	0.1	FRC-1/8-D-MINI-KA-A	185792
Racores en T	7 unidades	TJK-1/4	4950

Nota: Ver catálogo para más información



En las siguientes tablas se muestra el ajuste que se deben hacer a las válvulas:

Tabla 12. Ajuste de las válvulas reguladoras de presión:

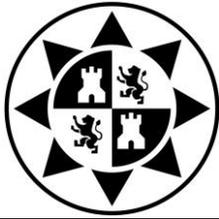
Válvula	Ubicación	Presión (bar)
0.1	Salida compresor	5
1.05	Entrada sellado transversal	3,78
2.04	Entrada pistón cuchilla	2,42
3.06	Entrada sellado longitudinal	0,9 (bolsa 250g) 3,3 (bolsa 1,5 Kg)

Tabla 13. Ajuste de las válvulas reguladoras de caudal:

Válvula	Ubicación	Caudal (l/min)
0.1	Salida compresor	145,5
1.0.1	Entrada sellado transversal	120
1.0.2	Salida sellado transversal	49,8
2.02	Entrada pistón cuchilla	18,9
3.02	Entrada sellado longitudinal	6,6
3.03	Salida sellado longitudinal	6

Tabla 14. Ajuste de las válvulas reguladoras de presión:

Válvula	Ubicación	Tiempo (s)
1.0.0	Activación de los pistones	0,8
2.01	Entrada cuchilla	2,7
3.01	Retroceso sellado longitudinal	0,5



12. Mordazas de sellado transversal

El tipo de sellado que se empleará en la dirección transversal es el sellado por impulso. Este sistema lleva un módulo de control que aplica un impulso eléctrico a las resistencias solo cuando se va a realizar el sellado, posibilitando un sellado eficiente y de calidad con una reducción de consumo. Además se incorpora una cuchilla para realizar el corte que separa las bolsas.

Las mordazas de sellado transversal seleccionadas son de la empresa Lako Tool, con referencia MSD SC0043. Estas mordazas tienen una termocúpula que permite controlar la temperatura de la misma. Para el caso objeto de estudio, y según las especificaciones del fabricante del plástico seleccionado, se debe ajustar la temperatura a 80 °C.

Circuito de control de temperatura:

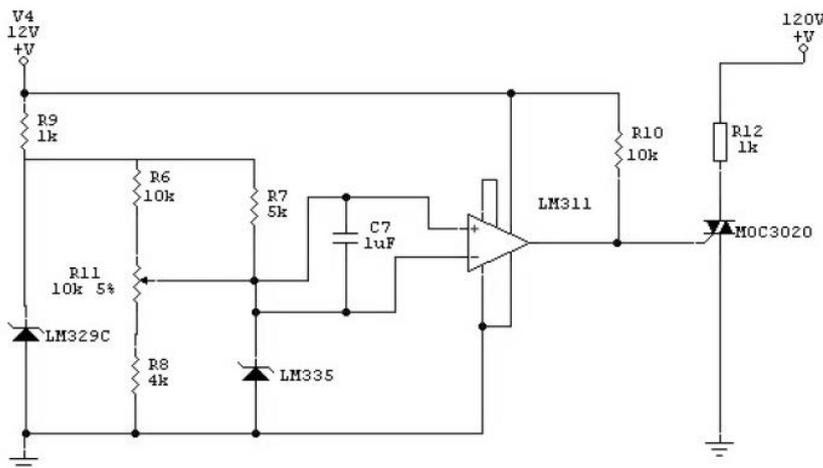


Diagrama 5. Esquema eléctrico mordaza

Una ventaja de estas mordazas de termosellado es que se encuentran divididas en módulos, de tal forma que la superficie de sellado se puede reemplazar sin retirar la base de la mordaza o las resistencias. Esto evita averías prematuras en resistencias y cables. Además, los insertos intercambiables tienen la precisión requerida para realizar el reemplazo en menos de cinco minutos. La superficie de sellado de estas mordazas es de 180 x 150 mm.

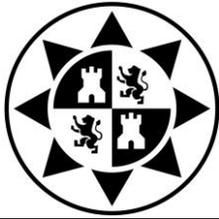


Figura 9. Módulos de la mordaza.

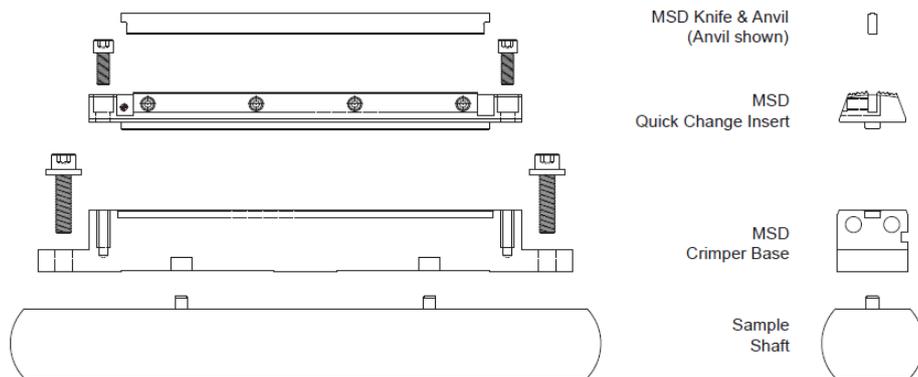


Figura 10. Insertos intercambiables de diez dientes por pulgada.

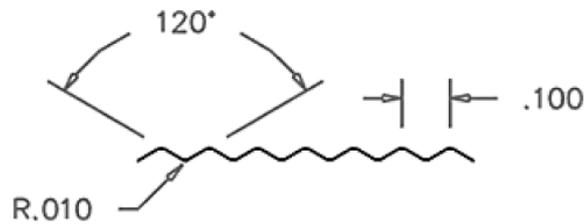
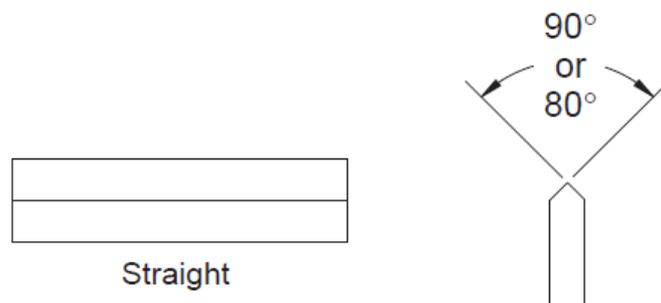
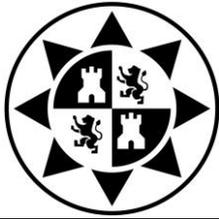


Figura 11. Cuchilla.



Cuchilla estándar con ángulo de corte de 90° y filo de 0.005 mm.



13. Sellador longitudinal

El sellado longitudinal se realiza, al igual que el sellado transversal, mediante un sellador por impulso.

El proveedor TOSS proporciona soluciones de ingeniería personalizadas en función de las necesidades específicas del cliente. Este garantiza dos áreas de sellado en función de la separación ajustable entre resistencias. De esta forma se encarga un sellador con una zona de sellado máxima de 25 x 1,5 cm para la bolsa de 1,5 kg y de 7 x 1,5 cm para la bolsa de 250 g.

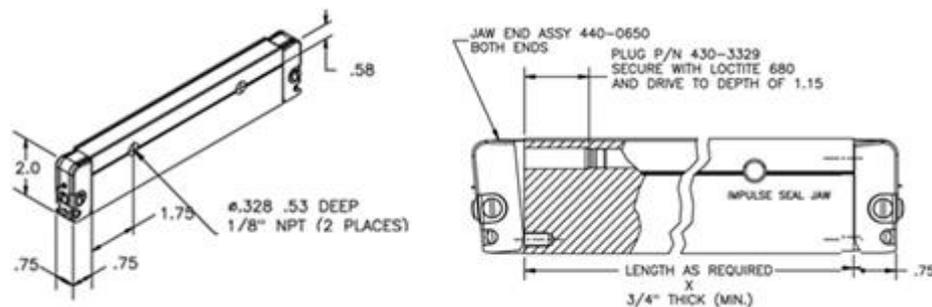


Figura 12. Sellador Longitudinal

14. Sistema de transporte del plástico

El plástico debe de avanzar desde una bobina al cuello formador para entrar al tubo de formado y que se produzca la bolsa. El tiempo estimado para que el plástico avance en cada ciclo es de 0,8 segundos.

El sistema consta de una bobina situada sobre su mandril, un rodillo sensor, y unas poleas con correa dentada que mueve el plástico.



Cuando se activan los interruptores 0.2 y 0.3 se inicia el sistema de sellado automático. De tal forma que cuando las mordazas de sellado transversal se encuentran retraídas se activa el interruptor SM que pone en marcha el motor de accionamiento de las poleas y el plástico avanza. El plástico va a avanzar hasta que la válvula neumática temporizadora provoque el avance de los pistones de las mordazas, de tal forma que el pistón 4 deja de contactar con el final de carrera SM y se produce la parada del motor (Ver diagrama 4).

Para que el plástico no quede descolgado y su guiado sea perfecto desde la bobina al cuello formador es necesario que este tenga cierta tensión. El valor de la tensión de banda máxima es de 510 N y el de la tensión media es de 255 N, según el apartado 7 de los cálculos justificativos.

Con el objetivo de conseguir este valor de tensión se implanta el siguiente sistema de control:

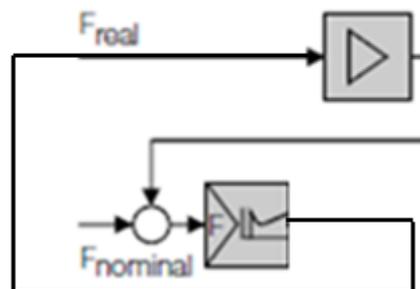
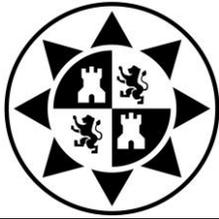


Diagrama 6. Regulación de la tensión del plástico

El valor de la tensión real que posee el plástico es medida por un rodillo sensor que se encuentra entre la bobina y el cuello formador. Este valor se compara con el valor de tensión de banda consigna en el regulador de tensión de banda que envía una señal a un freno eléctrico que se encuentra en el mandril de la bobina para obtener el tensado de banda adecuada.

14.1 Motor

En la aplicación del rodillo de arrastre de plástico se utilizará un motor de corriente alterna trifásico de la marca Siemens, cuya velocidad irá regulada por un variador de frecuencia en función del tipo de bolsa a fabricar (16,4 rpm para la bolsa de 250 g y 58,6 rpm para la bolsa de 1,5 Kg).



Se elige un motor trifásico pues presenta las siguientes características que lo hacen adecuado frente a los motores monofásicos:

- Las industrias cuenta con una red trifásica
- Los motores trifásicos son más eficientes, es decir tienen menos pérdidas internas, por lo que permiten ahorrar dinero.
- Permite obtener una potencia mayor que los motores monofásicos con un tamaño más reducido, consiguiendo un sistema más robusto.
- No necesitan bobina de arranque y por lo tanto tampoco capacitores y mucho menos interruptores centrífugos que son comunes en los motores monofásicos. Por lo que al ser más sencillos necesitan menos mantenimiento.

El motor será de corriente alterna trifásica asíncrono pues presenta las siguientes ventajas en comparación con los motores síncronos:

- Los motores síncronos son más complejos por lo que también requieren más mantenimiento. Necesitan alimentación de corriente alterna y de corriente continua, pues precisan ser excitados para pasar de girar de forma asíncrona a síncrona.
- Los motores síncronos suele ser más caros que los asíncronos.

Se elige un motor de la marca Siemens de corriente alterna trifásica y asíncrono de 4 polos. El motor seleccionado tiene una potencia nominal de 1,5 KW y una velocidad de giro máxima de 900 rpm. Además tiene un par durante el arranque de 28 Nm y un par máximo de 55 Nm, por lo que es capaz de entregar el par necesario para mover la banda de plástico (26 Nm según se especifica en el apartado 8 de los cálculos). Al eje del motor va acoplado directamente el manguito de montaje de la polea, pues la brida del eje permite el giro del manguito a través de su chavetero.

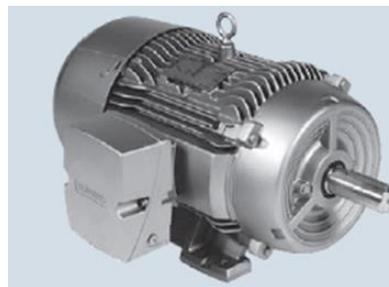


Figura 13. Motor trifásico Siemens



14.2 Variador de frecuencia

Se selecciona un variador de velocidad Micromaster 420 de Siemens con el que es posible regular las dos velocidades que requiere el motor. La regulación se produce por medio del ajuste de la frecuencia que recibe el mismo.

El variador de frecuencia permite ajustar fácilmente los parámetros del motor como la velocidad de giro, establecer un par constante, el tiempo de aceleración del motor... Además es un sistema fácil de instalar y versátil, pues permite obtener el funcionamiento deseado del motor sin necesidad de instalar engranajes intermedios entre el motor y la polea de transporte del plástico.

El modelo elegido permite obtener una frecuencia de salida de 0 a 650 Hz para frecuencia de entrada de 47 a 63 HZ con una precisión de 0,01 Hz.

En el panel de operación deben de introducirse las características del motor a las que se conecta y los valores de operación deseados:

- Características del motor

Motor monofásico asíncrono

Nº de polos = 4

Frecuencia de entrada = 50 Hz

Tensión de entrada = 230 V

Corriente nominal = 3,3 A

Nº de polos = 4

Potencia nominal = 1,5 KW

Velocidad de giro nominal = 900 rpm

Par nominal = 16,4 Nm

Par máximo del motor = 55 Nm

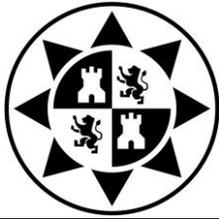
Par de arranque = 28 Nm

- Valores de operación:

Velocidad de giro deseada = 16,7 rpm (bolsa 250 g)/59,7 rpm (bolsa 1,5 Kg)

Par necesario = 55 Nm

Tiempo de aceleración y desaceleración = 0s (frenado por inyección de corriente continua).



Para el correcto funcionamiento de sistema deberán introducirse los valores mencionados arriba. El código de pedido es 6SE64202UC215BA1



Figura 14. Micromaster 420. Siemens

14.3 Poleas y correas dentadas

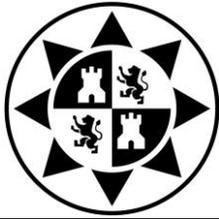
14.3.1. Elección del tipo de polea

Se selecciona dos poleas dentadas de acero de 101,86 mm de diámetro primitivo que se implementarán una en el eje del motor y otra en el eje 1, cuya distancia de separación es, según el apartado 9 de los cálculos justificativos, de 256 mm.

El tipo de polea empleado es una HTD para casquillos cónicos de la empresa Manutec con un paso de 8 mm, 40 dientes y un ancho de 20 mm. Referencia: HTD 40-8M-20.



Figura 15. Polea dentada HTD 40-8M-20. Manutec

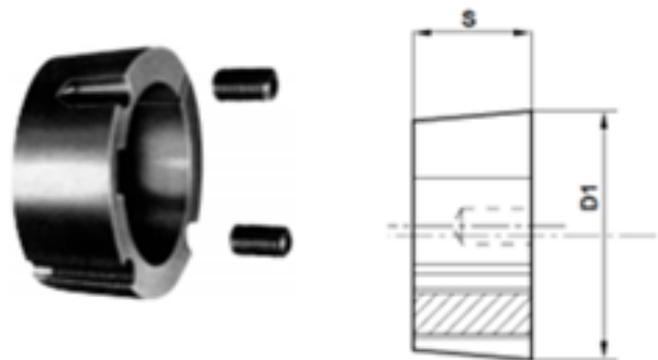


Las poleas que se solicitan para cada eje son las mismas, sin embargo los casquillos de montaje al eje son distintos, pues el eje del motor tiene un diámetro de 35 mm y el eje recibe el movimiento de 25 mm. (Ver apartado 10 y 11 de los cálculos justificativos)

14.3.2. Casquillos de montaje de la polea

Los casquillos o manguitos de montaje de la polea son del tipo Taper Lock. En este tipo de montaje se presenta el manguito sobre la polea y se colocan espárragos en los agujeros ranurados con forma semicircular que existen en la polea y en el casquillo. El conjunto ensamblado se introduce por medio del chavetero del manguito en la brida del eje.

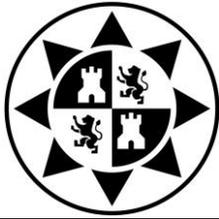
El tipo de casquillo que exige la polea es el 1615 que tiene las siguientes dimensiones externas:



Perforaciones para ejes métricos.

Tipo	Perf. Desde Hasta.(mm)	Torque Nm	Tornillo	D1 mm	Tipo	S mm	Peso Kg
1008	9-25	136	1/4" x 1/2"	35.0	1	22.3	0.16
1108	9-25;28*	147	1/4" x 1/2"	38.0	1	22.3	0.16
1210	11-32	407	3/8" x 5/8"	47.5	1	25.4	0.32
1215	14-28	407	3/8" x 5/8"	47.5	1	38.1	0.50
1610	14-38; 40*42*	486	3/8" x 5/8"	57.0	1	25.4	0.41
1615	14-38; 40*42*	486	3/8" x 5/8"	57.0	1	38.1	0.60

Figura 16. Dimensiones exteriores manguitos de montaje



Las dimensiones internas del manguito que permiten el ajuste al eje son distintas para el eje del motor y para el eje 1. Estas dimensiones se piden en función de las dimensiones del eje, siguiendo la siguiente tabla:

Dimensiones De Los Chaveteros (mm)

D		b	t
Mas de...	Hasta...		
10	12	4	D + 1.8
12	17	5	D + 2.3
17	22	6	D + 2.8
22	30	8	D + 3.3
30	38	10	D + 3.3
38	44	12	D + 3.3
44	50	14	D + 3.8
50	58	16	D + 4.3
58	65	18	D + 4.4
65	75	20	D + 4.9
75	85	22	D + 5.4
85	95	25	D + 5.4
95	110	28	D + 6.4
110	130	32	D + 7.4

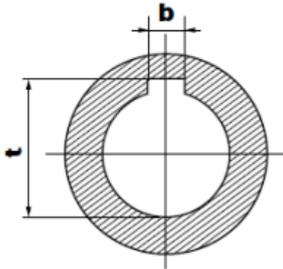


Figura 17. Dimensiones exteriores manguitos de montaje

El eje del motor tiene un diámetro de 35 mm por lo que se obtienen las siguientes dimensiones: $b = 10$ mm, $t = D + 3,3 = 35 + 3,3 = 38,3$ mm

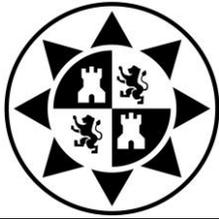
Código de pedido: Taper Lock 1615-b10-t38,3

Las dimensiones internas del casquillo para el eje 1 de 25 mm son: $b = 8$ mm, $t = D + 3,3 = 25 + 3,3 = 28,3$ mm

Código de pedido: Taper Lock 1615-b8-t28,3 .

14.3.3. Elección del tipo de correa

Se utilizan poleas y correas dentadas frente a las correas planas o trapezoidales pues presentan la ventaja principal de sincronizar el movimiento entre ejes paralelos. Esto es imprescindible en la máquina, ya que si las correas no fueran dentadas se produciría un deslizamiento entre la polea y la correa y el plástico no sería arrastrado con precisión.



Las correas son de caucho natural, ya que es el material para correas que presenta mayor coeficiente de fricción. Con este tipo de correa se garantiza que el plástico no desliza, pues su coeficiente de fricción, tanto estático como dinámico, es mayor que el del acero del tubo de formado.

$$\mu_{e,cuero} = 0,7, \quad \mu_{d,cuero} = 0,8$$

$$\mu_{e,acero} = 0,15, \quad \mu_{d,acero} = 0,2$$

Valores sacados del Software de Selección de Materiales: "CES EduPack".

Se elige una correa dentada de caucho de la empresa Manutec. Estas correas presentan una gran resistencia a la abrasión y a la tensión, son flexibles, transmiten una potencia de hasta 1000 Kw y gracias al engranaje suave de los dientes de la correa se eliminan las variaciones de velocidad entre p Polea conductora y conducida.

Según los cálculos se elige la longitud primitiva normalizada de 576 mm, con 72 dientes, un paso de 8 mm y un ancho de 20 mm (ver apartado 9 de los cálculos justificativos). Referencia de pedido: Correa dentada HTD 560-8M-20. Manutec

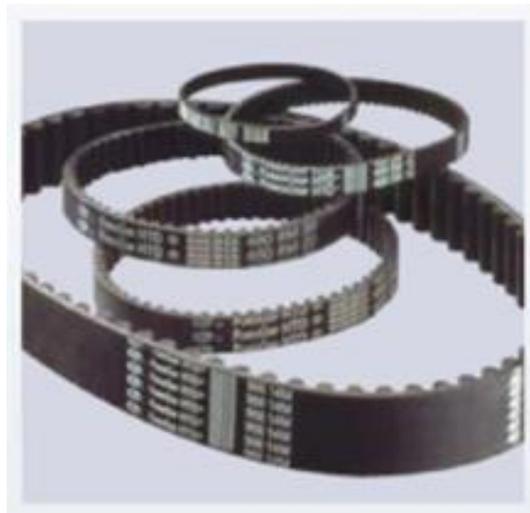
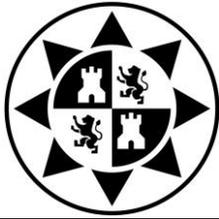


Figura 18. Correa Dentada



14.3.4 Eje expansible:

Se ha seleccionado un sistema de eje expansible mecánico frente a otros sistemas neumáticos porque el sistema empleado es mucho más compacto, económico, no requiere mantenimiento y es más duradero. Los sistemas de eje expansible neumático requieren instalación y pueden tener fugas de aire. Por ello se utiliza un eje con chavetas expansibles donde el agarre es máximo. Además este sistema permite la extracción de cada chaveta de forma independiente para que se adapten al diámetro interior del canuto de la bobina.

El eje expansible seleccionado se monta sobre un soporte de seguridad que proporciona el fabricante. Con este soporte el eje queda en voladizo por lo que para extraer la bobina solo es necesario girar el tornillo de activación que libera las chavetas de agarre del eje. (Ver apartado 12 de los cálculos justificativos).

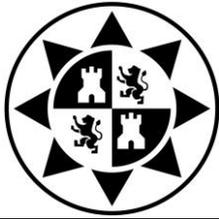
Referencia de pedido: Eje expansible mecánico de 148 mm de la empresa FU IBÉRICA.



Ejes expansibles mecánicos

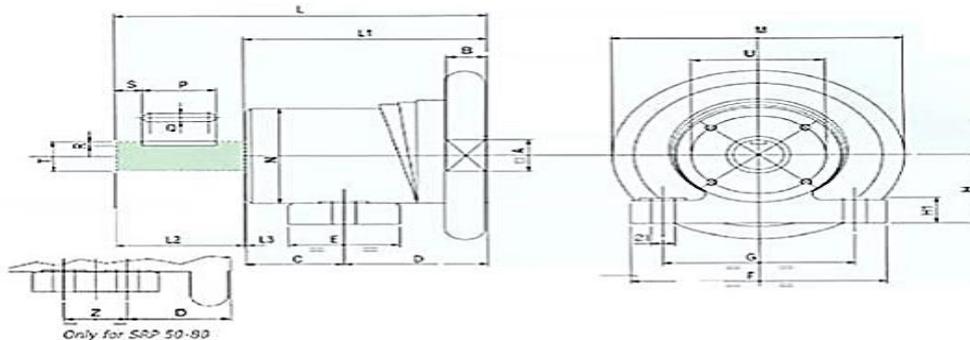
1. Pernos diseñados a la medida.
2. Valvula de aire anti-corrosión localizada en el cuerpo o al final del perno del eje.
3. Barra de centrado.
4. Cuerpo de acero templado.
5. Chavetas de expansión de acero proveen una fuerza de expansion confiable en cualquier tipo de mandriles.
6. Resortes individuales de levas obligan una expansión independiente en cada chaveta de acero; así que el eje sujeta consistentemente al mandril aún en tubos con variaciones de diámetro.
7. Sistema de Fijación patentado con uniones expansibles que proveen una fuerte conexión sin requerir el ensamble a presión.
8. Tornillo al final del eje sirve para la expansión mecánica.

Figura 19. Eje expansible mecánico.



14.3.5 Soporte de seguridad del eje expansible.

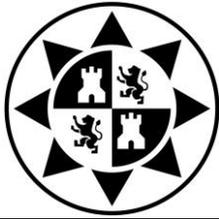
El soporte de seguridad sujeta el eje expansible por un lado y lleva un eje en el lado contrario que permite acoplar un freno para el control de la tensión de banda. El soporte de seguridad que proporciona el fabricante para el eje expansible seleccionado es el SRP 80.



SRP SUPPORTI A PIEDE / FOOT SAFETY CHU													
Tipo	Portata	A	B	C	D	E	F	G	H	H1	ØI		
Size	Load												
SRP.30	kg 800	30	22	53	78	60	140	105	65	22	13		
SRP.40	kg 1.600	40	25	60	90	60	170	105	75	25	15		
SRP.50	kg 2.800	50	27	-	84	120	200	160	75	25	14		
SRP.80	kg 7.000	80	35	-	124	170	250	200	90	27	18		
	L	L1	L2	L3	ØM	ØN	P	QP9	R	S	ØTK6	Z	U
SRP.30	202	132	70	1	160	88	40	8	4	15	28	-	4xM6 Ø73,5
SRP.40	222	152	70	2	212	110	40	10	5	15	35	-	4xM8 Ø 93
SRP.50	310	200	110	2	235	135	90	14	5,5	10	50	80	4xM8 Ø 112
SRP.80	420	280	140	3,5	320	176	110	20	7,5	15	75	120	4xM8 Ø 154

Figura 20 . Soporte de seguridad del eje expansible.

FU IBÉRICA.



14.3.6 Frenos de polvo electromagnético

Se selecciona un freno de polvo magnético pues con él es posible regular el par de frenado de forma proporcional a la corriente eléctrica. Además el par es independiente de la velocidad de rotación, es silencioso, fácil de instalar, de bajo consumo de potencia y no produce polvo.

El freno de polvo magnético irá acoplado en el extremo del eje del soporte de seguridad mediante un chavetero. Se elige el modelo ELB 1700 de la empresa Erhardt + Leimer, siguiendo los calculos realizados en el apartado 13.

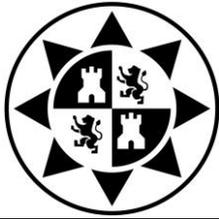


Figura 21. Freno de polvo electromagnético

14.3.7 Cilindro sensor

El cilindro sensor se compone de un eje y dos células de carga integradas. Estas van montadas sobre el eje y soportan los cojinetes de bolas. De este modo se captan las fuerzas radiales que actúan sobre el cilindro en la dirección de medida. Los elementos de medida están formados como vigas de flexión dobles sobre las que van colocadas las galgas extensiométricas. Debido al efecto de las fuerzas que se desean medir se produce una variación de resistencia en las galgas extensiométricas y por lo tanto una desviación de la señal eléctrica de salida proporcional a los componentes de la fuerza.

El montaje se ejecuta entre las dos paredes laterales de la máquina con sus tornillos de sujeción. Se coloca junto al tubo de formado para que mida la tensión de la banda de plástico lo más cerca posible al punto de ejecución de la bolsa. Además irá colocado



entre dos cilindros de transporte para asegurar que se mide la tensión en la dirección de deformación de la galga extensiométrica. Se elige el modelo PD 3010-01 con un ancho nominal de 600 mm de la empresa Erhardt+Leimer(ver apartado 14 de los cálculos justificativos). El material del cilindro es aluminio EN AW-6060 con superficie exterior desnuda.



Figura 22. Cilindro Sensor.

14.3.8. Regulador de tensión de banda

Este regulador recibe la señal del cilindro sensor de la tensión de banda y permite aplicar una señal de control al freno eléctrico que se encuentra acoplado en el mandril de la bobina para ajustar la tensión.

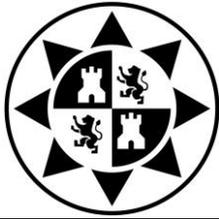
En el panel de control del regulador es necesario introducir los valores de la tensión media de banda y de la tensión máxima:

Tensión media = 255 N

Tensión máxima = 510

El regulador tiene una tensión de funcionamiento de 24 V, un consumo de corriente de corriente de 0,2 A y un ciclo de respuesta de 10 ms. La empresa suministradora es Erhardt + Leimer.

Se elige el modelo DC 61, pues incluye menos prestaciones para el control de la velocidad (aplicación que no se utiliza en este caso) que el modelo DC 60, por lo que es más barato.



El regulador tiene una tensión de funcionamiento de 24 V, un consumo de corriente de corriente de 0,2 A y un ciclo de respuesta de 10 ms. La empresa suministradora es Erhardt + Leimer.



Figura 23. Regulador de Tensión de Banda

14.3.9 Rodillos de transporte

Estos rodillos son los encargados de conducir el plástico de la bobina al tubo de formado. Se trata de dos cilindros con ejes de acero con recubrimiento exterior de polipropileno (apto para la industria alimentaria) que se colocan sobre las paredes de la estructura por medio de las superficies exteriores roscadas de los ejes.

Uno de los rodillos conduce el plástico a la salida de la bobina hasta el cilindro sensor que conduce el plástico hasta el siguiente rodillo para llegar al cuello formador.

El cilindro tiene un ancho de 600 mm y un diámetro de 50 mm (ver el apartado 15 de los cálculos justificativos). El espesor de la capa de polipropileno es de 1,5, el diámetro del eje de 14 mm y se encuentra roscado.

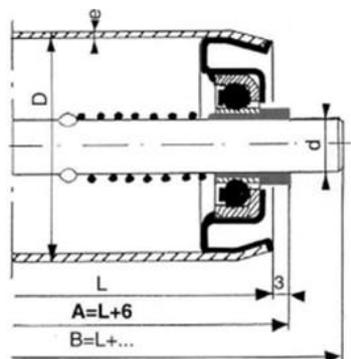


Figura 24. Regulador de Tensión de Banda



15. Configuración para el cambio de campaña

Una vez se han configurado las válvulas (ver tabla 11, 12 y 13 en el apartado 11.7), el variador de frecuencia (ver apartado 4.2) y el regulador de tensión de banda (ver apartado 14.3.8) ya se tiene configurada la máquina.

A continuación se hace un resumen de las variables que hay que cambiar para pasar de fabricar un tipo de bolsa a otra:

VARIABLES	Bolsas de 250 g	Bolsas de 1,5 Kg
Presión del regulador de presión de sellador longitudinal (bar)	0,9	3,3
Velocidad del variador de frecuencia (rpm)	16,7	59,7
Activación de resistencia del sellado longitudinal	Inferior	Superior

16. Emplazamiento de la termoselladora

La termoselladora va a ser instalada en la empresa de golosinas FINI. S.L.U cuya ubicación es la siguiente: Ctra Madrid, Km 385 30500 Molina de Segura, Región de Murcia, España. (Mapas extraídos de la aplicación "Google Maps")



Figura 25. Plano de situación

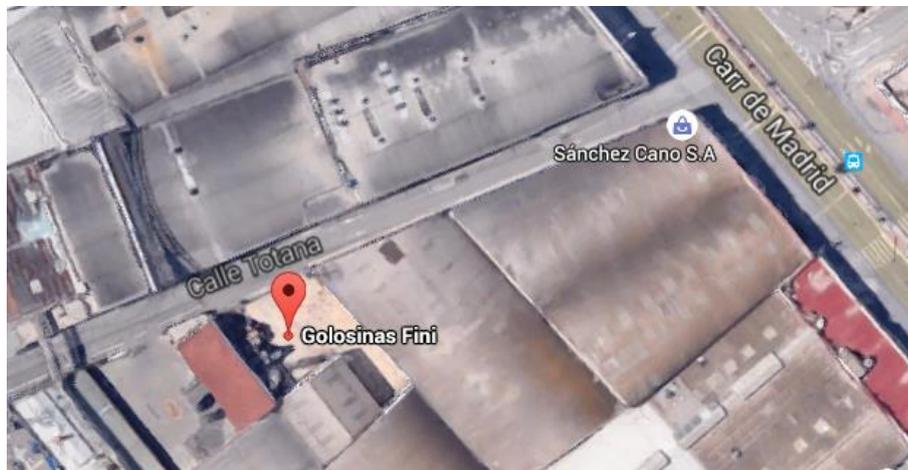


Figura 26. Plano de emplazamiento

17. Resumen del presupuesto

CAPÍTULO 1º	ACEROS.....	320,41 €
CAPÍTULO 2º	ELEMENTOS DE CATÁLOGO.....	4016,30 €
CAPÍTULO 3º	TORNILLERÍA.....	152,31 €
CAPÍTULO 4º	ELEMENTOS NEUMÁTICOS.....	926,97 €
CAPÍTULO 5º	FABRICACIÓN.....	2056,00 €
	TOTAL	7471,99 €

Asciende el presupuesto total de **ejecución material** del presente proyecto a la cantidad de SIETE MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON NOVEINTA Y NUEVE CÉNTIMOS (7471,99 €)

Presupuesto de ejecución material.....7471,99 €

12 % de beneficio industrial sobre el presente proyecto de ejecución material.....8966,39 €

Asciende el presupuesto total de **ejecución por contrata** del presente proyecto a la cantidad de OCHO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS (8966,39 €)



18. Bibliografía

Paine, Frank A. & Paine, Heather Y. *“Manual de Envasado de Alimentos”*; 2ª ed. A.Madrid Vicente, Ediciones, 1994. ISBN 84-87440-48-7.

Manuel A. Parra, Alberto M. Pitre. *“Aplicación del factor de compactación en el ajuste de la masa de granos de maíz determinada por cubicación en silos verticales.”* Anales de la Universidad Metropolitana Edición: 2006. ISSN-E 1856-9811.

Ravenet, Juan. *“SILOS”*. 1ª Ed. Ediciones Barcelona.1992”. ISBN 84-7146-088-2.

García López, Antonio & Romero Rueda, Emilio. *“Proyecto Básico de Ejecución de la Edificación y Nuevas Instalaciones de REPUESTALIA S.L”*. Universidad de Sevilla. Edición 2012.

Apuntes de la asignatura: Ingeniería de Fluidos y Máquinas Hidráulicas de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Apuntes de la asignatura: Diseño de Elementos de Máquinas de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Apuntes de la asignatura: Diseño Computacional de Máquinas de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Richard G.Budynas & J.Keith Nisbett. *“Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley”*. Revisión Técnica: Ríos Sánchez, Miguel Ángel. 9na Edición. 2012. ISBN 9786071507716.

Karl Decker, *“Elementos de máquinas”*, Ed. Urmo, 1979 ISBN 9788431403409.

<http://www.obengroup.com/upload/fichastecnicasBOPP/a0a99466757065fedb4a317b9394f665.pdf>

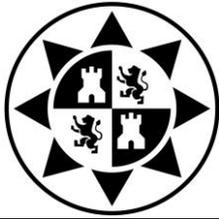
http://www.fuiberica.com/ejes_expansibles/ejes_soporte_seguridad.htm

http://www.fuiberica.com/ejes_expansibles/ejes_expansibles_en_voladizo.htm

<http://www.erhardt-leimer.com/index/Mexico/Frenos--3082.html>

<http://www.erhardt-leimer.com/index/Mexico/MCilindros+sensores--3071.html>

<http://www.erhardtleimer.com/index/Mexico/Regulador+de+la+tracci%C3%B3n+de+la+banda--3075.html>



<http://www.rolacsl.com/down/catalogo-manutencion-caracteristicas-rodillos.pdf>

<http://www.irtagroup.com/maquinaria/accesorios-packaging/tubos-formadores/>

<http://industria.siemens.com.mx/Motores/Docs/Motores%20NNM.pdf>

[http://manutec.es/poleas/index.php/es./](http://manutec.es/poleas/index.php/es/)

<http://www.rodamientosbulnes.com/doc/es-c-fag.pdf>

<http://www.logismarket.cl/ip/lakotool-argentina-mordazas-selladoras-mordazas-tipo-msd-971590.pdf>

<http://www.tossheatseal.com/>

<http://www.kaeser.es/Images/P-414-SP-tcm11-7423.pdf>

<http://www.parker.com/literature/Pneumatics%20Division%20Europe/PDE-Documents/Cilindros%20neum%C3%A1ticos%20compactos%20-%20Serie%20P1Q%20-%20Cat%C3%A1logo%20PDE2663TCES.pdf>

http://www.aventics.com/pneumatics-catalog/Pdf.cfm?Language=ES&Variant=internet&file=es/pdf/PDF_g235970_es.pdf

http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/340939/ProductOverview-Process%20engineering_en_140625_low.pdf

<http://www.metalprices.com/>

<http://www.tornilleria.com/>

Software y aplicaciones: SolidWorks, FluidSim, CES EduPack, Google Maps.

19. Documentos del proyecto

- Documento Nº1: Memoria
 - Memoria Descriptiva
 - Anejo 1: Cálculos Justificativos
 - Anejo 2: Catálogos
- Documento Nº2: Planos
- Documento Nº3: Pliego de Condiciones
- Documento Nº4: Presupuesto



20. Agradecimientos

Me gustaría agradecer a mi familia y a Basi el apoyo y paciencia que me han mostrado siempre, sobre todo durante estos duros años de carrera. Además, agradezco especialmente el esfuerzo continuo realizado por mis padres para que pueda formarme.

21. Conclusión a la memoria

Estimando que para la redacción del proyecto se han tenido en cuenta las preinscripciones de la legislación vigente y que de acuerdo con ellas se han cubierto las condiciones impuestas por la especificación entregada por el Departamento de Ingeniería Mecánica, se somete a la aprobación por los órganos oficiales, dándolo por terminado a 21 de Septiembre de 2015.

El Ingeniero Industrial
Mario García Martínez.

Cartagena, 21 de Septiembre de 2015

ANEJO 1.

CÁLCULOS

JUSTIFICATIVOS



DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE CAJAS EN LA INSTALACIÓN DE
EMPAQUETAMIENTO Y ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

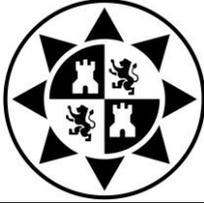
Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: Mario García Martínez
Tutor: Miguel Lucas Rodríguez

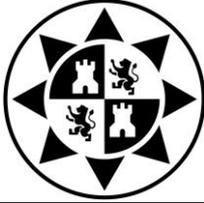


ÍNDICE

1. Dimensiones de la bolsa.....	3
2. Resistencia del empaque.....	5
3. Dimensiones de la bobina.....	6
4. Dimensiones del tubo del formado.....	6
5. Ciclo de la máquina.....	7
6. Elementos neumáticos.....	11
6.1. Cálculo de pistones.....	11
6.1.1. Pistones de sellado transversal.....	11
6.1.1.1. Cálculo de la presión y selección del cilindro.....	11
6.1.1.2. Carrera del cilindro, velocidad y caudal.....	13
6.1.2. Pistón de la cuchilla.....	15
6.1.2.1. Cálculo de la presión y selección del cilindro.....	15
6.1.2.2. Carrera del cilindro, velocidad y caudal.....	17
6.1.3. Pistones de sellado longitudinal.....	17
6.1.3.1. Cálculo de la presión y selección del cilindro.....	17
6.1.3.2. Carrera del cilindro, velocidad y caudal.....	20
6.1.4. Comprobación de velocidad de los pistones.....	22
6.1.5. Comprobación del par máximo de los vástagos.....	23
6.1.6. Cálculo de las guías de vástago.....	25
6.2. Cálculo de la instalación de aire comprimido.....	27
6.2.1. Características de cada tramo.....	28
6.2.2. Condiciones de diseño de la instalación.....	28
6.2.3. Cálculo del diámetro del tubo.....	29
6.2.4. Cálculo de la caída de presión.....	29
7. Condiciones de transporte del plástico	33
7.1. Tensión de la banda.....	33
7.2. Velocidad de la banda.....	34
8. Parámetros del motor.....	35
8.1. Velocidad de giro	35
8.2. Par motor.....	36



9.	Cálculo de la correa dentada.....	36
10.	Cálculo del eje de la polea.....	40
11.	Cálculo de los rodamientos.....	53
12.	Dimensionamiento del eje expansible.....	56
13.	Cálculo del freno de polvo magnético.....	57
14.	Selección del cilindro sensor.....	59
15.	Selección de los rodillos de transporte.....	60
16.	Cálculo estructural.....	62
17.	Cálculo de pernos.....	71
17.1.	Procedimiento de cálculo.....	71
17.2.	Pernos a calcular.....	74
17.2.1.	Pernos del tubo de formado.....	75
17.2.2.	Pernos del pistón de sellado transversal.....	76
17.2.3.	Pernos del soporte de seguridad.....	76



1. Dimensiones de la bolsa

Antes de proceder a estimar las medidas del envase es necesario determinar las dimensiones y el peso de una sola unidad de producto. Para ello se aproxima la forma de un caramelo a la de un cilindro y se realizan diversas medidas y pesadas, resultando ser los valores medios de altura, diámetro del caramelo y peso los que aparecen en el recuadro:

Características del caramelo:

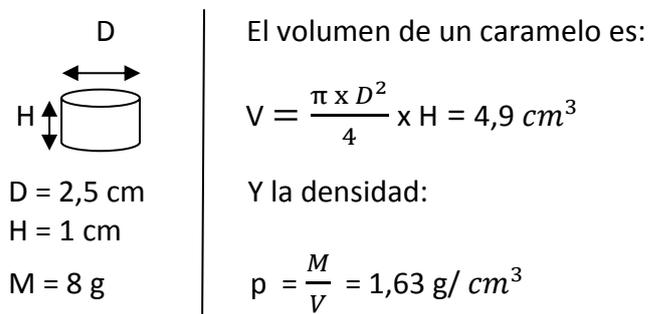


Figura 1. Dimensiones del Caramelo

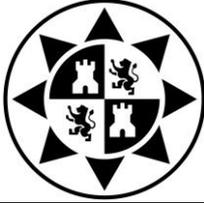
Donde:

- D = Diámetro del caramelo (cm)
- H = Altura del caramelo (cm)
- M = Masa del caramelo (g)
- V = Volumen del caramelo (cm^3)
- ρ = Densidad del caramelo (g/cm^3)

Dividiendo el peso neto de las bolsas entre el peso de un caramelo se obtiene que:

- La bolsa de 250 gramos tiene aproximadamente 32 caramelos
- La bolsa de 1500 gramos tiene 188 caramelos

Para calcular las dimensiones que debe tener la bolsa del producto en cuestión se utilizará el factor de llenado. Con dicho factor se obtiene el porcentaje del volumen o de la masa que está ocupado por los caramelos en la bolsa, ya que en un envase siempre existen huecos. Este factor se obtiene como el cociente de la masa real del lote y la masa que tendría la bolsa si todo el volumen estuviera ocupado por caramelos (masa de cubicación). (Manuel A. Parra, Alberto M. Pitre "Aplicación del factor de compactación en el ajuste de la masa de granos de maíz determinada por cubicación en silos verticales". Anales de la Universidad Metropolitana. Edición 2006. ISSN-E 1856-9811.)



La expresión que permite hallar el factor de llenado es:

$$F_{ll} = \frac{m}{m_c}$$

Siendo: m : es la masa real.

m_c : es la masa de cubicación de la bolsa.

Para obtener la masa de cubicación se emplea la siguiente fórmula:

$$m_c = \frac{\rho \times (V_1 + V_2 + V_3)}{3}$$

Donde:

ρ = Densidad del producto

$V_{1,2,3}$ = Volumen del producto medido en tres puntos de referencia

Para el caso objeto de estudio se procede a calcular el factor de llenado mediante una bolsa de referencia de 1 kg de peso neto. Con el fin de estimar la masa de cubicación de la bolsa se aproxima su forma a la de un cilindro, ya que en el tubo de formado la bolsa adquiere dicha forma, realizándose tres medidas en puntos de referencia separados angularmente 120° y registrándose la altura de producto y el diámetro se obtienen los siguientes resultados:

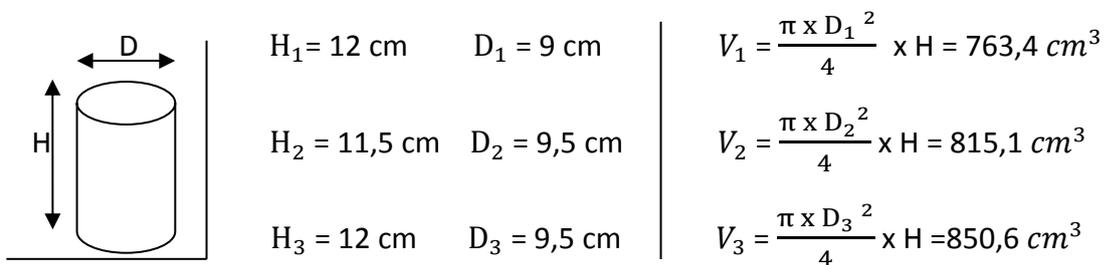


Figura 2. Dimensiones de la bolsa

Así la masa de cubicación de la bolsa es:

$$m_c = \frac{\rho \times (V_1 + V_2 + V_3)}{3} = 1319,8 \text{ g}$$

Y el factor de llenado:

$$F_{ll} = \frac{m}{m_c} = 0,76$$

Este factor indica que en el envase el 76% del volumen está ocupado por caramelos y que el 23% del volumen restante corresponde a los huecos existentes entre los caramelos.



Una vez hallado el factor de llenado se procede a calcular el volumen de las bolsas del estudio:

$$V_{250\text{ g}} = V_{1\text{ caramelo}} \times n^{\circ} \text{ de caramelos} \times \left(1 + \frac{\% V_{\text{huecos}}}{100}\right) = 192,9\text{ cm}^3$$

$$V_{1,5\text{ kg}} = V_{1\text{ caramelo}} \times n^{\circ} \text{ de caramelos} \times \left(1 + \frac{\% V_{\text{huecos}}}{100}\right) = 1133\text{ cm}^3$$

A continuación se calcula la altura necesaria que ha de tener la bolsa, teniendo en cuenta que el ancho de la bolsa es de 18 cm. Si se desdobra el sello se obtiene que el perímetro de la bolsa es:

$$P = 2 \times A = 36\text{ cm}$$

Por lo tanto, el diámetro de las bolsas es:

$$P = \pi \times D \longrightarrow D = 11,5\text{ cm}$$

Y la altura:

$$H_{250\text{ g}} = \frac{4}{\pi \times D^2} \times V_{250\text{ g}} = 2\text{ cm}$$

$$H_{1,5\text{ kg}} = \frac{4}{\pi \times D^2} \times V_{1,5\text{ kg}} = 11\text{ cm}$$

La altura que se ha calculado corresponde a la que alcanzan los caramelos dentro de la bolsa, por lo que hay que incluir también el espacio vacío que ha de llevar la bolsa en la parte superior, que corresponderá a un 50 % de la altura total. Además se ha de incluir la longitud de la zona sellada en la parte inferior y superior de la bolsa que será de 1,5 cm (ver resistencia apartado 2). Así la altura corregida resulta:

$$H_{c,250\text{ g}} = 2 \times H_{250\text{ g}} + 2 \times 1,5\text{ cm} = 7\text{ cm}$$

$$H_{1,5\text{ kg}} = 2 \times H_{1,5\text{ kg}} + 2 \times 1,5\text{ cm} = 25\text{ cm}$$

2. Resistencia del empaque

Mediante el ensayo ASTM F88 es posible determinar la fuerza que se ha de ejercer para separar una unión sellada. Este ensayo consiste en realizar la separación mediante mordazas de dos superficies unidas de forma que se monitoriza la fuerza realizada en función de la longitud de separación que se va consiguiendo.



El parámetro que se muestra en las tablas de propiedades de los fabricantes es la fuerza media que se ha de ejercer para separar 25 mm de ancho de sellado. Para el plástico utilizado se necesitan 7 N/25mm para la cara no tratada. Teniendo en cuenta que el ancho de sellado es de 180 mm la fuerza necesaria para separar el sello es de 50,4 N.

La aplicación de esta fuerza resulta razonable para que el usuario sea capaz de abrir la bolsa y al mismo tiempo es un valor adecuado para que el sello no se rompa de forma accidental.

Por otro lado, la altura del sello garantiza cierta seguridad frente a pequeñas aberturas de la bolsa. Se establece una altura de sellado de 1,5 cm que corresponde a un valor típico de las mordazas de sellado.

3. Dimensiones de la bobina

El ancho de la bobina ha de ser tal que al ser doblado tenga la longitud del cilindro que forma la bolsa más el ancho de las zonas de sellado de 1.5 cm cada una:

$$A = \pi \times D + 2 \times 1.5 \text{ cm} = 39 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm} \text{ (Valor estándar de los fabricantes)}$$

Siendo:

D : Diámetro de la bolsa = 11,5 cm.

A : Ancho de la bolsa.

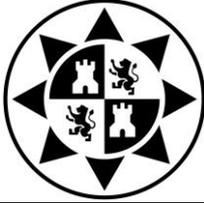
4. Dimensiones del tubo de formado

El tubo de formado tiene que tener un diámetro exterior igual al diámetro interior de la bolsa.

Diámetro exterior del tubo de formado: $D_{ext} = 11,5 \text{ cm}$.

El diámetro interior del tubo tiene que ser el mismo que el de la boca de salida de la tolva de alimentación. La selección de la tolva no forma parte del proyecto en cuestión, pues depende de las características de suministro que tenga cada empresa. Sin embargo, sí que es necesario establecer unas condiciones para que la tolva pueda adaptarse a la máquina.

Para que el tiempo de llenado no sea excesivo se deberá suministrar una tolva que tenga un diámetro de salida lo más grande posible, dentro de las características que



tiene la máquina y de las medidas normalizadas de tolvas. Con estas consideraciones se exige al ingeniero del proyecto de instalación de la termoselladora en la empresa que seleccione una tolva con una boca de salida de 10 cm. Por lo que el diámetro interior del tubo es:

$$D_{int} = 10 \text{ cm.}$$

Longitud del tubo de formado: $L = 1,5 \text{ m}$ (según se indica en los planos).

5. Ciclo de la máquina

Sabiendo que el ratio de producción es de 15 bolsas/min, cada bolsa tarda en fabricarse:

$$t = \frac{60}{r} = 4 \text{ s/bolsa}$$

Siendo:

t: tiempo de fabricación de una bolsa (s/bolsa)

r : ratio de producción de una bolsa (bolsas/min)

En el formado de una bolsa hay dos ciclos de producción que se desarrollan de forma simultánea: el ciclo de sellado transversal y el ciclo de sellado longitudinal.

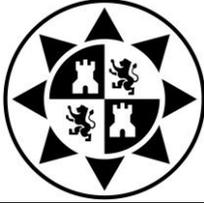
- Ciclo de sellado transversal

Un ciclo de producción consta secuencialmente del avance del plástico, del avance de la mordaza, del tiempo de sellado, de llenado, de corte y de retroceso de la mordaza.

$$T_{ciclo} = T_{avance \text{ plástico}} + T_{avance \text{ mordaza}} + T_{sellado} + T_{llenado} + T_{corte} + T_{retroceso \text{ mordaza}}$$

De las fases del ciclo solo se conoce el tiempo de sellado que es de 0,5 s, según recomendaciones del fabricante.

El tiempo de llenado es el tiempo de caída de una unidad de producto más el tiempo que tarda la columna de caramelos en alcanzar la altura deseada en la bolsa.



Sabiendo que en los planos se especifica que entre la tolva y la zona de sellado transversal hay una distancia vertical de 1,5 m se establece un tiempo de caída de:

$$T_{caida} = \sqrt{\frac{2 \times d}{g}} = 0,6 \text{ s}$$

Siendo:

d = distancia entre la tolva y la zona de sellado transversal = 1,5 m.

g = gravedad = 9,81 m/s².

Para saber el tiempo que tarda una bolsa en llenarse conviene saber el caudal que descarga la tolva. Como se ha especificado en el apartado 3 la tolva tiene que tener una boca de salida de 10 cm.

El caudal de vaciado de una tolva a través de un orificio circular es:

$$Wd = 0,58 \cdot \rho \cdot g^{0,5} \cdot (B - K \cdot d)^{2,5} \cdot f(\theta) = 0,95 \text{ kg/s.}$$

Siendo:

Wd = Caudal de vaciado en kg/s

ρ = densidad del producto = 1630 kg/m³

g = aceleración de la gravedad = 9,81 m/s²

B = diámetro del orificio de salida en metros = 0,1 m

d = Diámetro medio de la partícula en metros = 0,025 m

K = 1,6 para partículas esféricas, 2,4 para partículas no esféricas (2,4)

θ = Pendiente de la tolva $\leq 45^\circ$

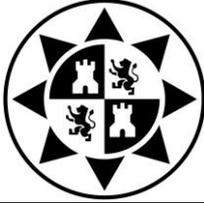
$f(\theta) = (\cot \theta)^{-0,35} > 45^\circ$

$f(\theta) = 1$ si $\theta \leq 45^\circ$ ←

“Silos, Juan Ravenet, Ed. Barcelona.1992”.

Nota: Los cálculos se realizan para una pendiente de tolva inferior a 45°, por lo que el caudal está minimizado, siendo posible instalar tolvas con pendientes mayores (con tiempos de llenado menores).

El tiempo que tardan los caramelos en alcanzar la altura deseada es el peso de los caramelos entre el caudal. Como la bolsa de 1,5 kg tiene una altura mayor tardará más en llenarse que la bolsa de 250 g, por ello se realizan los cálculos con la bolsa de mayor peso neto.



Así el tiempo que tarda la bolsa de 1,5 Kg en alcanzar la altura deseada es:

$$T_{\text{altura deseada}} = \frac{P}{Wd} = \frac{1,5 \text{ Kg}}{0,95 \text{ Kg/s}} = 1,6 \text{ s}$$

De esta forma el tiempo de llenado queda:

$$T_{\text{llenado}} = T_{\text{caída}} + T_{\text{altura deseada}} = 2,2 \text{ s}$$

El tiempo de avance del plástico depende de la velocidad del giro de las poleas de arrastre, por lo que puede ajustarse. Lo mismo ocurre con el tiempo de corte, de avance y retroceso de las mordazas que depende del caudal que llegue a los pistones.

Para el avance del plástico se deja un tiempo de 0,8 segundos. El tiempo de corte se establece en 0,1 s, mientras que el tiempo de avance y retroceso de las mordazas será el mismo, por lo que queda:

$$T_{\text{avance}} = \frac{T_{\text{producción}} - T_{\text{llenado}} - T_{\text{sellado}} - T_{\text{corte}} - T_{\text{avance plástico}}}{2}$$

$$T_{\text{avance}} = \frac{4 - 2,2 - 0,5 - 0,1 - 0,8}{2} = 0,2 \text{ s}$$

$$T_{\text{retroceso}} = T_{\text{avance}} = 0,2 \text{ s}$$

Nota: En el apartado 6.4 se comprueba que los pistones son capaces de avanzar en el tiempo indicado.

- Ciclo de sellado longitudinal

En el sellado longitudinal no se incluye el tiempo de espera de corte y de llenado, por lo que el tiempo de producción de este sellado queda:

$$T_{\text{producción}} = T_{\text{avance del plástico}} + T_{\text{avance}} + T_{\text{sellado}} + T_{\text{retroceso}}$$

Sabiendo que el tiempo de sellado es de 0,5 segundos, según especificaciones del fabricante, y considerando un avance y retroceso a la misma velocidad:

$$T_{\text{avance}} = T_{\text{retroceso}} = \frac{T_{\text{producción}} - T_{\text{sellado}} - T_{\text{avance del plástico}}}{2} = 1,35 \text{ s}$$

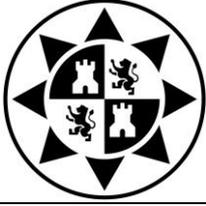
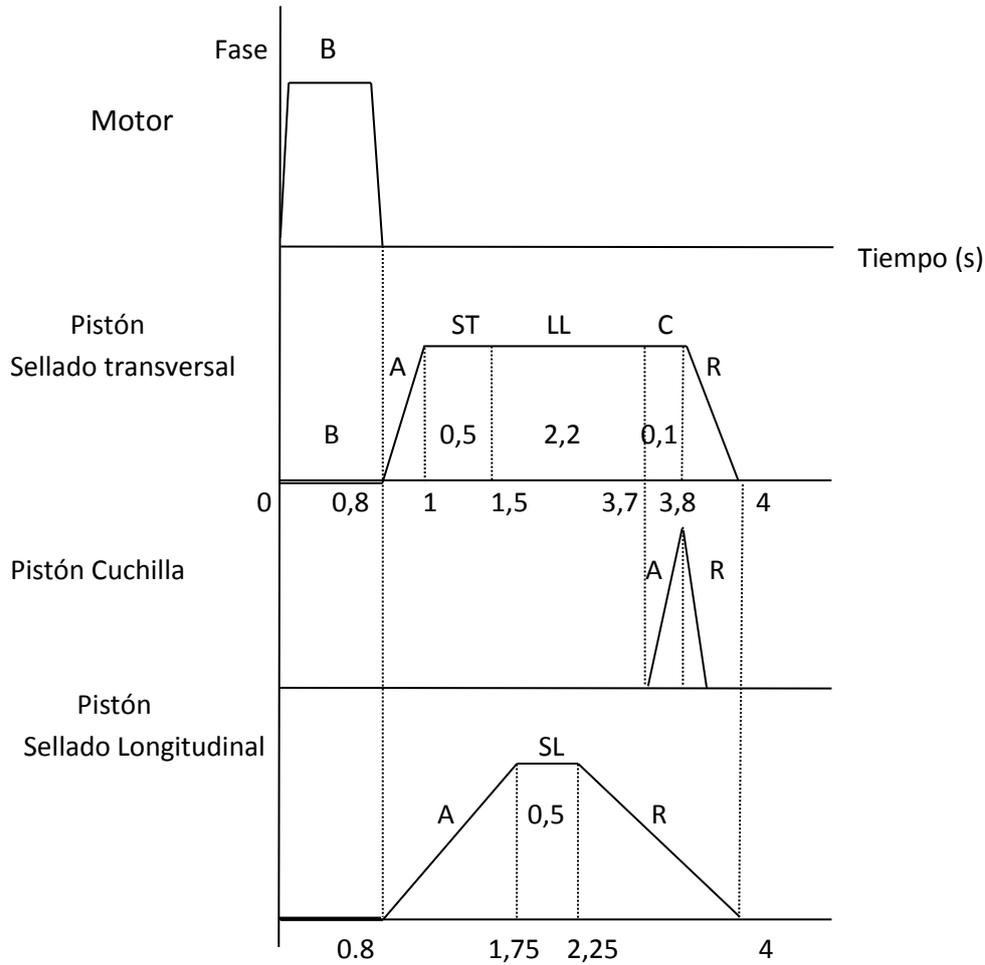


Diagrama 1. Ciclo de la máquina.



Términos:

B: Avance del plástico

A: Avance pistones

R: Retroceso pistones

ST: Tiempo de Sellado Transversal

LL: Tiempo de Llenado

C: Tiempo de Corte

SL: Tiempo de Sellado Longitudinal



6. Elementos neumáticos

El circuito neumático va a ser el encargado de activar los pistones de sellado transversal, longitudinal y el pistón de la cuchilla y va a estar formado por pistones, válvulas, elementos auxiliares y el compresor.

6.1. Cálculo de pistones

Los pistones que se emplean en el circuito son los pistones de sellado transversal (pistones 1 y 4 en el circuito), el pistón de la cuchilla (pistón 3 en el circuito) y el pistón de sellado longitudinal.

6.1.1. Pistones de sellado transversal

Los pistones de sellado transversal irán sincronizados entre sí, de tal forma que al final de la carrera de salida de uno de ellos se active el pistón de la cuchilla, que separa el sellado inferior de una bolsa y el superior de la otra.

6.1.1.1. Cálculos de presión y selección del cilindro

Sabiendo que la presión que se ha de ejercer en el sellado es de 2,75 bar y teniendo en cuenta que el área de sellado es:

$$S = A \times H = 27 \text{ cm}^2$$

Donde:

A: Ancho de sellado = 18 cm (condición de diseño)

H: Altura de sellado = 1,5 cm (condición de diseño)

La fuerza que ha de ejercer el émbolo en la carrera de avance es:

$$F_{\text{avance}} = P \times S = 742.5 \text{ N}$$

Siendo:

P: Presión de sellado = 2,75 bar

S: Superficie de sellado = 27 cm^2

Según el fabricante la carga teórica tiene que ser entre un 50% y un 100% mayor que la carga necesaria. En este caso con el objetivo de conseguir un factor de seguridad mayor se duplica la carga:

$$F_{\text{teórica}} = 2 \times F_{\text{avance}} = 1485 \text{ N}$$



Conforme al catálogo de la empresa Parker se selecciona un pistón capaz de entregar la fuerza teórica. Para ello se elige el primer pistón que entregue esa fuerza a la máxima presión (10 bar).

Fuerzas de los cilindros de doble efecto

Diám. cil. vástago mm	Carrera	Área piston cm ²	Max. fuerza teórica en N (bar)									
			1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
32/12	+	8,0	80	161	241	322	402	483	563	643	724	804
	-	6,9	69	138	207	276	346	415	484	553	622	691
40/16	+	12,6	126	251	377	503	628	754	880	1005	1131	1257
	-	10,6	106	212	318	424	530	636	742	848	954	1060
50/20	+	19,6	196	393	589	785	982	1178	1374	1571	1767	1963
	-	16,5	165	330	495	660	825	990	1155	1319	1484	1649
63/20	+	31,2	312	623	935	1247	1559	1870	2182	2494	2806	3117
	-	28,0	280	561	841	1121	1402	1682	1962	2242	2523	2803
80/25	+	50,3	503	1005	1508	2011	2513	3016	3519	4021	4524	5027
	-	45,4	454	907	1361	1814	2268	2721	3175	3629	4082	4536
100/25	+	78,5	785	1571	2356	3142	3927	4712	5498	6283	7069	7854
	-	73,6	736	1473	2209	2945	3682	4418	5154	5890	6627	7363
125/32	+	122,7	1227	2454	3682	4909	6136	7363	8590	9817	11045	12272
	-	114,7	1147	2294	3440	4587	5734	6881	8027	9174	10321	11468

Tabla 1. Selección del pistón de sellado transversal

De esta forma se obtiene que el cilindro más adecuado es el 50/20 cuyas características se resumen en la siguiente tabla:

Diámetro cilindro (mm)	50
Diámetro vástago (mm)	20
Fuerza teórica máxima carrera ida (N)	1963
Fuerza teórica máxima carrera vuelta (N)	1649
Presión máxima (bar)	10
Conexión neumática	G1/4

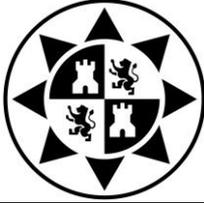
Tabla 2. Características básicas del pistón de sellado transversal

Una vez que se conocen las dimensiones del pistón seleccionado y la fuerza que se ha de aplicar, se procede a calcular la presión necesaria en el émbolo en la carrera de avance:

$$p = \frac{F_{avance}}{S_{avance}}$$

Siendo la superficie útil en el avance igual al área del cilindro:

$$S_{avance} = \frac{\pi \times D_{\text{émbolo}}^2}{4} = 19,63 \text{ cm}^2$$



$$p = \frac{F_{avance}}{S_{avance}} = 3,78 \text{ bar}$$

Esta es la presión que se ha de aplicar en el émbolo para conseguir un sellado idóneo.

Puesto que en la carrera de retroceso no es necesario conseguir una determinada presión y la fuerza que se ejerce es menor, pues a igual presión que en el avance se tiene un área menor, no se tiene en cuenta en el dimensionado del pistón.

6.1.1.2. Carrera del cilindro, velocidad y caudal

Seguidamente se procede a establecer la carrera del pistón y el caudal necesario en cada carrera para lograr la velocidad de producción deseada.

Sabiendo que el diámetro de las bolsas es de 11,5 cm es preciso dejar un espacio superior de seguridad entre la bolsa y las resistencias cuando los pistones estén recogidos. Diseñando un espacio entre resistencias de 20 cm, queda un espacio de seguridad entre la bolsa y cada resistencia de 4,2 cm.

Esquema (unidades en mm):

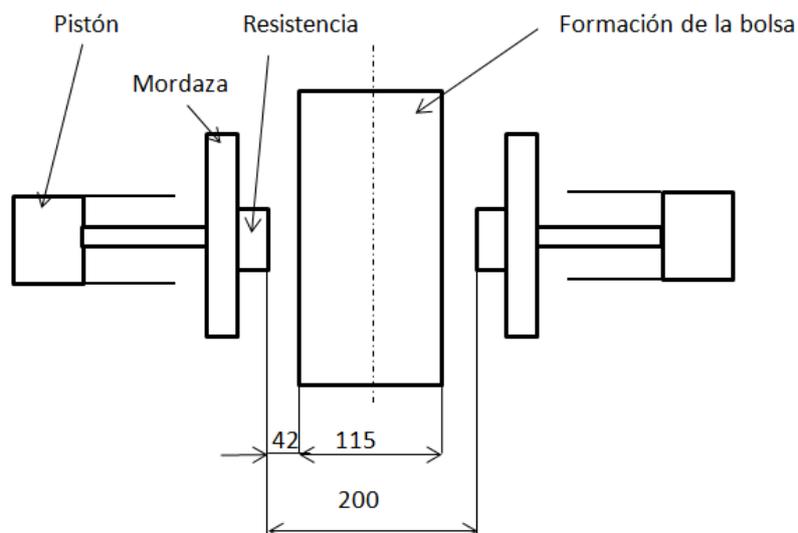
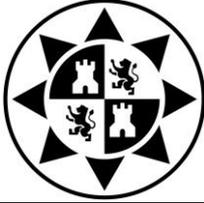


Figura 3. Configuración de las mordazas.

De esta forma se obtiene que la carrera de cada pistón es de 100 mm.



Ahora ya se puede determinar la referencia de pedido del cilindro:

P1D-B 050 M S-0100

Siendo:

P1D-B: Gama de cilindros P1D-B-ISO 15552

050: Diámetro del cilindro

M: Rascador de serie

S: Acero Inoxidable

0100: Carrera del cilindro

La velocidad de avance del pistón es:

$$V_{avance} = \frac{Carrera}{T_{avance}} = 500 \text{ mm/s}$$

$$V_{retroceso} = V_{avance} = 500 \text{ mm/s}$$

Siendo:

Carrera = 100 mm

$T_{avance} = 0,2 \text{ s}$

A continuación se procede a calcular el caudal necesario en cada carrera para obtener la velocidad deseada.

El caudal necesario en la carrera de avance es:

$$Q_{avance} = V_{avance} \times S_{avance} = 1 \text{ l/s}$$

Siendo la superficie en el avance:

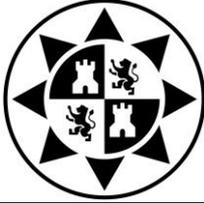
$$S_{avance} = \frac{\pi \times D_{\text{embolo}}^2}{4} = 19,6 \text{ cm}^2$$

Y el caudal necesario en la carrera de retroceso es:

$$Q_{retroceso} = V_{retroceso} \times S_{retroceso} = 0,83 \text{ l/s}$$

Siendo la superficie en el retroceso:

$$S_{retroceso} = \frac{\pi \times (D_{\text{embolo}}^2 - D_{\text{vástago}}^2)}{4} = 16,5 \text{ cm}^2$$



6.1.2 Pistón de la cuchilla

Este pistón es el que mueve la cuchilla que separa las bolsas, realizando el corte entre el sellado inferior de una bolsa y el sellado superior de la siguiente.

6.1.2.1 Selección del pistón

Para la selección del pistón que mueve la cuchilla de corte es necesario calcular primero la fuerza que ha de ejercer dicho pistón. Con este fin se calcula la tensión que se ha de ejercer para cortar el plástico.

Aplicando el criterio de máxima tensión de Von Mises, pues el plástico es dúctil:

$$\sigma_{Von\ Mises} = \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2}$$

Para el caso de cortadura pura:

$$\sigma_{Von\ Mises} = \sqrt{3} \times \tau$$

Con un factor de seguridad igual a 0,8, pues se pretende cortar el plástico, y conociendo que los fabricantes de BOPP especifican una tensión de rotura en la dirección transversal de la máquina de 235 MPa:

$$\sigma_{Von\ Mises} = \frac{\sigma_{rotura}}{f} = 293,75\text{ MPa}$$

Siendo:

$$\sigma_{rotura} = 235\text{ MPa}$$

f : Factor de seguridad = 0,8

Por tanto el esfuerzo cortante es:

$$\tau = \frac{\sigma_{Von\ Mises}}{\sqrt{3}} = 170\text{ MPa}$$

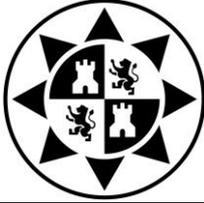
La fuerza de cortadura queda:

$$V = \tau \times A = 306\text{ N}$$

V: Fuerza Cortante

τ : Esfuerzo Cortante

A: Área de corte



Siendo el área de corte:

$$A = B \times H = 18 \text{ mm}^2$$

H: Espesor del filo de la cuchilla = 0,01 mm

B: Ancho de sellado = 18 mm

Nota: El espesor de la cuchilla está especificado para el caso en el que la cuchilla se encuentre desgastada, que es el caso más desfavorable.

Según el fabricante, la carga teórica tiene que ser entre un 50% y un 100% mayor que la carga necesaria. En este caso con el objetivo de conseguir un factor de seguridad mayor se duplica la carga:

$$V_{teórica} = 2 \times V_{avance} = 612 \text{ N}$$

Conforme al catálogo de la empresa Aventics se selecciona un pistón capaz de soportar la carga teórica.

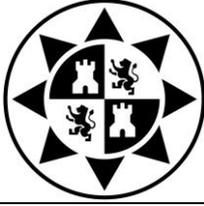
Ø del émbolo	[mm]	16	20	25	32	40	
Fuerza de émbolo durante retracción	[N]	12	13	25	35	43	
Fuerza de émbolo durante extracción	[N]	94	151	234	387	622	
Energía de choque	[J]	0,11	0,15	0,2	0,4	0,52	
Peso	0 mm de carrera	[kg]	0,061	0,101	0,126	0,237	0,309
	+10 mm de carrera	[kg]	0,016	0,023	0,026	0,043	0,052
Carrera máx.	[mm]	25	25	25	25	25	

Tabla 3. Selección del pistón de la cuchilla

El cilindro elegido es un cilindro compacto de simple efecto con las siguientes características:

Diámetro cilindro (mm)	40
Diámetro vástago (mm)	12
Carrera(mm)	25
Fuerza teórica máxima carrera ida (N)	622
Fuerza teórica máxima carrera vuelta (N)	42
Presión máxima (bar)	10
Tipo de conexión	G1/4

Tabla 4. Características básicas del pistón de la cuchilla



Una vez se ha seleccionado el cilindro se calcula la presión que se ha de ejercer en el pistón para lograr la fuerza cortante requerida:

$$P = \frac{V}{S_{avance}} = 2,42 \text{ bar}$$

Siendo:

$$S_{avance} = \frac{\pi x D_{\text{émbolo}}^2}{4} = 12,6 \text{ cm}^2$$

6.1.2.2 Carrera del cilindro, velocidad y caudal

La carrera de la cuchilla es muy reducida, de tan solo 25 mm, pues la cuchilla actúa al final de la carrera de las mordazas.

Conociendo que el tiempo de corte es de 0,1 segundos, la velocidad de corte es:

$$V_{corte} = \frac{Carrera}{T_{corte}} = 250 \text{ mm/s}$$

Y el caudal necesario es:

$$Q_{avance} = V_{corte} \times S_{avance} = 0,315 \text{ l/s}$$

6.1.3. Pistón de sellado longitudinal

El pistón de sellado longitudinal mueve el sellador que realiza el temosellado a lo largo de la bolsa.

6.1.3.1 Cálculos de presión y selección del pistón

Dado que el sistema tiene que ser válido para realizar dos bolsas de distinta capacidad, este tiene que tener un regulador de presión que permita ajustar la fuerza necesaria a ejercer dependiendo del lote.

Sabiendo que la presión a ejercer es de 2,75 bar, la fuerza aplicada en cada bolsa varía en función del área de sellado. La fuerza que se ha de aplicar, y por tanto la presión del cilindro, es mayor en la bolsa con mayor área de sellado, por lo que para dimensionar el cilindro se utilizará la bolsa de 1,5 kg.



El área de sellado de este envase es:

$$S = A \times H = 37.5 \text{ cm}^2$$

Donde:

A: Ancho de sellado = 1.5 cm

H: Altura de la bolsa = 25 cm

Por consiguiente, la fuerza que ha de ejercer el émbolo en la carrera de avance es:

$$F_{\text{avance}} = P \times S = 1031,25 \text{ N}$$

Siendo:

P: Presión de sellado

S: Superficie de sellado

Según el fabricante la carga teórica tiene que ser entre un 50% y un 100% mayor que la carga necesaria. En este caso con el objetivo de conseguir un factor de seguridad mayor se duplica la carga:

$$F_{\text{teórica}} = 2 \times F_{\text{avance}} = 2062,5 \text{ N}$$

Conforme al catálogo de la empresa Parker se selecciona un pistón capaz de soportar la carga teórica. Para la selección del pistón se comprueba que este sea capaz de entregar la fuerza teórica a la máxima presión:

Fuerzas de los cilindros de doble efecto

Diám. cil. vástago mm	Carrera	Área piston cm ²	Max. fuerza teórica en N (bar)									
			1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
32/12	+	8,0	80	161	241	322	402	483	563	643	724	804
	-	6,9	69	138	207	276	346	415	484	553	622	691
40/16	+	12,6	126	251	377	503	628	754	880	1005	1131	1257
	-	10,6	106	212	318	424	530	636	742	848	954	1060
50/20	+	19,6	196	393	589	785	982	1178	1374	1571	1767	1963
	-	16,5	165	330	495	660	825	990	1155	1319	1484	1649
63/20	+	31,2	312	623	935	1247	1559	1870	2182	2494	2806	3117
	-	28,0	280	561	841	1121	1402	1682	1962	2242	2523	2803
80/25	+	50,3	503	1005	1508	2011	2513	3016	3519	4021	4524	5027
	-	45,4	454	907	1361	1814	2268	2721	3175	3629	4082	4536
100/25	+	78,5	785	1571	2356	3142	3927	4712	5498	6283	7069	7854
	-	73,6	736	1473	2209	2945	3682	4418	5154	5890	6627	7363
125/32	+	122,7	1227	2454	3682	4909	6136	7363	8590	9817	11045	12272
	-	114,7	1147	2294	3440	4587	5734	6881	8027	9174	10321	11468

Tabla 5. Selección del pistón de sellado longitudinal



De esta forma se obtiene que el cilindro más adecuado es el 63/20 cuyas características se resumen en la siguiente tabla:

Diámetro cilindro (mm)	63
Diámetro vástago (mm)	20
Fuerza teórica máxima carrera ida (N)	3117
Fuerza teórica máxima carrera vuelta (N)	2803
Presión máxima (bar)	10
Tipo de conexión	G1/4

Tabla 6. Características básicas del pistón de sellado longitudinal

Una vez que se conocen las dimensiones del pistón seleccionado y la fuerza que se ha de aplicar, se procede a calcular la presión necesaria en el émbolo en la carrera de avance. La presión necesaria en el pistón será menor para la bolsa de 250 gramos, para conseguir la misma presión de sellado que indica el fabricante (2,75 bar).

Dado que la presión de sellado debe ser la especificada por el fabricante, la presión del pistón y la fuerza que ejerce cada pistón deberá ser ajustada para cada bolsa mediante un regulador de presión.

La presión que debe tener el pistón de sellado longitudinal en función del tipo de bolsa es:

- Bolsa de 1,5 kg

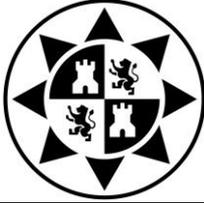
La presión de sellado se obtiene con la siguiente fórmula:

$$p = \frac{F_{avance}}{S_{avance}}$$

Siendo la superficie útil en el avance igual al área del cilindro:

$$S_{avance} = \frac{\pi \times D_{\text{émbolo}}^2}{4} = 31,2 \text{ cm}^2$$

$$p = \frac{F_{avance}}{S_{avance}} = 3,3 \text{ bar}$$



- Bolsa de 250 g

El área de sellado de este envase es:

$$S = A \times H = 10,5 \text{ cm}^2$$

Donde:

A: Ancho de sellado = 1,5 cm

H: Altura de la bolsa = 7 cm

Por consiguiente, la fuerza que ha de ejercer el émbolo en la carrera de avance es:

$$F_{\text{avance}} = P \times S = 288,75 \text{ N}$$

Siendo:

P: Presión de sellado

S: Superficie de sellado

Siendo la superficie útil en el avance igual al área del cilindro:

$$S_{\text{avance}} = \frac{\pi \times D_{\text{émbolo}}^2}{4} = 31,2 \text{ cm}^2$$

La presión del pistón es:

$$P = \frac{F_{\text{avance}}}{S_{\text{avance}}} = 0,9 \text{ bar}$$

6.1.3.2 Carrera del cilindro, velocidad y caudal

El pistón tendrá una carrera de 50 mm, con el objetivo de dejar una distancia de seguridad entre la mordaza y el plástico de 5 cm cuando esta se encuentre retraída.

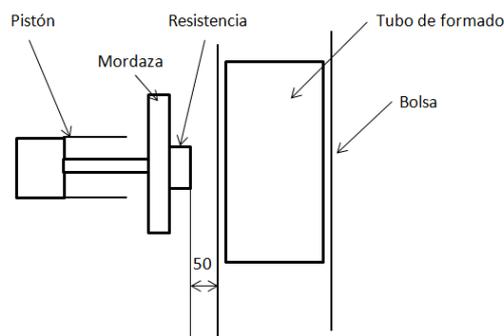
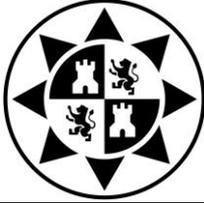


Figura 4. Configuración del sellador longitudinal



Ahora ya se puede establecer la referencia de pedido:

P1D-B 060 M S-0500

La velocidad de avance y retroceso del pistón de sellado longitudinal queda:

$$V_{avance} = \frac{Carrera}{T_{avance}} = 37 \text{ mm/s}$$

$$V_{retroceso} = V_{avance} = 37 \text{ mm/s}$$

Siendo:

Carrera = 100 mm

$T_{avance} = 1,35 \text{ s}$

Posteriormente se procede a calcular el caudal necesario en cada carrera para obtener la velocidad deseada.

El caudal necesario en la carrera de avance es:

$$Q_{avance} = V_{avance} \times S_{avance} = 0,11 \text{ l/s}$$

Siendo la superficie en el avance:

$$S_{avance} = \frac{\pi \times D_{\text{embolo}}^2}{4} = 31,2 \text{ cm}^2$$

Y el caudal necesario en la carrera de retroceso es:

$$Q_{retroceso} = V_{retroceso} \times S_{retroceso} = 0,1 \text{ l/s}$$

Siendo la superficie en el retroceso:

$$S_{retroceso} = \frac{\pi \times (D_{\text{embolo}}^2 - D_{\text{vástago}}^2)}{4} = 28 \text{ cm}^2$$



6.1.4. Comprobación de velocidad de los pistones

Para saber si los pistones son aptos para desplazarse a la velocidad que se ha calculado es necesario determinar la masa de las partes móviles de los pistones y ver si la amortiguación es adecuada para absorber la cantidad de movimiento que llevan.

Según el catálogo del fabricante de los pistones de sellado transversal y longitudinal se calcula la masa de las partes móviles:

Masa de las partes móviles (para el cálculo de la amortiguación)

Cilindro, designación	Masa piezas móviles (kg)	
	con 0 mm carrera Todas las variantes	Complemento por Carrera 10 mm Todas las variantes
P1D-•032••-X	0,13	0,009
P1D-•040••-X	0,24	0,016
P1D-•050••-X	0,42	0,025
P1D-•063••-X	0,50	0,025
P1D-•080••-X	0,90	0,039
P1D-•100••-X	1,10	0,039
P1D-•125••-X	2,34	0,063

Tabla 7. Masa de las partes móviles del pistón de sellado longitudinal y transversal

- Pistón de sellado transversal: P1D *050**100
Carrera = 100 mm
Masa = 0,42 + 10 x 0,025 = 0,67 Kg
- Pistón de sellado longitudinal: P1D*063**50
Carrera = 50 mm
Masa = 0,5 + 5 x 0,025 = 0,625 Kg
- Pistón de la cuchilla

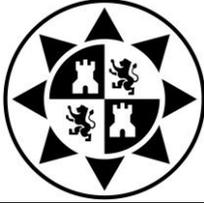
Ø del émbolo	[mm]	16	20	25	32	40	
Fuerza de émbolo durante retracción	[N]	12	13	25	35	43	
Fuerza de émbolo durante extracción	[N]	94	151	234	387	622	
Energía de choque	[J]	0,11	0,15	0,2	0,4	0,52	
Peso	0 mm de carrera	[kg]	0,061	0,101	0,126	0,237	0,309
	+10 mm de carrera	[kg]	0,016	0,023	0,026	0,043	0,052
Carrera máx.	[mm]	25	25	25	25	25	

Tabla 8. Masa de las partes móviles del pistón de la cuchilla

Diámetro = 40 mm

Carrera = 25 mm

Masa = 0,309 + 2,5 x 0,052 = 0,551 Kg



Entrando en la tabla con la masa de las partes móviles de los pistones y sabiendo el diámetro de estos se obtiene la velocidad máxima de desplazamiento:

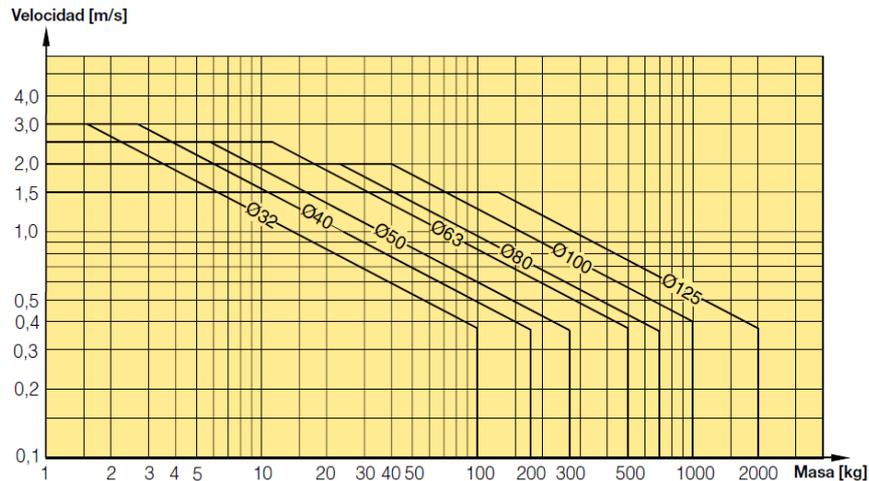


Figura 5.
Velocidad
máxima de los
pistones

- Pistón de sellado transversal: P1D *050**100

$$V_{m\acute{a}x} = 2,5 \text{ m/s}$$

$$V = 0,5 \text{ m/s}$$

$$V < V_{m\acute{a}x}$$

- Pistón de sellado longitudinal: P1D*063**50

$$V_{m\acute{a}x} = 2,5 \text{ m/s}$$

$$V = 0,25$$

$$V < V_{m\acute{a}x}$$

- Pistón de la cuchilla

$$V_{m\acute{a}x} = 3 \text{ m/s}$$

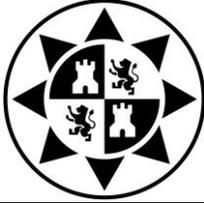
$$V = 0,037 \text{ m/s}$$

$$V < V_{m\acute{a}x}$$

Los pistones se desplazan a una velocidad adecuada.

6.1.5. Comprobación del par máximo de los vástagos

Es necesario comprobar el par máximo que son capaces de aguantar los vástagos para estudiar la posibilidad de incorporación de un soporte guía que aguante parte del esfuerzo de flexión y reduzca la flecha de estos.



Entrando en la tabla con la carrera del pistón y cortando a la curva del diámetro de este se obtiene la fuerza transversal máxima que es capaz de soportar el pistón en el extremo del vástago cuando este se encuentra extendido:

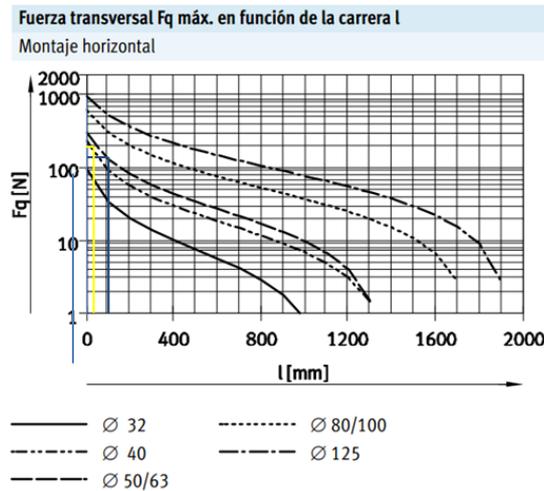


Figura 6. Fuerza Transversal Máxima de los pistones

Con la carrera del pistón de la cuchilla (25 mm) y cortando a la curva con el diámetro del émbolo (40 mm) se obtiene que el pistón es capaz de soportar una fuerza transversal en el extremo del vástago de 180 N, valor más que suficiente para aguantar el peso de la cuchilla (0,45 Kg).

Procediendo de la misma manera y conociendo la carrera del pistón de sellado longitudinal (50 mm) y su diámetro (60 mm) se obtiene que el vástago es capaz de aguantar en su extremo una fuerza transversal de 200 N. Sabiendo que el sellador longitudinal con su soporte tiene un peso de 5 Kg se verifica la validez del pistón con un factor de seguridad de 4.

Para estimar la fuerza transversal que es capaz de soportar el pistón de sellado transversal en el extremo del vástago se procede de igual forma. Sabiendo que el diámetro del émbolo es de 50 mm y que la carrera es de 100 mm se obtiene que la fuerza máxima es de 140 N. Este valor es insuficiente para soportar el peso del conjunto de las mordazas, pues solo la mordaza más pesada es de 18,14 Kg; además no se ha tenido en cuenta que para el cálculo de estos pistones, a diferencia de los pistones de la cuchilla y de sellado longitudinal, el punto de aplicación de la fuerza se encuentra más allá del extremo del vástago, lo que haría aún más desfavorable el cálculo. De esta forma se hace necesario incorporar una guía de vástago para los pistones de sellado transversal.

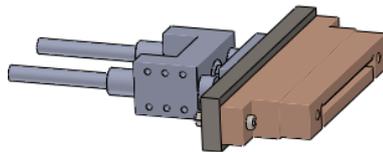


6.1.6. Cálculo de las guías de vástago

El vástago debe ser capaz de aguantar el peso de la mordaza y de su soporte. La mordaza que lleva la cuchilla tiene un peso mayor, pues en su interior alberga un pistón para desplazarla.

El fabricante de mordazas (Lako Tool) ofrece soluciones personalizadas, por lo que se realiza un modelo en SolidWorks de las mordazas y de su soporte. Con el Software es posible aplicar un material a un modelo para obtener el peso del mismo, pues calcula el volumen de la pieza y conoce la densidad de los materiales.

Guía 1



Guía 2

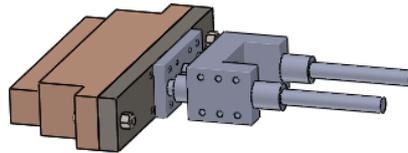
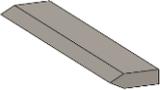


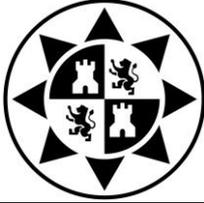
Figura 7. Guías de vástago.

Tabla 9. Peso que soporta la guía 1:

Pieza	Material	Peso (Kg)
Mordaza 1 	Bronce	12,71
Soporte 1 	Acero AISI 1045	4,74
Peso Total		17,45

Tabla 10. Peso que soporta la guía 2:

Pieza	Material	Peso (Kg)
Mordaza 2 	Bronce	18,14
Soporte 2 	Acero AISI 1045	4,72
Cuchilla 	Acero Inoxidable martensítico	0,45
Pistón cuchilla 	Acero (fabricante)	0,55
Peso Total		23,86



- Coeficiente de seguridad de las guías:

Es suficiente con determinar el coeficiente de seguridad de la guía 2, pues es la misma guía que la 1 y soporta más carga.

En función del diámetro y del punto de aplicación de la fuerza cada guía es capaz de soportar una carga máxima.

A la tabla hay que entrar con la carrera corregida que resulta de añadirle a la carrera la distancia al punto de aplicación de la fuerza. Suponiendo que el centro de masas del soporte 1 y de la mordaza 1 se encuentra en la mitad de su longitud se obtiene:

$$\text{Carrera}' = \text{Carrera} + \text{Centro de masas} = 100 \text{ mm} + 77,5 \text{ mm} = 177,5 \text{ mm}$$

Sabiendo la carrera y que el diámetro del pistón es de 50 mm de un pistón P1D Clean se obtiene la carga máxima de la guía:

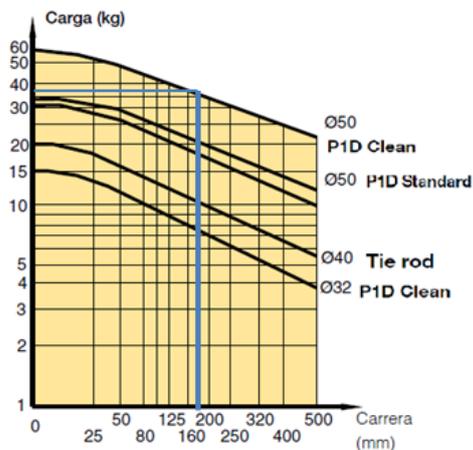
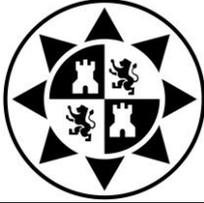


Figura 8. Fuerza transversal máxima de las guías del vástago.

$$\text{Carga máxima} = 37,5 \text{ Kg}$$

$$\text{Carga} = 23,86 \text{ Kg}$$

$$\text{Coeficiente de seguridad} = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Carga}} = 1,57$$



6.2. Cálculo de la instalación de aire comprimido

En una fábrica es habitual que exista una instalación neumática general que abastezca todos los puntos de consumo. Dicha red de aire comprimido está formada por tres tipos de tuberías:

- Tubería principal, o colector general.
- Tuberías secundarias.
- Tuberías de servicio.

La tubería principal es la que sale desde el compresor y canaliza la totalidad del caudal de aire. Debe tener el mayor diámetro posible y la velocidad máxima del aire que pasa por ella no debe sobrepasar los 8 m/s.

Las tuberías secundarias toman el aire de la tubería principal ramificándose por las zonas de trabajo, de ellas salen las tuberías de servicio. La velocidad máxima del aire que pasa por dichas tuberías no debe sobrepasar los 8 m/s.

Las tuberías de servicio son las que alimentan los equipos neumáticos. La velocidad máxima del aire que pasa por ellas no debe sobrepasar los 15 m/s.

Debido a que la termoselladora tiene que poder ser implementada en lugares con una instalación neumática general y sin ella se deben de garantizar las condiciones para que esto se cumpla.

Para el caso de que no exista una red de aire comprimido en la fábrica es preciso instalar un compresor a la termoselladora que proporcione 5 bar y 145,5 l/min, mientras que si ya existe esta red el ingeniero encargado del proyecto de instalación debe garantizar que en la boca de consumo se tengan las condiciones anteriores.

De esta forma se considera que todos los conductos de la máquina forman parte de la conexión de servicios de la termoselladora.

En la instalación se utiliza tubo flexible, pues presenta la ventaja con respecto a la tubería de poder absorber tanto vibraciones como dilataciones y contracciones, además de dotar a la instalación de una gran versatilidad a la hora de situar los componentes.



6.2.1. Características de cada tramo

De acuerdo a la tipología y geometría de la instalación, la longitud del tubo, el caudal de aire y la presión en cada tramo es:

Conducto		Longitud (m)	Longitud mayorada 10% (m)	Caudal (l/min)	Presión (bar)
Canalización de servicios común termoselladora		3	3,3	145,5	5
Canalización de servicios de cada elemento	Cuchilla	2	2,2	18,9	2,42
	Sellado transversal	2,2	2,5	120	3,78
	Sellado longitudinal	2,7	3	6,6	3,3

Tabla 11. Características de la instalación

6.2.2. Condiciones de diseño de la instalación

Según el Reglamento de equipos a presión y sus correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias no se debe permitir que la pérdida máxima de presión en toda la instalación supere el 10% de la presión de servicio.

La presión de servicio es la que entrega el compresor de la máquina, o la que debe garantizar el ingeniero instalador y es de 5 bar. Esta es la presión máxima que requiere la instalación (3,78 bar) más las pérdidas de presión que se producen en válvulas, accesorios y tubos (< 10%) de la presión de servicio.

Las condiciones de diseño que se deben de seguir en la instalación según el Reglamento de equipos a presión y sus correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias son:

Velocidad máxima ≤ 15 m/s

Pérdida máxima de presión en la instalación $\leq 10\%$ presión de servicio = 0,5 bar

Tabla 12. Condiciones de diseño de la instalación



6.2.3. Cálculo del diámetro del tubo

Con el objetivo de buscar la máxima simplicidad se busca un tubo con el mismo diámetro en toda la instalación y se comprueba que cumpla las condiciones expuestas en la tabla superior. (Ver anexo con diámetros normalizados del PEN).

La fórmula utilizada para calcular la velocidad del aire a través del tubo está basada en un modelo matemático propuesto por Renouard:

$$V = \frac{354 \times Q}{Pn \times D^2}$$

Q: Caudal en m^3/h

Pn: Presión nominal (4,5 bar)

D: Diámetro del conducto (mm)

En la tabla se muestra el resultado de una serie de iteraciones para buscar el primer diámetro normalizado que permita que la velocidad no exceda de 15 m/s en ninguna de los conductos:

Conducto	Caudal (m^3/h)	D (mm)	V(m/s)	¿Cumple?	
Canalización de servicios común termoselladora	145,5	7	12,6	SÍ	
Canalización de servicios de cada elemento	Cuchilla	18,9	7	1,6	SÍ
	Pistón de sellado transversal	120	7	10,4	SÍ
	Pistón de sellado longitudinal	6,6	7	0,58	SÍ

Tabla 13. Condiciones de diseño de la instalación

$$D_{normalizado} = 7 \text{ mm}$$



6.2.4. Cálculo de la caída de presión

Una vez obtenido el diámetro del tubo se comprueba que la máxima pérdida de presión no supere el 10% de la presión de suministro.

Haciendo uso de un modelo matemático basado en la Fórmula de Renouard se puede calcular la pérdida de presión:

$$\Delta P = \frac{Cr \cdot \rho_r \cdot Le \cdot Q^{1,82}}{2 \cdot Pn \cdot D^{4,82}}$$

ΔP : Incremento de presión entre el origen y el extremo (0,1 bar)

Cr: Coeficiente de Renouard cuadrático (igual a 48,60)

ρ_r : Densidad relativa del gas = 1 (aire en condiciones ambientales)

Q: Caudal (m³/h)

D: Diámetro interior de la conducción = 5,7 mm

Pn: Presión nominal en bar (5 bar)

Le: Longitud equivalente (m)

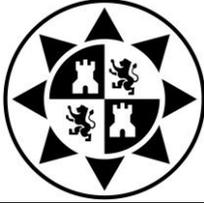
De esta forma se va a ir calculando la pérdida de presión en cada uno de los conductos:

- Canalización de servicios común a la termoselladora (Q = 145,5 l/min, L = 3,3m)

Para calcular la pérdida de presión en las válvulas se emplea la longitud equivalente, que mide la caída de presión en accesorios como la pérdida que se produce en un conducto de una determinada longitud.

Tipo de válvula	Referencia en el circuito	Le/D	D (mm)	Le por elemento (m)	Nº elementos	Le total elementos (m)
Válvula de compuerta	0.2, 0.3, 0.4, 1.2, 1.3	0,25	7	1,75	5	8,75
Válvulas de retención	0.1	0,08	7	0,56	1	0,56
Racor	-	0,02	7	0,14	13	1,82
Racor en T	-	0,06	7	0,42	6	2,52
Le total accesorios (m)						13,65

Tabla 14. Longitud equivalente. Canalización de servicios común a la termoselladora.



La longitud equivalente total se obtiene como suma de las pérdidas en los accesorios y en el conducto:

$$Le = L + Le \text{ total elementos} = 4,4 + 13,65 = 18,05 \text{ m}$$

La pérdida de presión en este conducto es:

$$\Delta P = \frac{Cr \cdot \rho_r \cdot Le \cdot Q^{1,82}}{2 \cdot Pn \cdot D^{4,82}} = 0,35 \text{ bar}$$

- Canalización de servicio de los pistones de sellado transversal (120 l/min; L = 2,42 m):

- Longitud equivalente en accesorios:

Tipo de válvula	Referencia en el circuito	Le/D	D (mm)	Le por elemento (m)	Nº elementos	Le total elementos (m)
Válvula de compuerta	1.1, 1.03	0,25	7	1,75	2	3,5
Válvulas de retención	1.01, 1.05	0,08	7	0,56	2	1,12
Racor	-	0,02	7	0,14	9	1,26
Racor en T	-	0,06	7	0,42	1	0,42
Le total accesorios (m)						6,3

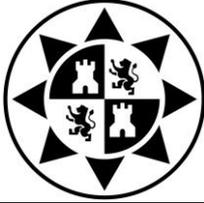
Tabla 15. Longitud equivalente. Canalización de servicios: Pistón de sellado transversal

- Longitud equivalente total:

$$Le = L + Le \text{ accesorios} = 2,42 + 5,13 = 8,72 \text{ m}$$

- La pérdida de presión real que se produce es:

$$\Delta P = \frac{Cr \cdot \rho_r \cdot Le \cdot Q^{1,82}}{2 \cdot Pn \cdot D^{4,82}} = 0,13 \text{ bar}$$



- Canalización de servicio, pistón de la cuchilla (Q = 18,9 l/min; L = 2,2 m)
- Longitud equivalente en accesorios:

Tipo de válvula	Referencia en el circuito	Le/D	D (mm)	Le por elemento (m)	Nº elementos	Le total elementos (m)
Válvula de compuerta	2.1, 2.01, 2.03	0,25	7	1,75	3	5,25
Válvulas de retención	2.01, 2.02, 2.04	0,08	7	0,56	3	1,68
Racor	-	0,02	7	0,14	11	1,54
Racor en T	-	0,06	7	-	-	-
Le total accesorios (m)						8,47

Tabla 16. Longitud equivalente. Canalización de servicios: Pistón de la cuchilla

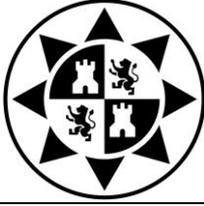
- Longitud equivalente total
- La pérdida de presión real que se produce es:

$$\Delta P = \frac{Cr \cdot \rho_r \cdot Le \cdot Q^{1,82}}{2 \cdot Pn \cdot D^{4,82}} = 0,0055 \text{ bar}$$

- Canalización de servicios del pistón de sellado longitudinal (Q = 10,8 l/min; L = 3,3 m)
- Longitud equivalente en accesorios:

Tipo de válvula	Referencia en el circuito	Le/D	D (mm)	Le por elemento (m)	Nº elementos	Le total elementos (m)
Válvula de compuerta	3.1, 3.04	0,25	7	1,75	2	3,5
Válvulas de retención	3.02, 3.06	0,08	7	0,56	2	1,12
Racor	-	0,02	7	0,14	9	1,26
Racor en T	-	0,06	7	-	-	-
Le total accesorios (m)						5,88

Tabla 17. Longitud equivalente. Canalización de servicios: Pistón de sellado longitudinal



- Longitud equivalente total:

$$L_e = L + L_e \text{ accesorios} = 3,3 + 5,88 = 9,18 \text{ m}$$

- La pérdida de presión real que se produce es:

$$\Delta P = \frac{C_r \cdot \rho_r \cdot L_e \cdot Q^{1,82}}{2 \cdot P_n \cdot D^{4,82}} = 0,0007 \text{ bar}$$

Una vez que se tiene la pérdida de presión en cada uno de los trayectos de la instalación se comprueba si se cumple con la condición de diseño que dice que las pérdidas totales en la instalación no deben superar el 10% de la presión de suministro.

El trayecto donde las pérdidas de presión son mayores ocurre cuando el aire atraviesa la tubería de servicios común a la termoselladora y llega al pistón de sellado transversal. Las pérdidas totales son:

$$\Delta P_{\text{máxima}} = \Delta P_{\text{tubería común}} + \Delta P_{\text{tubería sellado transversal}} = 0,35 + 0,13 = 0,48 \text{ bar}$$

$$10\% P_{\text{servicio}} = 0,1 \times 5 \text{ bar} = 0,5 \text{ bar}$$

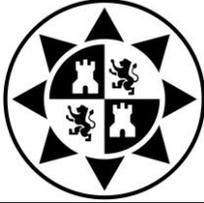
$$\Delta P_{\text{máxima}} \leq 10\% P_{\text{servicio}} \Rightarrow \text{Cumple}$$

7. Condiciones del transporte del plástico

7.1 Tensión de la banda

La Sociedad de Ingenieros Plásticos (SPE) sugiere que la tensión de banda máxima de películas de plástico es igual al valor de tensión en el que la película se estira el 1,5 % del módulo de elasticidad de la película. Este valor corresponde a la máxima tensión para comenzar el desbobinado, siendo recomendable una tensión del 50% de la tensión máxima de banda durante el resto del transporte de la película.

Según los fabricantes de BOPP el módulo elástico de este plástico en la dirección longitudinal es de 3 GPa.



El plástico elegido tiene un espesor de 50 micras y un ancho de 40 cm, por lo que la sección transversal es de:

$$A = 0,05 \text{ mm} \times 400 \text{ mm} = 20 \text{ mm}^2$$

La tensión de banda máxima que se consigue con un estiramiento del plástico del 1,5 % del módulo de elasticidad es:

$$F_{\text{máx}} = 0,015 \times E \times A = 0,015 \times 1700 \text{ MPa} \times 20 \text{ mm}^2 = 510 \text{ N}$$

Siendo:

$F_{\text{máx}}$ = Tensión de banda máxima

E = Módulo de elasticidad en la dirección longitudinal

A = Sección transversal del plástico

De esta forma se obtiene que la tensión de banda que debe tener el plástico en el momento del arranque del desbobinado es de 510 N y que debe reducirse a 255 N (la mitad) durante el resto del transporte del plástico. Estos valores deben introducirse en el regulador de tensión.

7.2 Velocidad de la banda

Para realizar cada bolsa el plástico tiene que avanzar una longitud igual a la altura de la bolsa en un tiempo de 0,8 s. Así para la bolsa de 1,5 kg el plástico avanza 25 cm y para la bolsa de 250 gramos la bolsa avanza 7 cm.

Por ello, la velocidad de la banda que debe llevar el plástico depende del tipo de bolsa que estemos utilizando:

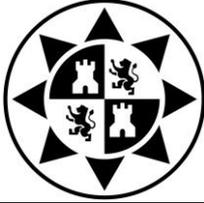
- Bolsa de 250 gramos:

$$V_{\text{banda}} = \frac{H_{250 \text{ g}}}{T} = 87,5 \text{ mm/s}$$

Siendo:

$H_{250 \text{ g}}$ = Altura de la bolsa de 250 gramos (7 cm)

T = Tiempo de avance (0,8 s)



- Bolsa de 1,5 kg

$$V_{\text{banda}} = \frac{H_{1,5 \text{ Kg}}}{T} = 312,5 \text{ mm/s}$$

Siendo:

$H_{250 \text{ g}}$ = Altura de la bolsa de 1,5 Kg (25 cm)

T = Tiempo de avance (0,8 s)

8. Parámetros del motor

Los parámetros principales que debe proporcionar el motor y que se han de tener en cuenta para su selección son la velocidad de giro y el par que es capaz de entregar.

8.1 Velocidad de giro del motor

La velocidad de giro del motor que se ha de controlar mediante el variador de frecuencia va a ser distinta en función de la bolsa que se esté fabricando, pues va a depender de la velocidad lineal de la banda. El otro parámetro que va a influir en la velocidad de giro es el diámetro primitivo de las poleas que es de 101,86 mm según el apartado 9.3.1 de la memoria.

- Bolsa de 250 gramos:

$$n = \frac{60 v}{\pi D} = 16,4 \text{ rpm}$$

Siendo:

v = Velocidad de la banda = 87,5mm/s

D = Diámetro de la polea = 101,86 mm

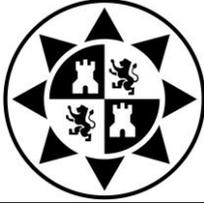
- Bolsa 1,5 kg:

$$n = \frac{60 v}{\pi D} = 58,6 \text{ rpm}$$

Siendo:

v = Velocidad de la banda = 312,5mm/s

D = Diámetro de la polea = 101,86 mm



8.2. Par motor

El plástico genera una oposición al movimiento de la polea debido a la tensión de la banda que posee. Como la polea es movida por el motor este tiene que entregar un par máximo que va a ser:

$$T = F_t \times \frac{D}{2} = 26 \text{ Nm}$$

Siendo:

F_t = Fuerza máxima de la banda (510 N)

D = Diámetro de la polea (101,86 mm)

9. Cálculos de la correa dentada

Para saber el ancho mínimo de correa que se necesita se aplica el procedimiento establecido por el libro: "*Elementos De Máquinas*, Decker, Ed. Urmo.1979".

- Ancho de correa:

$$b = \frac{C \cdot F}{p_{adm} \cdot z_e \cdot h}$$

Siendo:

b : Ancho necesario de la correa en mm (redondear a anchos suministrables)

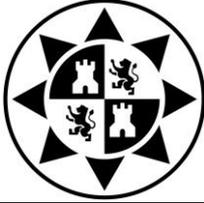
c : factor de carga

F : Fuerza de tracción (N)

p_{adm} : presión permisible en los flancos (N/mm²)

z_e : N° de dientes a engranar

h : Altura del diente en mm



- Cálculo de parámetros:
 - Factor de carga (c)

Factores de carga c para accionamiento por correas dentadas (según *Mulco*,
Hannover)

$c = c_1 + c_2 + c_3$			
$c_1 = 1$ 8 h. de servicio diario $c_1 = 1.1$ 20 h. de servicio diario		Máquinas de trabajo	c_3
Máquinas de fuerza	c_2		
Electromotores	0,25	Accionamientos ligeros, en general.	1,0
Turbinas de vapor	0,25	Contadores y tacómetros.	1,0
Motores de combustión de 1 cilindro	0,6	Máquinas y aparatos domésticos.	1,1
Motores de combustión de 2 ... 3 cilindros	0,5	Máquinas de coser, máquinas de oficina.	1,1
Motores de combustión de 3 ... 4 cilindros.	0,4	Ventiladores, generadores de luz, bombas centrífugas.	1,2
Motores de combustión de 6 y más cilindros.	0,3	Cintas para transporte y elevación.	1,3
Motores hidráulicos.	0,4	Pequeñas máquinas para labra de madera.	1,3
		Máquinas textiles.	1,4
		Pequeñas máquinas herramientas.	1,4
		Máquinas pesadas para trabajar madera.	1,4
		Máquinas amasadoras.	1,4
		Agitadores, máquinas lavadoras.	1,5
		Amoladoras.	1,5
		Telares, generadores para soldadura.	1,6
		Máquinas herramientas pesadas.	1,6
		Ventiladores y soplantes pesados.	1,6

Tabla 18. Factor de carga para correas dentadas.

Se espera un funcionamiento intensivo de la máquina de hasta 20 horas, por lo que:
 $c_1 = 1,1$

El accionamiento de la polea es por electromotor: $c_2 = 0,25$

Se trata de una correa para transporte de plástico, por lo que la máquina de trabajo es una cinta de transporte y elevación: $c_3 = 1,3$

$c = c_1 + c_2 + c_3 = 1,1$ (20 h servicio diario) + $0,25$ (electromotor) + $1,3$ (cintas para transporte y elevación)

$$c = 2,65$$

- Fuerza de tracción (F)

La fuerza de tracción es la fuerza que tiene que vencer la correa para tirar del plástico que es igual a la tensión máximo del plástico:

$$F = 510 \text{ N}$$



- Presión admisible en los flancos (p_{adm})

Para calcular la presión máxima que se puede producir en los flancos de la correa hay que entrar en la siguiente tabla con la velocidad lineal máxima de la correa.

Velocidad lineal máxima en la correa = 0,3125 m/s

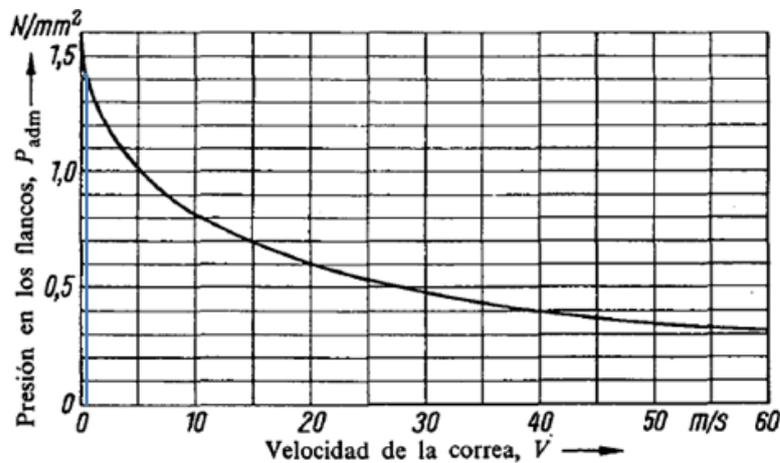


Figura 10. Presión en los flancos.

$$p_{adm} = 1,4 \text{ N/mm}^2$$

- Número de dientes a engranar (z_e)

La fuerza de tracción se transmite a los dientes por media de la polea. Por ello, el criterio queda en la rueda pequeña que transmite el movimiento. El número de dientes que engrana con la rueda pequeña es:

$$z_e = z_1 \cdot \frac{\beta}{2\pi}$$

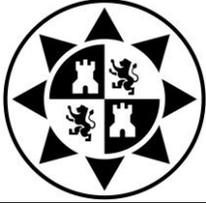
Siendo:

z_e : N° de dientes que engranan con la rueda pequeña

z_1 : N° de dientes de la rueda pequeña

β : Ángulo de abrazamiento de la rueda pequeña (rad)

Dado que las poleas que se instalan tienen el mismo diámetro el ángulo de abrazamiento es de 180°. Y el número de dientes es según el fabricante de 40 dientes.



Por lo tanto:

$$z_e = 40 \cdot \frac{\pi}{2\pi} = 20$$

$$z_e = 20 \text{ dientes}$$

- Altura de los dientes (h)

La altura de los dientes es 2,25 veces el módulo. Donde el módulo es la razón entre el paso y el número π . Siendo el paso de 8 mm según el fabricante:

$$h = 2,25 m$$

$$m = \frac{p}{\pi} = 2,55 \text{ mm}$$

$$h = 2,25 \times m = 5,74 \text{ mm}$$

- Determinación del ancho de correa:

Sustituyendo todos los valores calculados en la fórmula se obtiene:

$$b = \frac{C \cdot F}{p_{adm} \cdot z_e \cdot h}$$

$$b = 8,4 \text{ mm}$$

El siguiente ancho de correa que proporciona el fabricante es de 20 mm, valor suficientemente grande para cubrir el diámetro del tubo de formado de 11,45 mm.

$$\text{Ancho} = 20 \text{ mm}$$

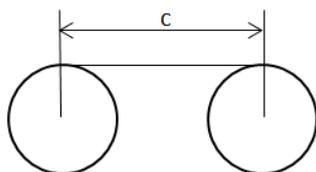
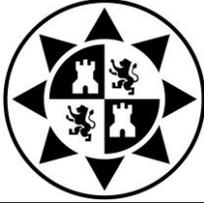


Figura 11. Distancia de separación de las poleas.



Para poleas iguales la longitud primitiva de la correa es:

$$Lw = c + 2 \times \frac{Lc}{2}$$

$$Lw = c + \pi D = 570 \text{ mm.} \longrightarrow Lw = 576 \text{ mm. Valor normalizado más próximo}$$

Siendo:

c = Distancia de separación de las poleas = 250 mm

Lc = Longitud primitiva de la polea

D = Diámetro primitivo de la polea = 101,86 mm

Longitud primitiva correa = 576 mm

Para este valor se calcula la distancia de separación de las poleas:

$$c = Lw - \pi D = 256 \text{ mm}$$

Separación poleas = 256 mm

10. Cálculos del eje de la polea

El eje de la polea se monta sobre un soporte de eje + rodamientos del proveedor FAG. El soporte que se emplea tendrá dos rodamientos rígidos de bolas, uno fijo y otro móvil para absorber las deformaciones axiales del eje. Se eligen rodamientos rígidos de bolas pues la carga radial que tienen que aguantar los rodamientos, como se comprueba más adelante, no es excesivamente grande como para tener que utilizar rodamientos cilíndricos, y, además no hay carga axial por lo que no es necesario utilizar un rodamiento de bolas de contacto angular. El eje de la polea que se va a calcular es el eje1:

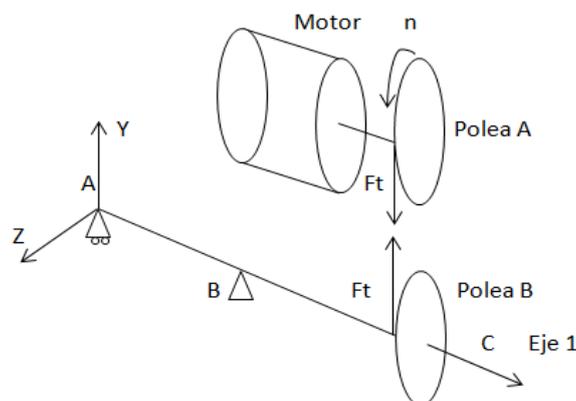
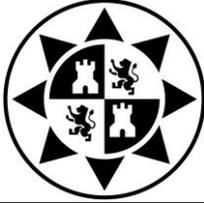
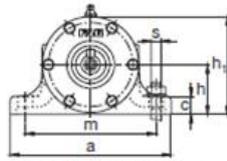


Figura 12. Conjunto de arrastre del plástico.

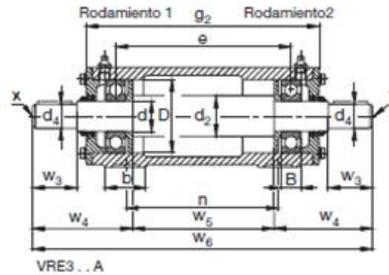


Se comprueba si el eje de menor diámetro que proporciona el fabricante dentro de estos soportes es capaz de aguantar a carga estática y dinámica. Las dimensiones del soporte de eje + rodamientos son:

Soportes FAG
no partidos · Serie VRE3
para rodamientos con agujero cilíndrico



ver pág. 658 y 659 para las secciones de los diseños D, E, F



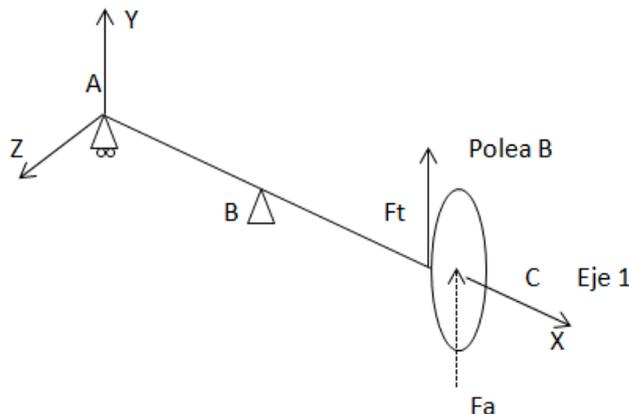
VRE3...A

Eje	Dimensiones														
d	D	B	d ₂	d ₄	w ₂	w ₃	w ₄	w ₅	w ₆	w ₇	e	g ₂	b	n*)	m
mm															
25	62	17	35	19	40	90,5	117	298	148	198	35	135	120		
a	c	h	h ₁	s	Unidad de rodamiento		Rodamiento 1	Rodamiento 2	Soporte		Eje completo		Peso ...		
mm					FAG	FAG	FAG	FAG	FAG	FAG	FAG	kg	Unidad		
155	16	45	87	M12	VRE305A	6305.C3	6305.C3	VR305A	VRW305A	5	7				

Figura 13. Dimensiones del soporte eje + rodamientos FAG.

Debido a la dificultad de establecer la tensión inicial por la separación de las poleas se aconseja trasladar la fuerza del ramal al eje mayorándola un 150 % según recomendaciones del libro: *“Elementos De Máquinas, Decker, Ed. Urmo.1979”*.

Las fuerzas que actúan sobre el eje son:



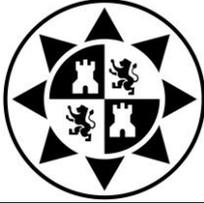
$$F_t = 510 \text{ N}$$

$$F_a = 1,5 F_t = 1,5 \times 510 \text{ N} = 765$$

$$\text{Distancia AB} = e = 148 \text{ mm}$$

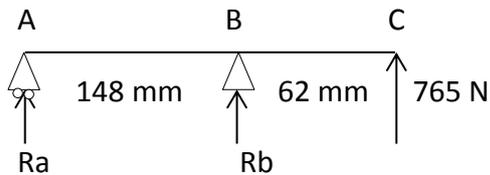
$$\text{Distancia BC} = w_4 - \frac{B}{2} - \frac{w_3}{2} = 62 \text{ mm}$$

Figura 14. Fuerzas sobre el eje 1



Plano XY

- **Figura 15.** Cálculo de reacciones en los apoyos



Aplicando el sumatorio de momentos en el apoyo B:

$$+\curvearrowright \Sigma M_B = 0 = R_a \times 0,148 \text{ m} - 765 \text{ N} \times 0,062 \text{ m}$$

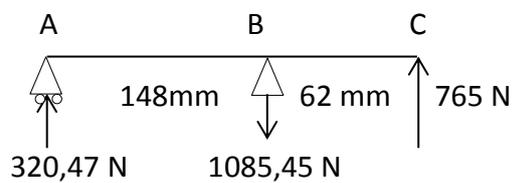
$$R_a = 320,47 \text{ N} \uparrow$$

Con el sumatorio de fuerzas verticales

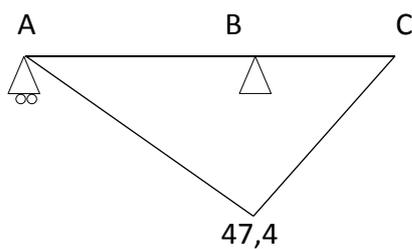
$$+\uparrow \Sigma F_Y = 0 = R_a + R_b + 765 \text{ N} = 0$$

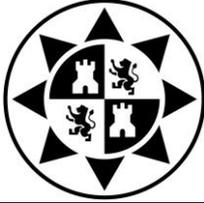
$$R_b = 1085,47 \text{ N} \downarrow$$

- **Diagrama de esfuerzos:**

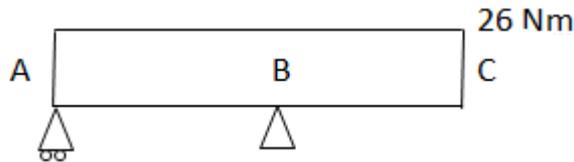


- **Figura 16.** Diagrama de flectores





- **Figura 17.** Diagrama de torsores (Nm)



El torsor que sufre el eje es debido a la oposición al giro que ofrece la tensión de banda del plástico.

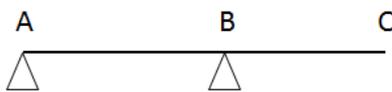
$$T = F_{banda} \times D = 26 \text{ Nm}$$

Siendo:

$$F_{banda} = 510 \text{ N}$$

$$D = \text{Diámetro primitivo} = 101,86 \text{ mm}$$

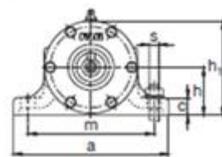
- **Figura 18.** Diagrama de axiles (N)



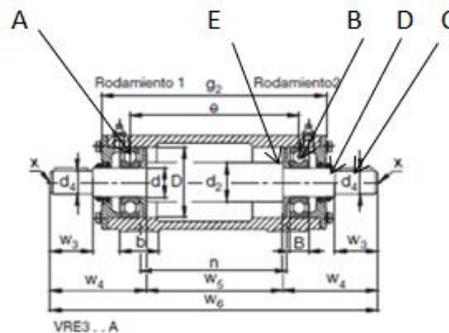
El eje no soporta fuerza axial

- Estudio de la sección crítica

Soportes FAG
no partidos - Serie VRE3
para rodamientos con agujero cilíndrico

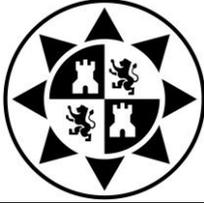


ver pág. 658 y 659 para las secciones de los diseños D, E, F



Eje	Dimensiones														
d	D	B	d ₂	d ₄	w ₂	w ₃	w ₄	w ₅	w ₆	w ₇	e	g ₂	b	n*)	m
mm															
25	62	17	35	19		40	90,5	117	298		148	198	35	135	120

Figura 19. Posibles secciones críticas.



Las posibles secciones críticas son:

- El punto de apoyo del rodamiento B donde el par es máximo.
- El punto D donde termina el diámetro “d” y empieza el diámetro “d4”, pues el diámetro es el más pequeño en el eje, hay cierto par y concentración de esfuerzos.
- El punto E, donde termina el diámetro “d2” y empieza el diámetro “d4”, ya que el par es grande y hay concentración de esfuerzos.

$$\text{Distancia DC} = \frac{w_3}{2} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Par en D: } M = 765 \times 0,02 = 15,3 \text{ Nm}$$

$$\text{Distancia AE} = e - \frac{B}{2} = 139,5 \text{ mm}$$

$$\text{Par en E: } M = 320,47 \times 0,1395 = 44,7 \text{ Nm}$$

A continuación se muestran los resultados del estudio de la determinación de la sección crítica, cuyo proceso de determinación se muestra después de la tabla:

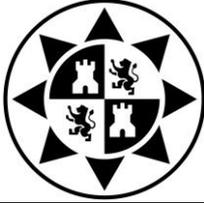
Punto	M Nm	T Nm	d mm	σ_x MPa	τ_{xy} MPa	k_t	k_{ts}	q	k_f	q_s	k_{fs}	$k_f \sigma_x$ MPa	$k_{fs} \tau_{xy}$ MPa	σ' MPa
B	47,4	26	25	30,9	8,5	-	-	-	-	-	-	30,9	8,5	34,2
E	44,7	26	25	29,1	8,5	1,4	1,25	0,82	1,33	0,97	1,24	38,7	10,54	42,8
D	15,3	26	19	22,7	19,3	1,47	1,3	0,79	1,37	0,95	1,285	31,1	24,8	53

Tabla 12. Estudio de las secciones críticas

Sección crítica en D

Procedimiento utilizado:

Las figuras y el procedimiento de cálculo se han extraído del libro: “*Diseño de elementos de Máquinas de Shigley*, Richard G. Budynas & J.Keith Nisbett. Ed. Mc. Graw Hill. Edición 2012”.



Para el cálculo de las tensiones normales y tangenciales en el eje se utilizan las fórmulas de perfiles circunferenciales.

$$\sigma_x = \frac{32 M}{\pi d^3}, \quad \tau_{xy} = \frac{16 T}{\pi d^3}$$

El factor de concentración de esfuerzos (k_t o k_{tS}) se calcula utilizando las tablas que relacionan el tipo de esfuerzo, con el perfil y la irregularidad.

Para secciones circulares con esfuerzos a flexión y cambios de sección se utiliza:

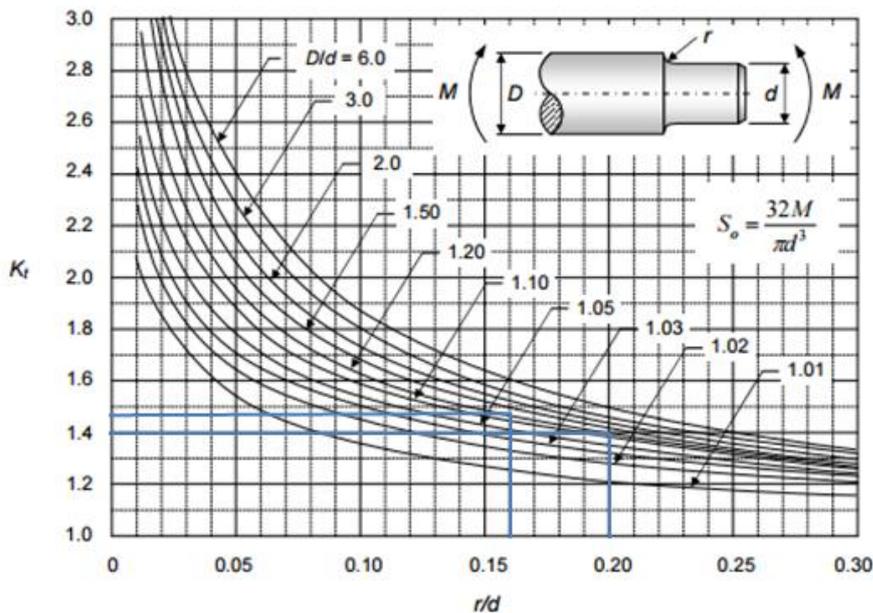


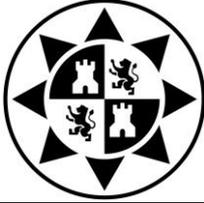
Figura 20. Factor de concentración de esfuerzos a flexión con cambios de sección en secciones circulares.

Para el punto E:

$$\left. \begin{array}{l} D = 35 \text{ mm} \\ d = 25 \text{ mm} \\ r = \frac{D-d}{2} = 5 \text{ mm} \\ r/d = 0,2 \\ D/d = 1,4 \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{Tabla}} k_t = 1,4$$

Para el punto D:

$$\left. \begin{array}{l} D = 25 \text{ mm} \\ d = 19 \text{ mm} \\ r = \frac{D-d}{2} = 3 \text{ mm} \\ r/d = 0,16 \\ D/d = 1,3 \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{Tabla}} k_t = 1,47$$



Para ejes circulares con cambios de sección y sometidos a torsión se utiliza:

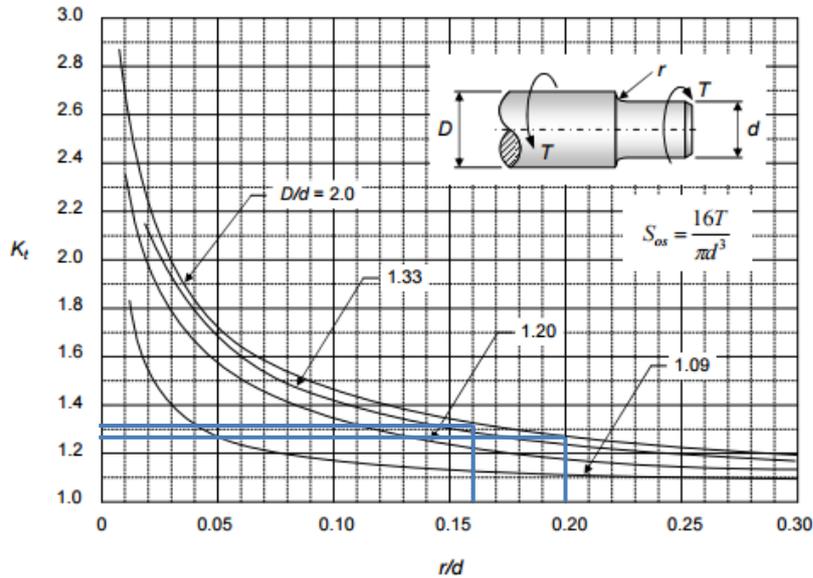


Figura 21. Factor de concentración de esfuerzos a torsión con cambios de sección en secciones circulares.

Para el punto E:

$$\left. \begin{array}{l} r/d = 0,2 \\ D/d = 1,4 \end{array} \right\} \text{Tabla} \rightarrow k_{ts} = 1,25$$

Para el punto D:

$$\left. \begin{array}{l} r/d = 0,16 \\ D/d = 1,3 \end{array} \right\} \text{Tabla} \rightarrow k_{ts} = 1,3$$

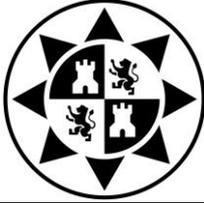
El factor de esfuerzos varios tiene en cuenta la sensibilidad a la muesca de un determinado material frente a la concentración de esfuerzos, ya que los materiales dúctiles presentan una menor sensibilidad debido a la plastificación que los materiales frágiles.

Para esfuerzos a flexión el factor de esfuerzos varios es:

$$k_f = 1 + q (k_t - 1)$$

En esfuerzos a torsión el factor de esfuerzos varios se calcula:

$$k_{fs} = 1 + q_s (k_{ts} - 1)$$



La sensibilidad a la muesca (q o q_s) se calcula con las tablas que relacionan el tipo de esfuerzo con la dureza del material y el radio de la muesca.

Para esfuerzos a flexión:

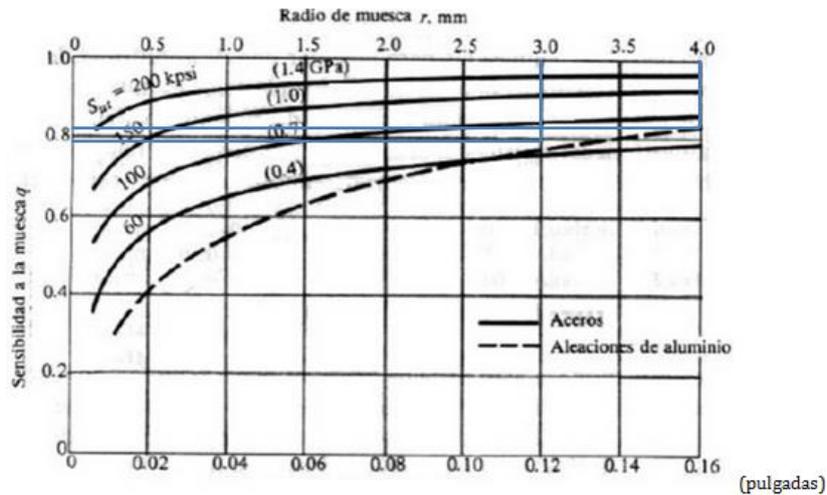


Figura 22. Sensibilidad a la muesca en esfuerzos a flexión

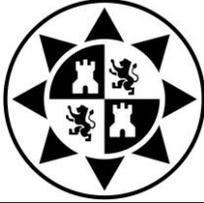
El material del eje es un acero AISI 1045 con una resistencia última (S_{ut}) de 565MPa.

Para el punto E:

$$\left. \begin{array}{l} S_{ut} = 565 \text{ Mpa} \\ r = 5 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{Tabla} \rightarrow q = 0,82$$
$$k_f = 1 + q (k_t - 1) = 1 + 0,82 (1,4 - 1)$$
$$k_f = 1,33$$

Para el punto D:

$$\left. \begin{array}{l} r = 3 \text{ mm} \\ S_{ut} = 0,565 \text{ GPa} \end{array} \right\} \text{Tabla} \rightarrow q = 0,79$$
$$k_f = 1 + q (k_t - 1) = 1 + 0,79 (1,47 - 1)$$
$$k_f = 1,37$$



Para esfuerzos a torsión:

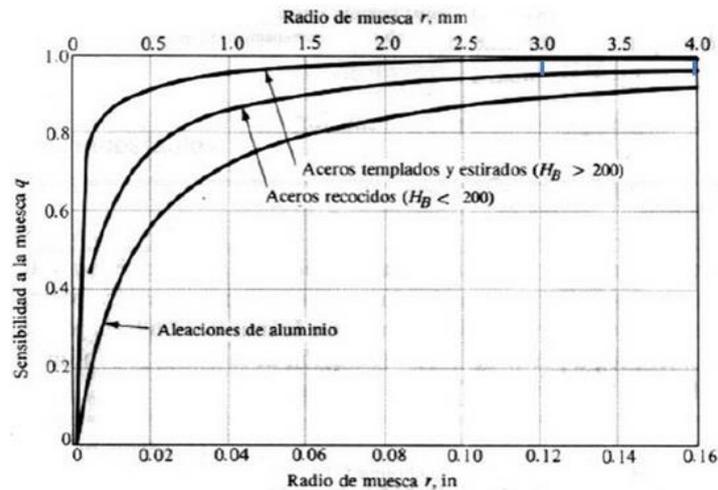


Figura 23. Sensibilidad a la muesca en esfuerzos a torsión

La dureza del acero AISI 1045 es de 163 HB

Para el punto E:

$$\left. \begin{array}{l} 163 \text{ HB} \\ r = 5 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{Tabla} \rightarrow q_s = 0,97$$

$$k_{fS} = 1 + q_s (k_{ts} - 1) = 1 + 0,97 (1,25 - 1)$$

$$k_{fS} = 1,24$$

Para el punto D:

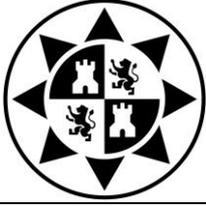
$$\left. \begin{array}{l} r = 3 \text{ mm} \\ 163 \text{ HB} \end{array} \right\} \text{Tabla} \rightarrow q_s = 0,95$$

$$k_{fS} = 1 + q_s (k_{ts} - 1) = 1 + 0,95 (1,3 - 1)$$

$$k_{fS} = 1,285$$

- Cálculo de la tensión de Von Misses:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$$



- Factor de seguridad frente a carga estática

Aplicando la teórica de Mohr-Coulomb para materiales dúctiles en la sección D se obtiene:

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{310}{53} = 5,8. \text{ El eje no falla bajo carga estática}$$

Siendo:

$S_y = 310 \text{ MPa}$ (límite de fluencia del acero AISI 1045)

- Estudio del eje a fatiga

Para obtener si el eje tiene vida infinita a fatiga hay que determinar el coeficiente de seguridad. Utilizando el criterio de fallo de Goodman modificado se obtiene:

$$n = \frac{1}{\frac{\sigma_a'}{S_e} + \frac{\sigma_m'}{S_{ut}}}$$

Siendo:

σ_a' = Tensión alterna (MPa)

σ_m' = Tensión media (Mpa)

k_f = Factor de esfuerzos varios para cargas a flexión

k_{fs} = Factor de esfuerzos varios para cargas a torsión

S_e = Límite de resistencia a la fatiga corregido (MPa)

S_{ut} = Resistencia última (MPa)

El flector que actúa sobre el eje produce una carga cíclica, pues en el giro del eje debido a la flexión un mismo punto recibe en cada ciclo una tracción y una compresión de valor igual a la tensión aplicada. Por otro lado existe una tensión media que se aplica de forma constante al eje que es la debida a la torsión.

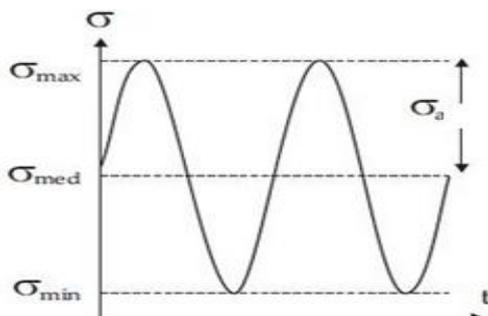
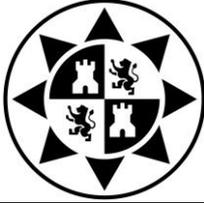


Figura 24.
Esfuerzos a fatiga del eje



Por tanto el valor de la tensión alternante es:

$$\sigma_a' = \sqrt{kf \sigma_a^2 + 3(k_{fs} \tau_a)^2} = 31,1 \text{ MPa}$$

Donde $kf \sigma_a$ es el valor de la tensión debida a la flexión alterna que corresponde con el valor que se encuentra en la tabla. El término $k_{fs} \tau_a$ corresponde al valor alternante del esfuerzo tangencial, que es nulo pues el torsor actúa de forma constante.

El valor de la tensión media es:

$$\sigma_m' = \sqrt{kf \sigma_m^2 + 3(k_{fs} \tau_m)^2} = 42,95 \text{ MPa}$$

Donde $k_{fs} \tau_m$ es el valor de la tensión media de la tensión tangencial que aparece en la tabla. El término $kf \sigma_m$ corresponde al valor de la tensión media normal, que es nula pues es alterna.

El límite de resistencia a la fatiga (Se') es un valor experimental que mide la tensión aplicada por debajo de la cual se tiene vida infinita. Para el caso de los aceros se ha comprobado que se puede calcular de la siguiente forma:

$$Se' = \begin{cases} 0,5 Sut & Sut \leq 1400 \text{ MPa} \\ 700 \text{ MPa} & Sut > 1400 \text{ MPa} \end{cases}$$

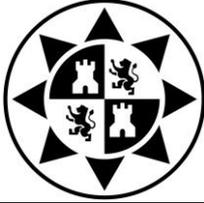
Para el acero del eje de 565 MPa se obtiene que:

$$Se' = 0,5 Sut = 282,5 \text{ MPa}$$

Este valor de límite de resistencia a la fatiga no tiene en cuenta las condiciones propias de operación del eje, por lo que en la práctica se utiliza el límite de resistencia a la fatiga corregido:

$$Se = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot Se'$$

Siendo: Se = Límite de resistencia a la fatiga corregido, k_a = factor de superficie, k_b = factor de tamaño, k_c = factor de carga, k_d = factor de temperatura, Se' = límite de resistencia a la fatiga.



- Factor de superficie (k_a)

El factor de superficie tiene en cuenta como la rugosidad de la misma afecta negativamente a la resistencia a la fatiga.

Factor de superficie k_a $k_a = aS_{ut}^b$

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S_{ut} kpsi	S_{ut} MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

De C. J. Nell y C. Lipson, "Allowable Working Stresses", en *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3, núm. 2, 1946, p. 29. Reproducida por O. J. Horgan (ed.), *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, Nueva York. Copyright © 1953 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.

Figura 25.
Factor de superficie k_a

El eje es de acero AISI 1045 que tiene una resistencia última de 565 MPa y ha sido mecanizado según especificaciones del fabricante, por los factores a y b quedan:

$$\left. \begin{array}{l} a = 4,51 \\ b = -0,265 \\ S_{ut} = 565 \text{ MPa} \end{array} \right\} \boxed{k_a = 0,84}$$

- Factor de tamaño (k_b)

El tamaño del eje es inversamente proporcional al límite de resistencia a la fatiga:

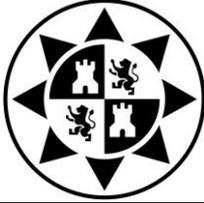
$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

Figura 26.
Factor de tamaño k_b

Siendo el diámetro del eje es de 25 mm se obtiene:

$k_b = 1,24 d^{-0,107}$, pues $2,79 \leq d \leq 51 \text{ mm}$

$k_b = 0,88$



- Factor de carga (k_c)

Este factor mide el daño a fatiga que produce cada tipo de carga:

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión}^{17} \end{cases}$$

Figura 27.
Factor de carga k_c

Como la carga es de flexión:

$$k_c = 1$$

- Factor de temperatura (k_d)

La siguiente tabla muestra la evolución de la vida a fatiga con la temperatura:

Temperatura, °C	S_t/S_{RT}	Temperatura, °F	S_t/S_{RT}
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1 000	0.698
550	0.672	1 100	0.567
600	0.549		

Figura 28
Factor de temperatura k_d

Donde S_t/S_{RT} muestra el cociente entre la vida a fatiga a temperatura ambiente y la vida a fatiga a la temperatura de servicio.

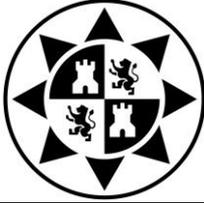
Suponiendo que la termoselladora se instala en lugares con temperatura ambiente:

$$k_d = 1$$

Una vez que se ha obtenido todos los factores se calcula el límite de resistencia a la fatiga corregido:

$$S_e = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot S_e' = 0,84 \cdot 0,88 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 282,5 \text{ MPa}$$

$$S_e = 208,824 \text{ MPa}$$



Por último se comprueba si el eje tiene vida infinita:

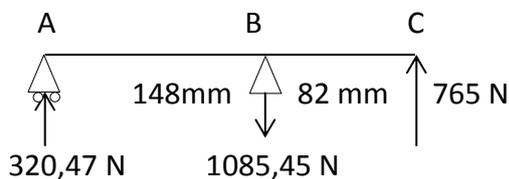
$$n = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}}} = \frac{1}{\frac{31,1}{208,8} + \frac{42,95}{565}} = 4,45$$

$n = 4,45 \rightarrow$ Tiene vida infinita

11. Cálculo de los rodamientos

Los rodamientos empleados en el acople de eje y rodamientos que proporciona el proveedor FAG son rígidos de bolas 6305 C3 (ver justificación en el apartado 10). Para ver si la selección ha sido adecuada se calcula la vida que tienen estos rodamientos y se comprueba si cumplen las recomendaciones del fabricante.

Las reacciones de los rodamientos ya se han calculado en el apartado del cálculo del eje 1 y son las siguientes:



$$F_{ra} = 320,47 \text{ N} \uparrow$$
$$F_{rb} = 1085,45 \text{ N} \downarrow$$

Los rodamientos deben calcularse a carga dinámica según indicaciones del fabricante, pues la velocidad de rotación es superior a 10 rpm.

La fórmula de la carga dinámica equivalente es:

$$P = X Fr + Y Fa$$

Siendo:

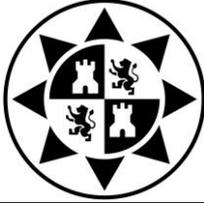
P: Carga dinámica equivalente (N)

Fr: Fuerza radial (N)

Fa: Fuerza axial (N)

X: Factor radial

Y: Factor axial



Al crecer la carga axial los rodamientos rígidos de bolas aumentan su ángulo de contacto, variando la parte de la carga dinámica equivalente que absorbe el rodamiento debido a la fuerza radial (X) y a la fuerza axial (Y). Debido a que no existe fuerza axial en el eje toda la carga dinámica que tiene es provocada por la fuerza radial.

De esta forma la carga dinámica equivalente para cada rodamiento es:

- Rodamiento A:

$$P = F_{R,A} = 320,47 \text{ N}$$

- Rodamiento B:

$$P = F_{R,B} = 1085,45 \text{ N}$$

No es necesario comprobar el rodamiento A, pues es el mismo que el B y tiene menor carga dinámica equivalente.

El factor dinámico es una forma de estimar la duración del rodamiento:

$$f_1 = \sqrt[p]{\frac{Lh}{500}}$$

Dónde:

f_1 = factor dinámico

Lh = Duración en horas

p = exponente que tiene un valor de 3 para rodamientos de bolas y 10/3 para rodamiento de rodillos

Para calcular el factor dinámico se emplea la siguiente fórmula:

$$f_1 = \frac{C}{P} \cdot f_n$$

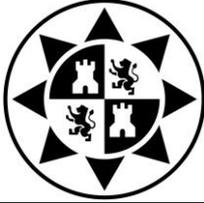
Siendo:

f_1 : factor dinámico

f_n : factor de velocidad

C: Capacidad de carga dinámica (KN)

P: Carga dinámica equivalente



El rodamiento rígido de bolas 6305 C3 tiene según el fabricante una capacidad de carga dinámica de:

$$C = 22,4 \text{ KN}$$

El factor de velocidad determina la influencia de la velocidad de rotación en el rodamiento:

$$f_n = \sqrt[p]{\frac{33^{1/3}}{n}}$$

Siendo la velocidad máxima de rotación de 59,7 rpm y el exponente p igual a 3 para rodamientos de bolas:

$$f_n = 0,38$$

Por lo tanto f_l es:

$$f_l = \frac{C}{P} \cdot f_n \longrightarrow f_l = \frac{22,4 \text{ KN}}{1,09 \text{ KN}} \cdot 0,38 = 7,8$$

La aplicación del rodamiento según recomendaciones del fabricante se puede considerar una transmisión universal, que según la siguiente tabla tiene un factor dinámico (f_l) típico de:

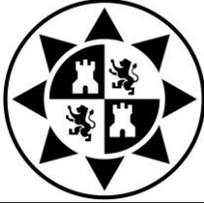
$$f_l = 2 \dots 3$$

Valores de orientación para f_l y valores usuales de cálculo

Lugar de aplicación	Valor f_l que debe alcanzarse	Valores usuales de cálculo
Máquinas para trabajar la madera		
Husillos de tupis y ejes portacuchillas	3 ... 4	Fuerzas de corte y de accionamiento; velocidad nominal
Rodamiento principal de sierras de bastidor	3,5 ... 4	Fuerzas máxicas; velocidad nominal
Rodamiento de la biela de sierras de bastidor	2,5 ... 3	Fuerzas máxicas; velocidad nominal
Sierras circulares	2 ... 3	Fuerza de corte y accionamiento; velocidad nominal
Transmisiones de maquinaria en general		
Transmisiones universales	2 ... 3	Potencia nominal; velocidad nominal
Motoreductores	2 ... 3	Potencia nominal; velocidad nominal
Grandes transmisiones estacionarias	3 ... 4,5	Potencia nominal; velocidad nominal

Figura 29. Valores orientativos del factor dinámico en distintas aplicaciones

$f_l > f_{l,típico}$. Selección del rodamiento adecuada. Vida infinita



Determinación de la duración en horas:

$$f_l = \sqrt[p]{\frac{Lh}{500}}$$

Despejando Lh se obtiene:

$$Lh = f_l^p \times 500$$

Despejando:

P = 3 Para rodamientos de bolas

$$f_l = 7,8$$

Lh = 237276 horas. Vida infinita

12. Dimensiones del eje expansible

El par máximo se entrega cuando la bobina está recién instalada, pues el diámetro es mayor y además, la tensión de la banda es máxima.

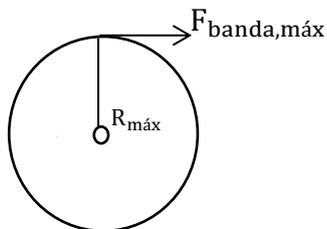


Figura 30. Fuerza de banda máxima

$$T_{\text{máximo}} = F_{\text{banda,máx}} \times R_{\text{máx}} = 145,4 \text{ Nm} = 14,54 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

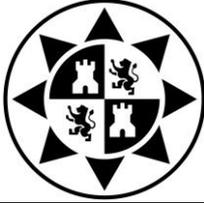
Siendo:

$T_{\text{máximo}}$: El par máximo en N/m

$F_{\text{banda,máx}}$: Fuerza máxima de la banda (510 N)

$R_{\text{máx}}$: Radio máximo de la bobina (0,285 m)

Para una bobina con un diámetro interno del canuto de 76,2 se selecciona el eje expansible de 75 mm de diámetro de la empresa RCC. Industrial Solutions que aparece en el recuadro azul.



Características Técnicas del Eje Expansible

Diámetro de los ejes expansibles	69	75	148
Diámetro Interno del canuto	70	76,2	150 ó 152,4
Número de listones	6	6	12
Longitud máxima de expansión	T-100 (1)	T-100 (1)	T-100 (1)
Expansión diametral máxima	75	81	155
Peso promedio longitudinal [kg/m]*	5,6	7,5	10,6
Par transmitido [Kq mt]	61	65	220

Figura 31. Selección del eje expansible

Como se puede observar el par máximo que es capaz de transmitir el eje (65 Kg·m) es superior al que se transmite (14,54 Kg·m) por lo que la selección es válida.

13. Cálculos del freno de polvo electromagnético

Para la selección del freno electromagnético es necesario calcular los parámetros que indica el fabricante en el catálogo:

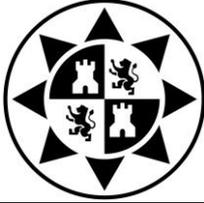
- Par máximo = 145,4 Nm (apartado anterior)
- Par mínimo: El par mínimo se produce cuando el diámetro de la bobina es mínimo porque se encuentra desgastada y cuando la fuerza de tracción es mínima:
 - Diámetro mínimo: Corresponde al momento en el que queda la última capa de plástico en el mandril, por lo que se aproxima al diámetro de este:

$$D_{\min} = 76,2 \text{ mm}$$

- Fuerza: Según la Sociedad de Ingenieros Plásticos la fuerza de tracción mínima que debe tener la película del plástico utilizado es de: $F_{\min} = 255 \text{ N}$

El par mínimo queda:

$$T_{\min} = F_{\min} \times D_{\min} = 19,4 \text{ Nm}$$



- Velocidad de giro máxima: Se produce cuando se forma la bolsa más grande (bolsa de 1,5 Kg), pues la velocidad lineal es mayor y cuando el diámetro de la bobina es mínimo:

La velocidad de banda máxima es de 312,5 mm/s según el apartado X.

$$n_{\max} = \frac{60 v_{\max}}{\pi \times D_{\min}} = 78,3 \text{ rpm}$$

- Potencia de pérdidas: Es la máxima potencia de pérdidas que es capaz de producir el freno. Se produce cuando la tensión y la velocidad de banda son máximas:

$$P = F_{\max} \cdot v_{\max} = 159,4 \text{ W}$$

Siendo:

$$F_{\max} = 510 \text{ N (según la SPE)}$$

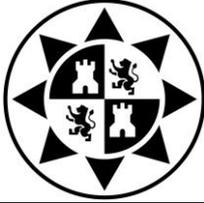
$$v_{\max} = 312,5 \text{ mm/s}$$

Con todos estos parámetros se selecciona el modelo del freno de polvos magnéticos según el catálogo del fabricante:

ELB	035.	065.	120.	170
Momento de frenado máx.	35 Nm	65 Nm	120 Nm	170 Nm
Momento residual	0,4 Nm	0,4 Nm	0,6 Nm	0,7 Nm
Tensión de trabajo	24 V	24 V	24 V	24 V
Potencia consumida	0,9 A	0,95 A	1,8 A	1,8 A
Resistencia de la bobina a 20 °C	20 ohmios	24 ohmios	11 ohmios	11 ohmios
Potencia pérdida				
Sólo freno	150 W	200 W	400 W	500 W
Freno con aletas refrigeradoras	280 W	400 W	800 W	1000 W
Freno con ventilador	600 W	600 W	1600 W	2000 W
Revoluciones máx.	3000 rpm	3000 rpm	3000 rpm	3000 rpm
Peso	4,3 (6,4/7,3) kg	6,5 (8,8/9,8) kg	18 (23/24) kg	24 (28/30) kg
Tensión de servicio del ventilador	24 V	24 V	24 V	24 V
Modificaciones técnicas reservadas				

Figura 32. Selección del eje expansible

El modelo elegido es el ELB 170. Pues es el único que es capaz de proporcionar el par máximo de frenado (145,4 Nm) y además cumple con el par mínimo, la velocidad máxima y potencia de pérdidas que necesita el freno.



14. Selección del cilindro sensor

Con el valor de la fuerza de la banda que tiene el plástico se selecciona un cilindro sensor de acuerdo con la tabla de selección del catálogo del fabricante.

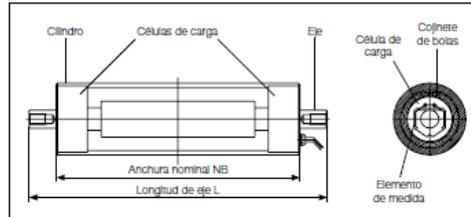


Tabla de selección cilindro sensor PD 30

Modelo	∅ Cilindro (mm)	NB min (mm)	NB max (mm)	L min (mm)	∅ Eje (mm)	Rosca	Fuerza de medición nominal F_N^N del cilindro (kN)
PD 3008	80	300	1200	NB + 10	20	M12	0,4
PD 3010	100	300	1800	NB + 10	20	M12	0,6
PD 3012	120	400	2500	NB + 10	20	M12	0,6
PD 3016	160	600	3000	NB + 10	40	M16	1,2
PD 3020	200	600	3200	NB + 10	40	M16	1,2

Tabla de selección superficie del cilindro

Índice	Superficie	Dureza HV (μm)	Rugosidad nominal RA (μm)
01	desnuda		3,2
03	chorreada fina y anodizado duro	450	6,3
04	anodizado duro	450	3,2
92	estriada y desnuda		3,2
96	estriada y anodizado duro	450	3,2

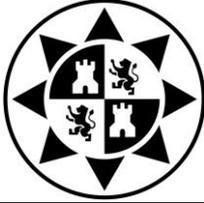
Son posibles otras superficies sobre demanda

Figura 33. Selección del cilindro sensor.

El primer factor a tener en cuenta en la selección del cilindro es que sea capaz de albergar el ancho del plástico (400 mm). Como se observa en la primera tabla de selección todos los modelos son capaces de cubrir el ancho requerido. El cilindro tendrá un ancho nominal de 600 mm, para que sea capaz de compensar pequeñas desalineaciones del plástico.

Seguidamente, se selecciona un cilindro que sea capaz de medir la tensión de la banda (510 N) observando la fuerza de medición nominal de los modelos.

Se realiza una primera iteración con el cilindro 3010, pues es el primero en ser capaz de medir la tensión de la banda.



El valor de la fuerza de medición nominal corresponde a la tensión máxima de medición que tiene el sensor.

Según el proveedor los transductores son capaces de aguantar una fuerza del 1,2 de la fuerza de medición nominal sin sufrir modificaciones en sus propiedades:

$$F_{\text{uso}} = 1,2 F_{\text{nominal}} = 720 \text{ N}$$

Siendo:

$$F_{\text{nominal}} = 600 \text{ N (especificada por el fabricante)}$$

Además se indica que el cilindro es capaz de aguantar hasta 10 veces la fuerza nominal sin sufrir ningún daño:

$$F_{\text{límite}} = 10 \times F_{\text{nominal}} = 6000 \text{ N}$$

El sistema de transporte de plástico está diseñado para soportar una tensión de banda de 510 N, no obstante es muy importante que debido a malas prácticas no se supere el valor de rotura de los transductores de fuerza (720 N). Por lo tanto el coeficiente de seguridad queda:

$$\eta = \frac{F_{\text{uso}}}{F_{\text{banda}}} = 1,4$$

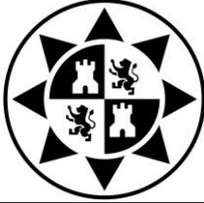
Por último se debe seleccionar la superficie exterior del cilindro. Dado que no es necesario características especiales de dureza o resistencia a la corrosión se elige una superficie desnuda y sin estrías que puedan dañar el plástico.

Pedido: PD 3010-01 con ancho nominal de 600 mm.

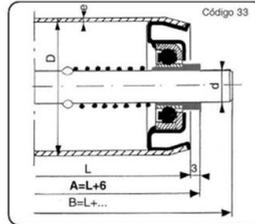
15. Selección de los rodillos de transporte.

La carga que deben de soportar es igual a la tensión máxima de la banda (510 N). De acuerdo con este valor se seleccionan unos rodillos con el catálogo que proporciona la empresa Rolac.

Al igual que con el cilindro sensor se elige una longitud de 600 mm, capaz de albergar el ancho del plástico (400) y compensar posibles movimientos axiales.



Se selecciona el rodillo de diámetro del cilindro de 50 mm con un diámetro del eje de 14 mm.



Cargas máximas admisibles (Kg) / Peso (Kg) / L máximas aconsejadas																	
D	d	L	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
50x1,5	12		100	100	100	100	75	68	56	48	42	38	35	32	29	27	25
			0.46	0.73	0.99	1.26	1.53	1.80	1.98	2.33	2.64	2.87	3.14	3.40	3.67	3.90	4.21
60x1,5	14		120	120	120	120	95	85	70	60	53	48	44	40	37	34	32
			0.49	0.79	1.08	1.38	1.68	1.98	2.19	2.57	2.91	3.17	3.47	3.76	4.06	4.32	4.66
60x1,5	12		120	120	120	120	95	85	70	60	53	48	44	40	37	34	32
			0.55	0.77	1.15	1.46	1.76	2.07	2.37	2.68	2.98	3.29	3.59	3.90	4.20	4.51	4.81
60x1,5	14		150	150	150	150	95	97	84	74	67	62	55	51	47	44	40
			0.58	0.83	1.24	1.58	1.91	2.25	2.58	2.92	3.25	3.59	3.92	4.26	4.59	4.93	5.26

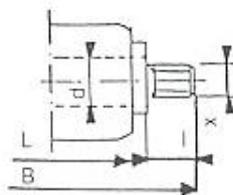
Figura 34. Selección de los cilindros de transporte

El coeficiente de seguridad del cilindro es:

$$\eta = \frac{F_{\text{máxima}}}{F_{\text{banda}}} = \frac{850 \text{ N}}{510 \text{ N}} = 1,6$$

Dentro de las múltiples opciones de extremo de eje que suministra el fabricante se selecciona un roscado exterior para el ajuste con las paredes de la estructura:

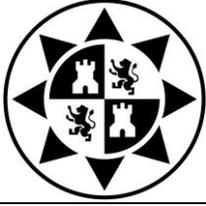
E = Roscado exterior



Medidas estándar para rodillos libres

d	10	12	14	15	20	25	30	35
x	8	8	10	12	16	20	20	27
l	12	17	17	17	22	27	27	32
B=	L	L	L	L	L	L	L	L
	+30	+40	+40	+40	+50	+60	+60	+70

Figura 35. Roscado de los cilindros de transporte



16. Cálculo estructural

En función de cómo van colocados los elementos en la máquina se estima la forma básica que debe tener la estructura (Ver planos).

Figura 36. Termoselladora

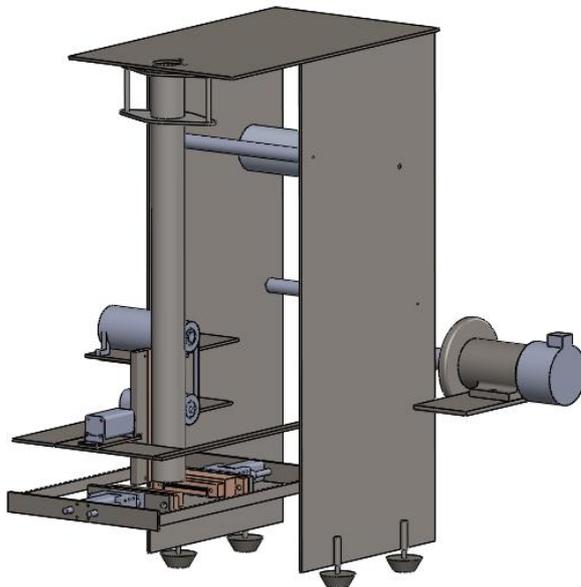
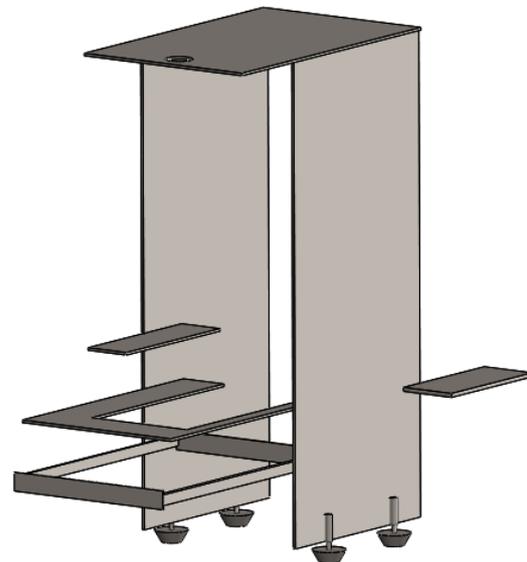


Figura 37. Estructura



Con ayuda del programa SolidWorks se introducen las cargas debidas al peso de los componentes mecánicos que soporta la estructura incluyendo el peso propio de ésta.

El peso de cada componente es conocido, ya sea porque el fabricante lo proporciona o porque es posible determinarlo con la densidad del material y la geometría de la pieza. El programa de diseño utilizado tiene una base de datos con las densidades de los materiales y otras propiedades. Además, calcula el volumen de la pieza modelada y lo multiplica por la densidad, con lo que se obtiene el peso.



En la tabla siguiente se listan todas las piezas de la máquina con los pesos de las mismas y su fuente de origen:

Elemento	Peso (Kg)	Fuente de origen
Soporte de seguridad eje expansible	74	Software
Eje expansible	10,4	Fabricante
Bobina	80,6	Fabricante
Freno magnético	24	Fabricante
Cilindro manutención	1,98 x 2	Fabricante
Cilindro sensor	3,3	Fabricante
Tubo de formado	38,46	Software
Motor	24	Fabricante
Soporte Motor	4,82	Software
Polea	1x2	Fabricante
Conjunto eje-rodamientos	4	Fabricante
Soporte Conjunto Eje-Rodamientos	3,4	Software
Unidad Sellado Longitudinal	7,22	Software
Pistón Sellado Longitudinal	2,37	Fabricante
Soporte Pistón Sellado Longitudinal	1,6	Software
Mordaza sin cuchilla	12,71	Software
Soporte sellado transversal	4,74	Software
Guía de vástago	3,06 x 2	Software
Pistón Sellado Transversal	2,26	Fabricante
Mordaza con cuchilla	18,14	Software
Pistón Cuchilla	0,55	Fabricante
Cuchilla	0,45	Software
Peso Total	333,82	

Tabla 19. Peso de los componentes de la máquina



A continuación se presentan los resultados de los grosores de las chapas para obtener una estructura que resista el peso de los componentes y el suyo propio (ver el procedimiento utilizado para detalles de cálculo).

Elemento	Grosor	Peso (Kg)
Plancha Longitudinal Máquina	5	10,9 x 2
Plancha Techo	5	32,63
Plancha Soporte Conjunto Eje Expansible	10	13,1
Plancha Motor	5	4,82
Plancha Conjunto Eje-Rodamientos	5	18,61
Plancha Pistón Sellado Longitudinal	5	9,07
Plancha Pistón Sellado Transversal	8	3,42
Plancha Conexión Pistón Sellado Transversal	5	3,12 x 2
Peso Total		91,08

Tabla 20. Peso de la estructura

Sumando el peso de los componentes de la máquina y el de la estructura se obtiene:

PESO TOTAL MÁQUINA = 424,9 Kg

Se selecciona un soporte de pie de amortiguación que sea capaz de absorber las vibraciones de la máquina. De acuerdo con el peso total de la termoselladora se selecciona el soporte nº 3 de la empresa Egaña que tiene una carga de funcionamiento de entre 400 y 800 Kg.

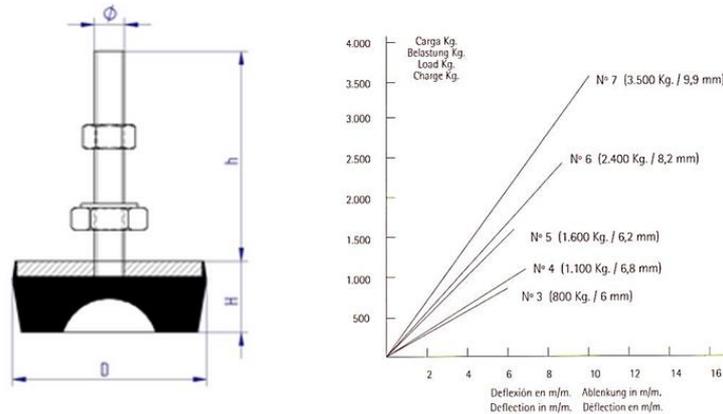
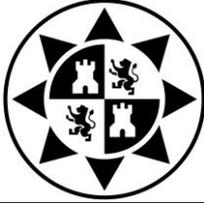


Figura 38. Soporte Pie de Máquina

Para el peso de la máquina (424,9 Kg) la deflexión que sufre el soporte es de 4 mm aproximadamente.

- Procedimiento utilizado

El primer paso es colocar los pies de la máquina sobre la estructura. Se introduce un apoyo elástico con una deflexión de 4 mm.

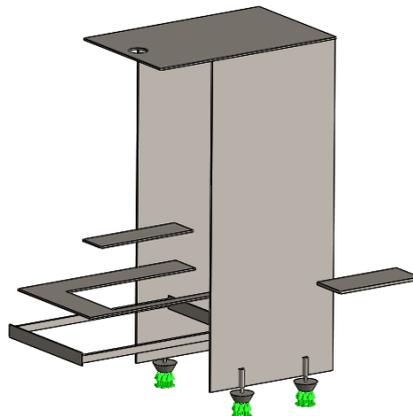
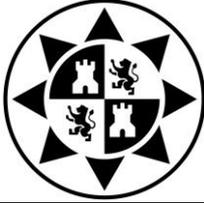


Figura 39. Colocación de los apoyos



A continuación se van introduciendo las cargas en la estructura:

- Plancha Conjunto Eje Expansible:

Sobre esta plancha se introduce el peso del soporte de seguridad del eje expansible, el del freno y el del peso propio de la plancha como una carga distribuida:

$$\text{Peso total} = 74 \text{ Kg} + 24 \text{ Kg} + 13,1 \text{ Kg} = 101,1 \text{ Kg}$$

Además se introduce el peso de la bobina y el del eje expansible como una carga remota en el punto medio del eje:

$$\text{Peso total} = 80,6 + 10,4 = 100 \text{ Kg}$$

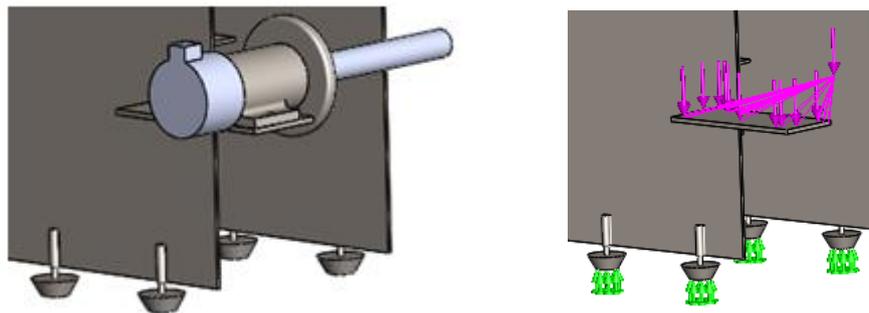


Figura 40. Cargas en la plancha del conjunto eje expansible

- Conjunto Plancha Techo y Plancha Sellado Longitudinal

Se introduce sobre la Plancha Techo su peso propio como una carga distribuida. Sobre el centro del agujero se aplica el peso del tubo de formado como una carga remota. En las planchas longitudinales se introducen sus pesos propios.

$$\text{Peso Plancha Techo} = 32,63 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso Tubo de Formado} = 38,46 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso Plancha Longitudinal} = 10,9 \text{ Kg}$$

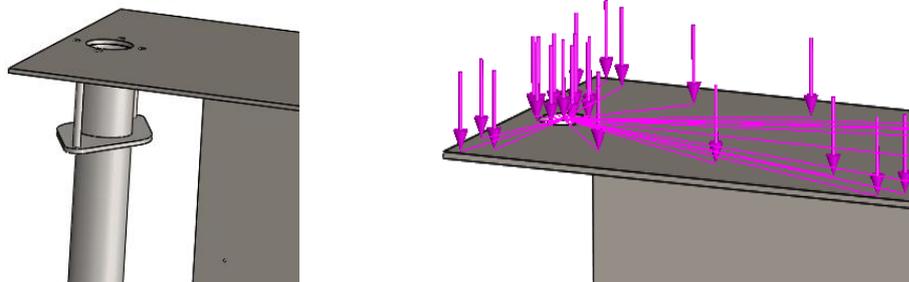
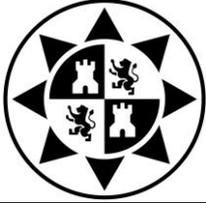


Figura 41. Cargas en la plancha del techo

- Conjunto de planchas delanteras

Siguiendo esta metodología se aplican los pesos que actúan directamente sobre las planchas como cargas distribuidas y las que se sitúan fuera de la estructura se colocan como cargas remotas. Así las cargas remotas que actúan sobre la parte delantera de la máquina son: la carga de las poleas sobre el soporte motor y el soporte del conjunto eje-rodamientos, la unidad de sellado longitudinal sobre la plancha del pistón de sellado longitudinal y el conjunto de las mordazas de sellado transversal sobre las planchas del pistón de sellado transversal.

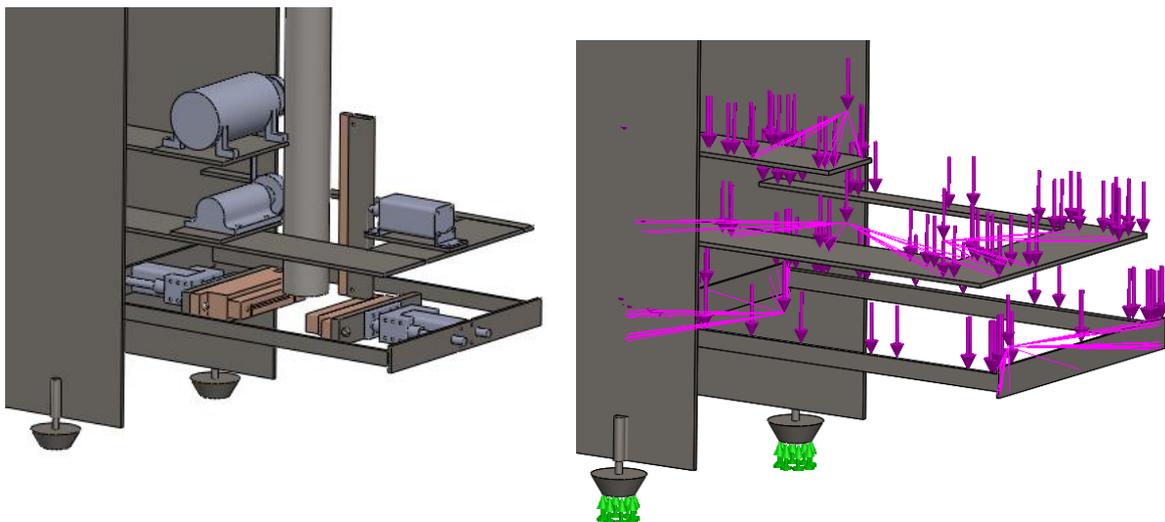
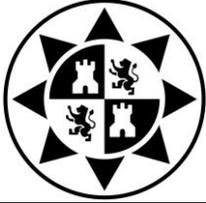


Figura 42. Cargas en la parte delantera de la máquina



De esta forma se consigue el modelado completo de las cargas sobre la estructura:

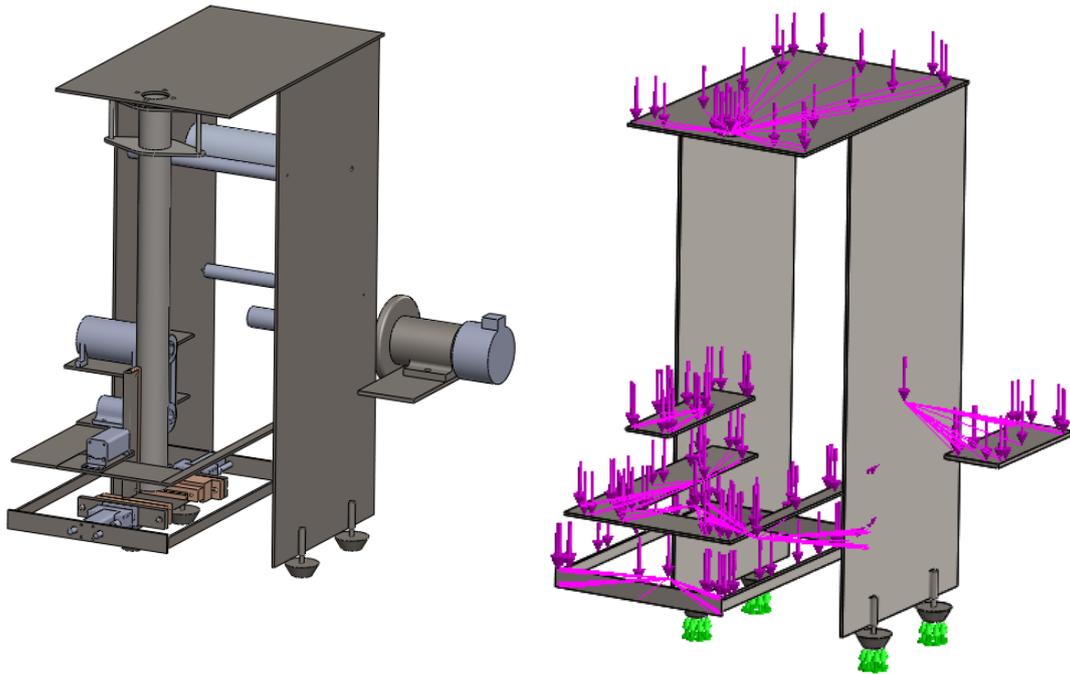


Figura 43. Cargas en la máquina.

El software es capaz de hacer un mallado completo de la estructura y calcular la tensión equivalente en cada punto de esta.

La tensión equivalente en cada punto de las chapas va a venir definida por la tensión de Von Mises:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

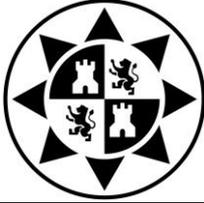
Donde:

σ = Tensión normal (MPa)

τ = Tensión tangencial (MPa)

Siendo la tensión normal:

$$\sigma = \frac{N}{A} - \frac{M_z y}{I_z} + \frac{M_y z}{I_y}$$



El primer término es la tensión normal debida al axil, que es igual al cociente entre la fuerza de tracción o compresión (positiva o negativa respectivamente) y la sección transversal (ancho x espesor)

El segundo y el tercer término corresponden a las tensiones debidas a las fuerzas de flexión en los ejes z e y. Sabiendo que las chapas son de sección rectangular de ancho b y espesor c:

$$y = c/2 \quad (\text{Distancia a la línea neutra con respecto al eje y en mm})$$

$$I_z = \frac{1}{12} bc^3 \quad (\text{Momento de inercia con respecto al eje z en mm}^3)$$

$$z = b/2 \quad (\text{Distancia a la línea neutra con respecto al eje z en mm})$$

$$I_y = \frac{1}{12} cb^3 \quad (\text{Momento de inercia con respecto al eje y en mm}^3)$$

El flector en el eje Z (M_z) va a ser positivo siguiendo la regla de la mano derecha y en el eje Y (M_y) va a ser positivo en el sentido contrario indicado por esta regla.

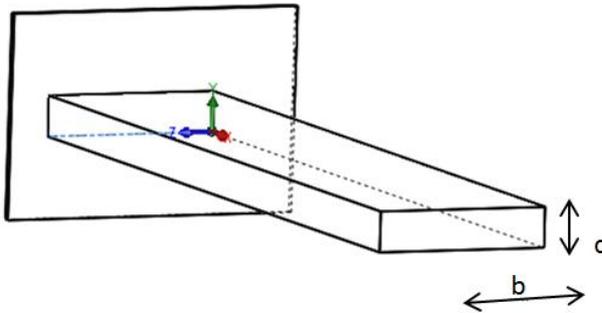


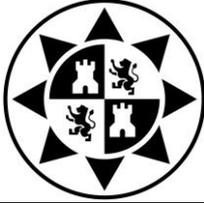
Figura 44. Planchas Soldadas.

El esfuerzo cortante máximo (momento con respecto al eje x) en secciones rectangulares se calcula con la ecuación de Saint-Venant:

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{T}{bc^2} \left(3 + \frac{1,8}{b/c} \right)$$

El coeficiente de seguridad es el cociente entre la tensión equivalente y el límite elástico:

$$n = \frac{\sigma'}{S_y}$$



Dado que la estructura no tiene formas curvas se realiza un mallado fino estándar. Tras realizar el mallado el software calcula la tensión en los puntos y se obtiene el factor de seguridad de la estructura:

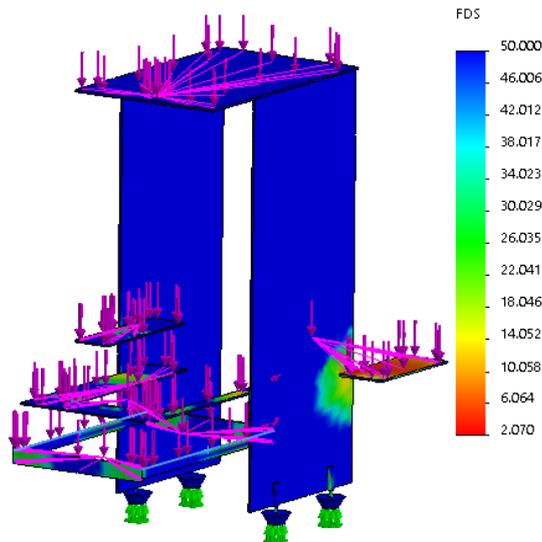


Figura 45. Factor de seguridad de la estructura

El punto de máxima tensión se produce en unión de la Plancha Conjunto Eje Expansible con la plancha longitudinal:

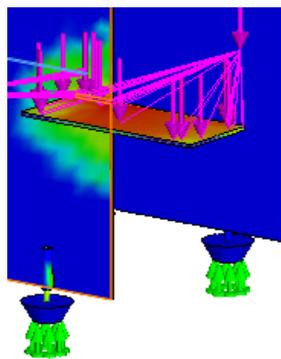
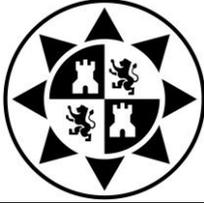


Figura 46. Zona de máxima tensión

El factor de seguridad mínimo que se obtiene en ese punto es de 2,07 ($S_y = 310$ MPa, $\sigma = 149,76$ MPa, $n = S_y/\sigma = 2,07$) y es aceptable en cálculos estructurales por lo que se ha encontrado las dimensiones optimizadas de la estructura.



17. Cálculo de tornillos

17.1. Procedimiento de cálculo:

El procedimiento de cálculo que se emplea está sacado de los libros: “*Elementos De Máquinas*, Decker, Ed. Urmo.1979” y “*Diseño de elementos de Máquinas de Shigley*, Richard G. Budynas & J.Keith Nisbett. Ed. Mc. Graw Hill 2012”.

De forma general los tornillos se estudian únicamente a tracción, ya que la cortadura no se produce debido a que la gran fricción de las superficies de unión apretadas impide que estas deslicen y que el tornillo sufra a cortadura. Para el cálculo de tornillos no pasantes que soporten cortadura pura como en las uniones atornilladas de ejes sí se tiene en cuenta.

Al realizar el apriete de los tornillos los elementos a unir se comprimen, mientras que el tornillo se tracciona. Por otro lado, parte de la carga de tracción va a ser soportada por el tornillo y el resto por el apriete, en función de la rigidez de cada uno de estos. Así la fuerza de tracción que soporta el tornillo es:

$$F_b = C P + F_i$$

Siendo C la parte de la carga de tracción que soporta el tornillo en tanto por uno, P la carga de tracción y F_i la fuerza de apriete.

El agarre va a soportar la fuerza de apriete más la parte de la fuerza de tracción que no soporta el tornillo:

$$F_m = (1-C)P + F_i$$

La fuerza de apriete aconsejable es:

$$F_i = \begin{cases} 0,75 F_p \text{ (Uniones desmontables)} \\ 0,9 F_p \text{ (Uniones no desmontables)} \end{cases}$$

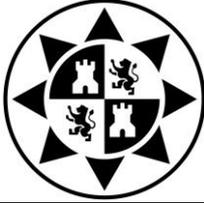
La fuerza de prueba (F_p) se calcula:

$$F_p = A_t S_p$$

Siendo:

A_t = Área resistente en mm^2 (en función del diámetro normalizado)

S_p = Resistencia mínima de prueba en MPa (dependiente de la clase de propiedad del tornillo normalizado)



La parte de la carga que absorbe el tornillo se calcula como el cociente entre su rigidez y la rigidez total de la unión (rigidez del tornillo más la del agarre):

$$C = \frac{K_b}{K_b + K_m}$$

Siendo:

K_b : Rigidez del tornillo

K_m : Rigidez del agarre

La rigidez del tornillo se calcula como:

$$K_b = \frac{A_d \cdot A_t \cdot E}{A_d \cdot l_t + A_t \cdot l_d} \text{ (KN/mm)}$$

Siendo:

A_d = Área de la métrica

A_t = Área resistente

E = Módulo de Young del material del tornillo

l_d = longitud del tornillo sin roscar

l_t = longitud de la rosca dentro del agarre.

En el agarre el flujo de fuerzas se distribuye de forma similar a la de dos conos simétricos. Las bases menores de cada cono tienen una longitud igual al diámetro exterior de los elementos que aprietan la unión (cabeza del tornillo, tuerca o arandela).

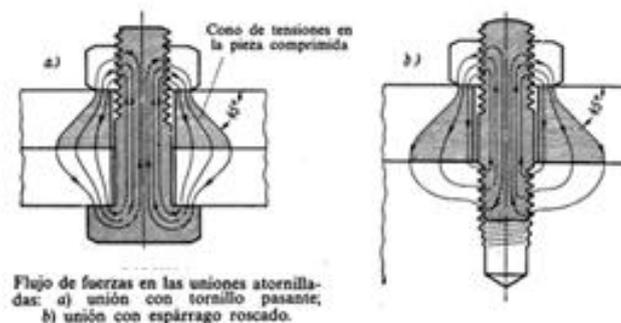
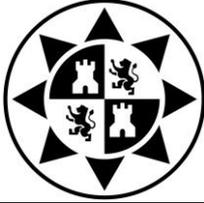
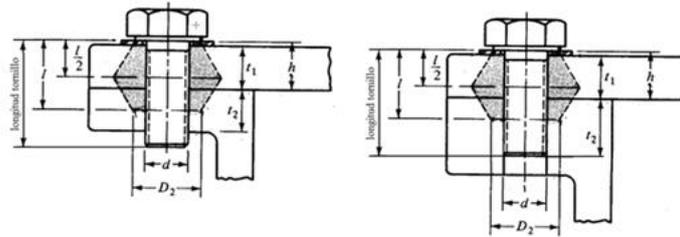


Figura 47. Distribución de la tensión en el agarre



Para uniones atornilladas con tornillo pasante y tuerca se forman dos conos iguales a lo largo del agarre. En el caso de tornillos pasantes sin tuerca o no pasantes hay que determinar las dimensiones de los conos:



Conos truncados de presión supuestos para una junta que utiliza tornillos de maquinaria.
Para este modelo las medidas significativas son:

$$l = \begin{cases} h + \frac{t_2}{2} & t_2 < d \\ h + \frac{d}{2} & t_2 \geq d \end{cases} \quad D_2 = d_{av} = \text{ancho de llave en cabeza o tuerca}$$

Figura 48. Formación de los conos en tornillos no pasantes o sin tuerca

Para la determinación de la rigidez es necesario dividir los dos conos que se forman por la distribución de fuerza en tantos conos como cambios de conicidad o de material haya.

La rigidez que se obtiene en cada cono se calcula:

$$K = \frac{\pi \cdot E \cdot d \cdot \tan \alpha}{\ln \left[\frac{(2t \cdot \tan \alpha + D - d)(D + d)}{2t \cdot \tan \alpha + D + d} \right]}$$

Siendo:

E = Módulo de Young del material que encierra el trapecio (GPa)

d = Diámetro del agujero roscado

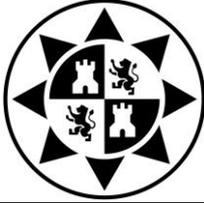
D = Base menor del trapecio

t = altura del trapecio

α = ángulo formado por el lado que une la base menor con la mayor (30°)

La rigidez total del agarre es:

$$K_m = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \dots + \frac{1}{K_i}}$$



Sabiendo la rigidez del agarre y del tornillo se calcula la constante C como ya se ha especificado, y ya se dispone de toda la información para calcular la fuerza que soporta el tornillo y el agarre.

En ocasiones si el apriete no es lo suficientemente fuerte se produce la separación de la junta. Esto ocurre cuando la fuerza de tracción que soporta la unión es mayor que la fuerza de compresión del apriete.

El factor de seguridad frente a separación de junta es:

$$n = \frac{Fi}{P(1-C)}$$

Y el factor de seguridad frente a carga estática es:

$$n = \frac{Sp \cdot At}{C \cdot P + Fi}$$

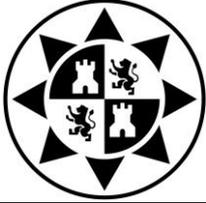
En el caso en el que el tornillo sufra a cortadura y a tracción se calcula la tensión normal y tangencial y se obtiene el coeficiente de seguridad con la teoría del esfuerzo cortante máximo

$$\sigma_x = \frac{CP + Fi}{At}, \tau_{xy} = \frac{F}{Ak}, \tau_{m\acute{a}x} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}, n = \frac{Sp}{2 \times \tau_{m\acute{a}x}}$$

Siendo: σ_x = esfuerzo normal, Fi = fuerza de apriete, P = carga de tracción, C = Parte de la carga a tracción que aguante el tornillo, At = Área del esfuerzo a tensión, τ_{xy} = esfuerzo cortante, F = Fuerza cortante, Ak = Área del diámetro menor, $\tau_{m\acute{a}x}$ = esfuerzo cortante máximo, Sp = Resistencia de prueba, n = Coeficiente de seguridad

17.2 Pernos a calcular:

- No es necesario calcular los pernos de los cilindros de transporte del plástico pues soportan la carga para la que están diseñados según el fabricante. Lo mismo ocurre con los pernos del motor y del soporte del eje con rodamientos FAG.
- Sin embargo, sí que hay que calcular los pernos de unión del tubo de formado con el techo, pues el tubo de formado se solicita a medida.
- Los tornillos de anclaje del pistón de sellado transversal a la plancha de la estructura soportan una gran carga pues a estos se le unen todo el conjunto de sellado transversal.



El cálculo de los pernos se realiza con el software de diseño computacional SolidWorks.

17.2.1 Pernos del tubo de formado

Primero se aíslan los componentes para realizar el estudio en el programa. Se trata de la Plancha Techo fabricada en acero AISI 1045 y del tubo de formado fabricado en acero inoxidable AISI 304, cuyos materiales se aplican a los modelos de los elementos.



Figura 49. Detalle de colocación del tubo de formado

Para realizar el estudio se fija el techo por los laterales y se aplica la carga del tubo de formado en el centro de gravedad del mismo. A continuación se insertan los pernos que sujetan el tubo de formado con el techo, introduciendo las características de la unión:

Coefficiente de fricción entre la chapa y el tubo de formado = 0,2

Material perno = Acero aleado

Métrica = 16 m

Cabeza Tornillo = 24 mm

Nº Tornillos = 8

Resistencia mínima de prueba (S_p) = 310 MPa

Área de esfuerzo a la tensión (A_t) = 157 mm²

El par de apriete es:

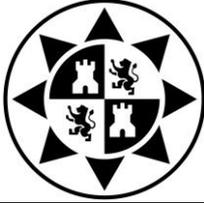
$$T = K F_i d = 0,2 \times 0,75 \times 310 \times 157 \times 0,016 = 116,81 \text{ Nm}$$

Siendo:

K = Constante que depende de las condiciones del perno (0,2 para galvanizado)

$$F_i = \begin{cases} 0,75 F_p, & \text{conexiones no permanentes (Se considera unión no permanente)} \\ 0,9 F_p, & \text{conexiones permanentes} \end{cases}$$

F_p = Carga de prueba ($A_t \times S_p$), d = diámetro del tornillo.



Al introducir los datos se obtiene:

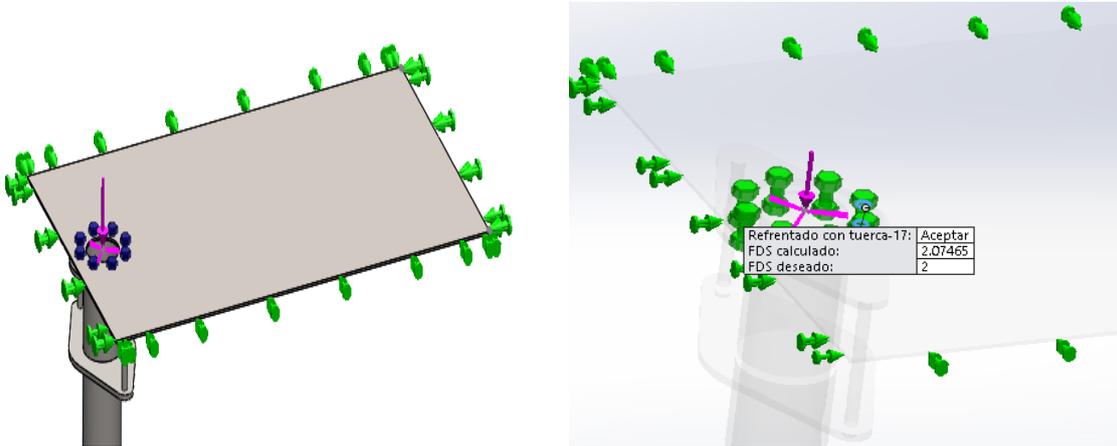


Figura 50. Factor de seguridad de los pernos del tubo de formado

El factor de seguridad de los pernos es de 2,07, por lo que resulta aceptable ($S_p = 310 \text{ MPa}$, $\sigma = 149,76 \text{ MPa}$, $n = S_p / \sigma = 2,07$)

17.2.2 Pernos del pistón sellado transversal

De las dos mordazas de sellado transversal la que lleva la cuchilla es la que más pesa, pues es más grande para albergar en su interior el pistón que mueve la cuchilla.

Sobre los pernos de unión del pistón de sellado transversal con su soporte se apoya la carga del pistón de sellado transversal con su guía, la del pistón de la cuchilla, y la de la mordaza de sellado. La carga total es de 291,8 N y actúa a 205 mm de la plancha de sellado transversal.

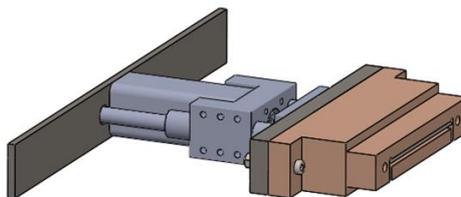
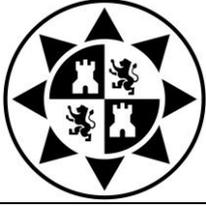


Figura 51. Colocación del pistón de sellado transversal



Seguidamente se introducen las características en el programa:

Coeficiente de fricción pistón-soporte = 0,2

Material tornillo = Acero aleado

Material Soporte = Acero AISI 1045

Material Pistón = Acero AISI 304

Métrica = 8 mm

Cabeza Tornillo = 13 mm

Resistencia mínima de prueba (S_p) = 310 MPa

Área de esfuerzo a la tensión (A_t) = 36,6 mm²

El par de apriete es:

$$T = K F_i d = 0,2 \times 0,75 \times 310 \times 36,6 \times 0,008 = 13,615 \text{ Nm}$$

Siendo:

K = Constante que depende de las condiciones del perno (0,2 para galvanizado)

$$F_i = \begin{cases} 0,75 F_p, & \text{conexiones no permanentes (Se considera unión no permanente)} \\ 0,9 F_p, & \text{conexiones permanentes} \end{cases}$$

F_p = Carga de prueba ($A_t \times S_p$)

d = diámetro del tornillo.

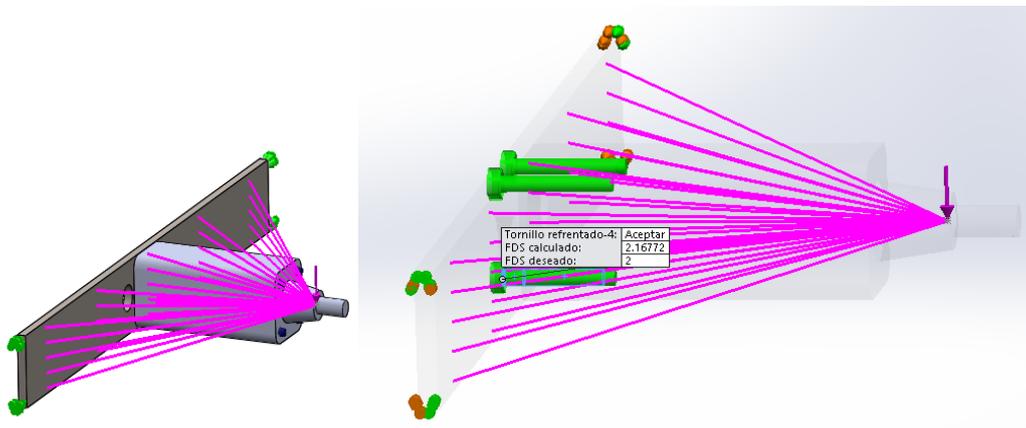
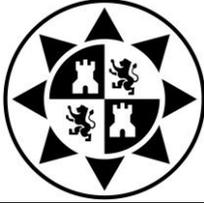


Figura 52. Factor de seguridad de los pernos del pistón de sellado tansversal

$$S_p = 310 \text{ MPa}, \sigma = 143,5 \text{ MPa}, n = S_p / \sigma = 2,16$$

Factor de seguridad = 2,16 > 2. Aceptable



17.2.3. Pernos del soporte de seguridad

Sobre la plancha se introduce el peso del soporte de seguridad del eje expansible, el del freno y el del peso propio de la plancha como una carga distribuida:

$$\text{Peso total} = 74 \text{ Kg} + 24 \text{ Kg} + 13,1 \text{ Kg} = 101,1 \text{ Kg}$$

Además se introduce el peso de la bobina y el del eje expansible como una carga remota en el punto medio del eje:

$$\text{Peso total} = 80,6 + 10,4 = 100 \text{ Kg}$$

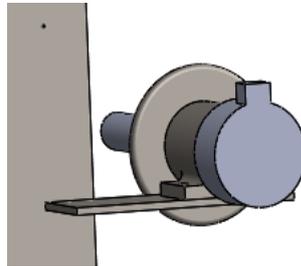


Figura 53. Colocación del soporte de seguridad

Introducción de datos:

Coefficiente de fricción pistón-soporte = 0,2

Material tornillo = Acero aleado

Material Soporte = Acero AISI 1045

Material Soporte Guía = Acero AISI 1045

Métrica = 20mm

Cabeza Tornillo = 30 mm

Resistencia mínima de prueba (S_p) = 380 MPa

Área de esfuerzo a la tensión (A_t) = 245 mm^2

El par de apriete es:

$$T = K F_i d = 0,2 \times 0,75 \times 380 \times 245 \times 0,02 = 302,02 \text{ Nm}$$

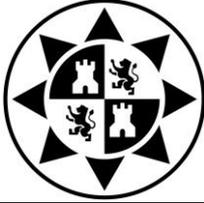
Siendo:

K = Constante que depende de las condiciones del perno (0,2 para galvanizado)

$$F_i = \begin{cases} 0,75 F_p, & \text{conexiones no permanentes (Se considera unión no permanente)} \\ 0,9 F_p, & \text{conexiones permanentes} \end{cases}$$

F_p = Carga de prueba ($A_t \times S_p$)

d = diámetro del tornillo.



Resultado:

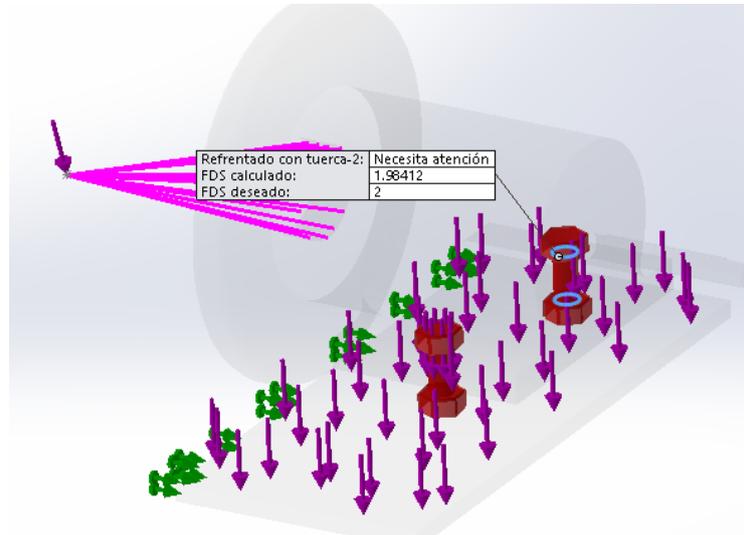


Figura 54. Factor de seguridad de los pernos del soporte guía

$$S_p = 380 \text{ MPa}, \sigma = 191,92 \text{ MPa}, n = S_p / \sigma = 1,98$$

El factor de seguridad que se obtiene es de 1,98 por lo que se puede considerar aproximadamente igual a 2, resultando el cálculo aceptable.

ANEJO 2.

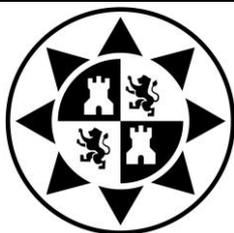
CATÁLOGOS



DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE CAJAS EN LA INSTALACIÓN DE
EMPAQUETAMIENTO Y ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

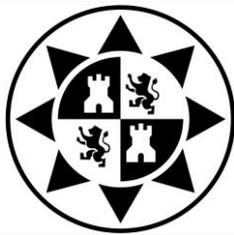
Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: Mario García Martínez
Tutor: Miguel Lucas Rodríguez



ÍNDICE

1. Plástico.....	2
2. Válvulas neumáticas.....	3
3. Tubo.....	16
4. Compresor.....	18
5. Pistones.....	19
6. Guía del vástago.....	24
7. Sensores.....	27
8. Motor trifásico.....	29
9. Variador de frecuencia.....	31
10. Poleas.....	33
11. Manguitos de montaje.....	34
12. Correas.....	35
13. Eje expánsible.....	37
14. Soporte del eje expánsible.....	38
15. Regulador de tensión de banda.....	39
16. Freno de polvo magnético.....	42
17. Cilindro sensor.....	44
18. Rodillos de transporte.....	48

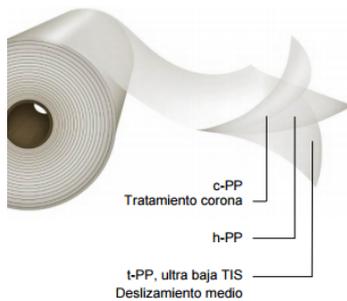


1. Plástico:

Producto: SAM. 50 micras. Bobina ϕ 570 . EMPRESA: OBEN HOLDING GROUP



oben Holding Group



Opp SealFilm Am
S A m

Descripción

Opp SealFilm Am está formulada con un paquete de aditivos migratorios y no migratorios de agentes deslizantes y antiestáticos que le confieren un nivel medio de deslizamiento y baja generación de estática. La cara no tratada ofrece una ultra baja temperatura de inicio de sello y excepcional rango de hot-tack. El tratamiento corona se encuentra en la cara externa de la bobina.

Aplicaciones

Este producto es diseñado para ser utilizado como mono capa en empaque de resmas de papel. Cuenta con excelentes propiedades de impresión y se adapta fácilmente a la forma del producto a contener. Sus propiedades sellantes le permiten ser usada en máquinas empacadoras de alta velocidad verticales VFFS y horizontales HFFS con sellos de aleta y/o traslape inclusive ante la presencia de agentes contaminantes. Su baja temperatura de inicio de sello puede ser aprovechada en empaques de productos sensibles al calor tales como chocolates o helados.

Características principales

- Ultra baja temperatura de inicio de sello
- Deslizamiento medio
- Excelentes propiedades antiestáticas
- Magnífica planidad y estabilidad dimensional
- Cara externa tratada para aplicación de tintas o adhesivos

Película transparente de BOPP
Una cara tratada corona
Sellable por ambas caras
Ultra baja TIS
Deslizamiento medio

Dimensiones estándares ‡

Código OppFilm	Espesor (µm)	Gramaje (g/m ²)	Ancho (mm)	Centro Cartón	570 mm ϕ Diam. Ext.		760 mm ϕ Diam. Ext.		Cara Tratada
					Largo (m)	Peso (kg/cm)	Largo (m)	Peso (kg/cm)	
S A m 45	45.0	40.7	400 a 2,000	3" y 6"	5,000	1.89	9,270	3.77	Externa
S A m 50	50.0	45.3			4,450		8,250		

‡ Este producto tiene restricciones en ancho y tamaño de lote. Por favor consulte a su representante de ventas.

Valores típicos de Propiedades Físicas*

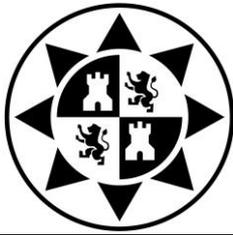
Propiedad	Unidad	Método de prueba	Espesor en micras	
			45	50
Haze	%	ASTM D1003	2.6	
Brillo @ 45°	%	ASTM D2457	80	
Coefficiente de Fricción - Cinético	-	ASTM D1894	0.35	
Resistencia a la Tracción	DM	N/mm ²	125	
	DT		235	
Elongación a ruptura	DM	%	180	
	DT		50	
Modulo Secante @ 2%	DM	N/mm ²	1,700	
	DT		3,000	
Tension Superficial	dinas/cm	ASTM D2578	39	
Temperatura de inicio de sello	NT/NT	°C	80	
	T/T		120	
Fuerza de Sello @ 135°C	NT/NT	N/25 mm	8.0	
	T/T		7.5	
Transmisión Vapor de Agua @ 38 °C, 90% H. R.	g/(m ² .dia)	ASTM F1249	3.8	3.4
Transmisión Oxígeno @ 23 °C, 0% H. R.	cm ³ /(m ² .dia)	ASTM F1249	1,200	1,000

Consideraciones importantes

- Es recomendable almacenar este producto a temperaturas que no excedan los 30°C, a la sombra y con una humedad relativa cercana al 60%.
- Puede presentarse un cierto deterioro en algunas propiedades físicas debido a condiciones adversas de almacenamiento. Por lo tanto se recomienda que este material mantenga una rotación adecuada de inventarios.

Notas

- DM Dirección Máquina
- DT Dirección Transversal
- NT Cara no Tratada
- T Cara Tratada



2. Válvulas neumáticas.

Empresa: Festo

- Válvulas 1.2, 1.3 y 2.1: Ref: VUVG-L10-T32U-MT-M7-1R8L. Nº: 8031481
- Válvula 3.1. Ref: VUVG-L10-T32U-AT-M7-1R8L. Nº: 574219

Electroválvulas VUVG-L10 y VUVG-S10, válvulas con conexiones roscadas M7

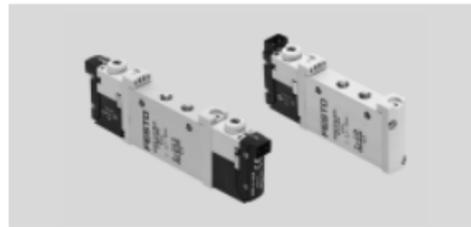
FESTO

Hoja de datos

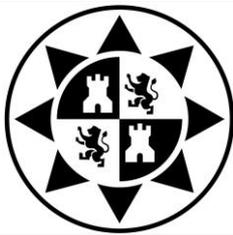
Función
2x3/2C, 2x3/2U, 2x3/2H
Válvula monoestable de 5/2 vías
5/3C, 5/3U, 5/3E

Símbolo → Pág. 10

-  Ancho de 10 mm
-  Caudal
170 ... 340 l/min
-  Tensión
5, 12 y 24 V DC



Especificaciones técnicas										
Función de válvula	T32-A			T32-M			M52-R	B52	M52-M	P53
Normalmente	C ¹⁾	U ²⁾	H ⁴⁾	C ¹⁾	U ²⁾	H ⁴⁾	-	-	-	C ¹⁾ U ²⁾ E ³⁾
Comportamiento	Monoestable						Biestable		Monoestable	Monoestable
Recuperación por muelle neumático	Sí			No			Sí ⁵⁾		No	No
Recuperación por muelle mecánico	No			Sí			Sí ⁵⁾		Sí	Sí
Funcionamiento con vacío en conexión 1	No			Únicamente con alimentación externa del aire de pilotaje						
Forma constructiva	Válvula de corredera									
Tipo de junta	Blanda									
Tipo de accionamiento	Eléctrico									
Tipo de mando	Servopilotado									
Alimentación del aire de control	Pilotaje interno o externo									
Función de escape	Estrangulable									
Accionamiento manual	Sin enclavamiento, cubierto, sin enclavamiento / con enclavamiento, o bien con enclavamiento, a elegir									
Tipo de fijación	Con taladros pasantes ⁶⁾ o en perfil distribuidor, a elegir									
Posición de montaje	Indiferente									
Diámetro nominal [mm]	2,7	2,0	1,9	1,9	4,0			2,8	3,5	
Caudal nominal normal de la [l/min]	190	150	140	140	380			320	320	
Caudal en perfil distribuidor [l/min]	170	140	130	130	340			290	300	
Tiempo de conmutación conexión/desconexión [ms]	6/16		8/11			7/19		-	8/24	10/30
Tiempo de conmutación [ms]	-							7	16	
Ancho [mm]	10									
Para tamaño 1, 2, 3, 4, 5	M7									
Para tamaño 12/14	M3									
Peso del producto [g]	55			54			45	55	44	55
Certificación	c UL us - Recognized (OL) c CSA us (OL)									
Símbolo CE (consultar declaración de conformidad)	Según directiva de máquinas UE-CEM ⁷⁾									
Clase de resistencia a la corrosión CRC ⁸⁾	2									



Dimensiones Datos CAD disponibles en www.festo.com

Válvulas de 2x3/2, 5/2 y 5/3 vías

1 Conexión eléctrica vertical
2 Conexión eléctrica horizontal
3 Accionamiento manual auxiliar
4 Conexión para alimentación externa de aire de pilotaje

Tipo	B1	B2	D1	D2	D3	H1	H2	H3	L1	L2	L3	L4
VUWG-L-10 ...-M7 ...	10,2	-	M7	3,2	M3	32,5	3,6	4,4	86,5	81,5	8	27
VUWG-S-10 ...-M7 ...												

Tipo	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14
VUWG-L-10 ...-M7 ...	4,85	6,15	47	14	11	12	19	-	69,2	66,7
VUWG-S-10 ...-M7 ...										

- Válvula 0.2. Ref: FPB-3-¼. N°: 526984

Válvulas de pedal, de pedal con enclavamiento

Hoja de datos - Válvula de pedal, caudal nominal normal de 550 ... 600 l/min

FESTO

Caudal
550 ... 600 l/min

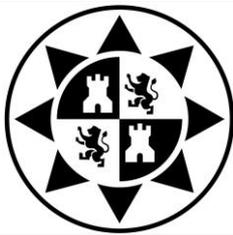
Montaje mediante orificios de brida en el cuerpo

Presión
-0,95 ... 10 bar

Margen de temperatura
-10 ... +60 °C



Datos técnicos							
Tipo	FPB-3-¼	F-5-¼-B	FP-5-¼-B	FPB-5-¼	F-3-¼-B	FO-3-¼-B	FP-3-¼-B
Caudal nominal 1 → 2 [l/min]	550				600		
Función de válvula	Válvula de 3/2 vías	Válvula de 5/2 vías			Válvula de 3/2 vías		
Forma constructiva	Válvula de asiento, de accionamiento directo						
Conexión neumática	G¼						
Diámetro nominal [mm]	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Peso [g]	610	705	1845	725	595	595	1760
Fuerza de accionamiento [N]	34,0	52,0	69,0	66,0	26,0	37,0	45,0



Válvulas de pedal, de pedal con enclavamiento

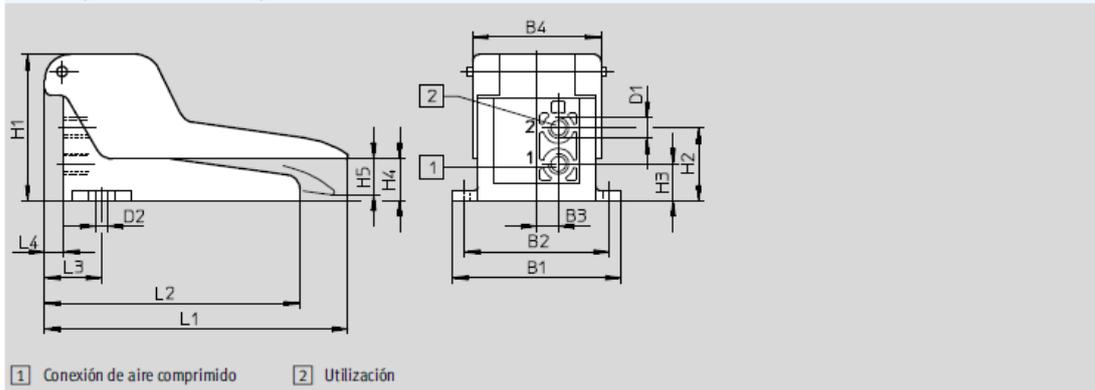
FESTO

Hoja de datos

Dimensiones

Datos CAD disponibles en www.festo.com

Válvula de pedal F ... 3 ... , válvula de pedal con enclavamiento FPB-3 ...



1 Conexión de aire comprimido 2 Utilización

Tipo	B1	B2	B3	B4	D1	D2	H1	H2	H3	H4	H5	L1	L2	L3	L4
Válvula de pedal F ... 3 ... , válvula de pedal con enclavamiento FPB-3 ...	98	84	12,5	74,4	G $\frac{3}{4}$	6,5	85,5	42,5	21,5	29	24	176	148	33	11

- Válvula 0.3. Ref: H-3- $\frac{1}{4}$ -B. Nº: 8987

Válvulas de palanca

FESTO

Hoja de datos - Válvula de palanca, caudal nominal normal 80 ... 600 l/min

• Caudal
80 ... 1000 l/min

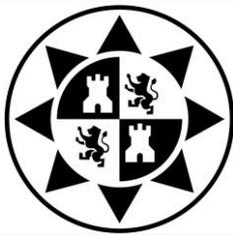
Fijación con taladros pasantes o
montaje en panel frontal

• Presión
-0,95 ... 10 bar

• Margen de temperatura
-10 ... +60 °C

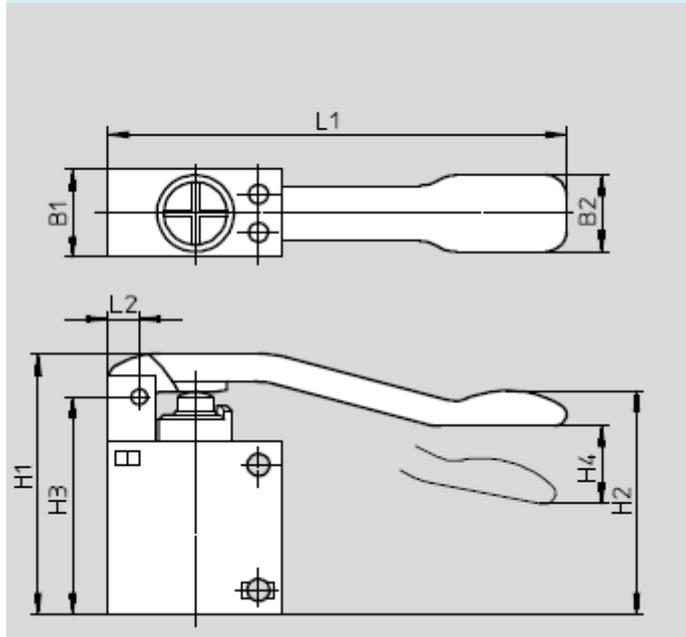


Datos técnicos		TH/O-3-PK-3	TH-3-M5	TH-5- $\frac{1}{4}$ -B	TH-3- $\frac{1}{4}$ -B	THO-3- $\frac{1}{4}$ -B
Tipo						
Caudal nominal	[l/min]	80		550	600	
1 → 2						
Función de válvula		Válvula de 3/2 vías		Válvula de 5/2 vías	Válvula de 3/2 vías	
Construcción		Válvula de asiento, de accionamiento directo		Válvula de asiento, de accionamiento directo	Válvula de asiento, de accionamiento directo	
Conexión neumática		PK-3 ¹⁾	M5	G $\frac{3}{4}$	G $\frac{3}{4}$	G $\frac{3}{4}$
Diámetro nominal	[mm]	2,5	2,0	7,0	7,0	7,0
Peso	[g]	18	37	320	210	210
Fuerza de accionamiento	[N]	-	8,0	24,0	6,7	17,0
• Con 6 bar						
• Normalmente cerrada	[N]	8,0	-	-	-	-
• Normalmente abierta	[N]	6,0	-	-	-	-



ANEXO 2. CATÁLOGOS

Válvula de palanca TH-3-1/4-B, THO-3-1/4-B



Válvula de palanca	B1	B2	H1	H2	H3	H4	L1	L2
TH-3-1/4-B, THO-3-1/4-B	25,4	22	75	68	62,5	23	131	9

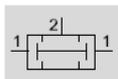
- Válvula 0.4. Ref: ZK-1/8-B. Nº: 6680

Puertas lógicas AND/OR ZK/OS

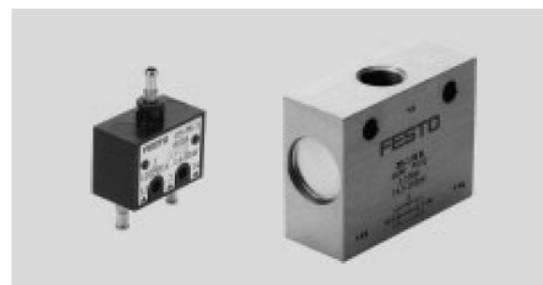
Hoja de datos



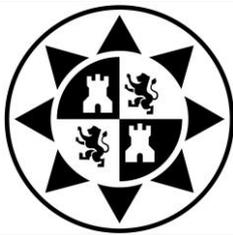
Puerta AND ZK



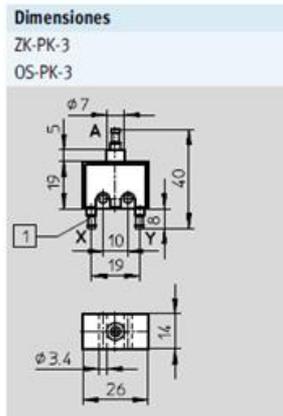
- Caudal
120 ... 5000 l/min
- Temperatura
-10 ... +60 °C
- Presión de funcionamiento
1 ... 10 bar



Especificaciones técnicas generales						
Función de las válvulas	Función Y			Función O		
Tipo	ZK-PK-3	ZK-1/8-B		OS-PK-3	OS-1/8-B	OS-1/4-B
Conexión neumática	PK-3	G1/8		PK-3	G1/8	G1/4
Díámetro nominal [mm]	2,4	4,5		2,4	4	6,5
Tipo de fijación	Con taladro pasante					
Posición de montaje	indiferente					



ANEXO 2. CATÁLOGOS



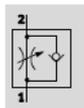
- Válvula 1.01, 1.02, 2.02, 3.02, 3.03. Ref: VFOF-LE-H-G18-Q6. Nº: 1526931

Válvulas reguladoras VFOF



Hoja de datos

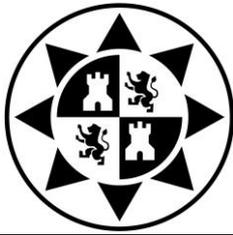
Función de estrangulación y
antirretorno



- - Caudal nominal normal
250 ... 650 l/min
- - Temperatura
-10 ... +60 °C
- - Presión de funcionamiento
0,2 ... 10 bar



Especificaciones técnicas		
Función de válvula	Válvula reguladora de caudal, antirretorno del escape	
Toma neumática 2	G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{4}$
Toma neumática 1	QS-6	QS-8
Elemento de ajuste	Hexágono interior	
Tipo de accionamiento	Manual	
Tipo de fijación	Atornillable	
Posición de montaje	Indistinta	
Par de apriete nominal [Nm]	3 \pm 20%	11 \pm 20%
Momento admisible aplicable en el tornillo de regulación [Nm]	1	1,5
Posibilidad de giro [°]	360 (no se admiten giros continuos)	



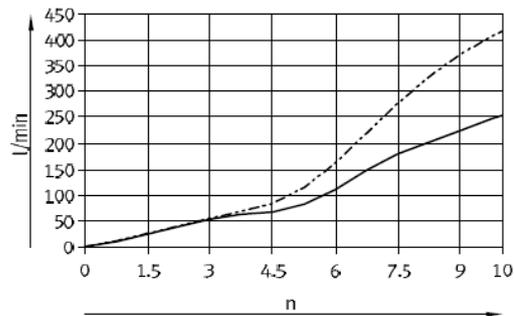
Válvulas reguladoras VFOF

Hoja de datos

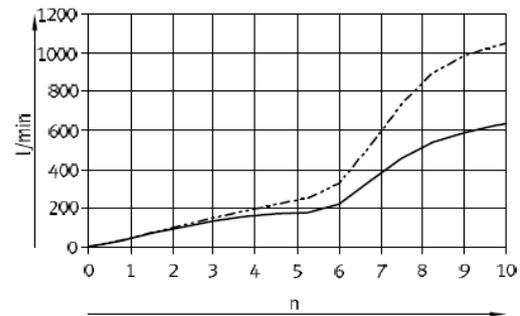
FESTO

Caudal nominal normal qnN [l/min] y caudal normal qn [l/min] en función del giro n del husillo

VFOF...G18-Q6



VFOF...G14-Q8

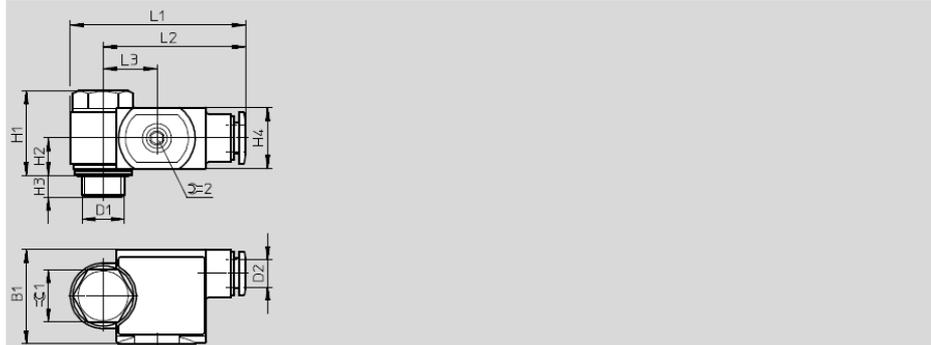


— qnN
- - - qn

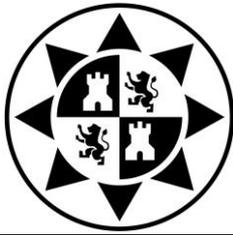
Tolerancia de los valores de caudal:
±20%

Dimensiones

Datos CAD disponibles en www.festo.com



Tipo	Conexión	Para tubo de diámetro exterior D2	B1	H1	H2	H3	H4	L1	L2	L3	∠1	∠2
VFOF...G18-Q6	G $\frac{3}{8}$	QS-6	21,7	19,4	8,6	5	14	39,9	32,4	12,2	12	2,5
VFOF...G14-Q8	G $\frac{1}{4}$	QS-8	24,7	28,4	12,6	5,4	19,6	56,3	46,1	15,5	15	2,5



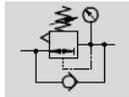
- Válvula 1.05. 2.04, 3.06. Ref: LRMA-1/8-QS-8. Nº: 153493

Válvulas reguladoras de presión LRMA con manómetro

FESTO

Hoja de datos

Función



Caudal
36 ... 124 l/min

- Diseño compacto
- Presión de funcionamiento constante
- Ejecución con manómetro
- Con rosca M5 ... R $\frac{3}{8}$ o racor de diámetro de 4 ... 8 mm



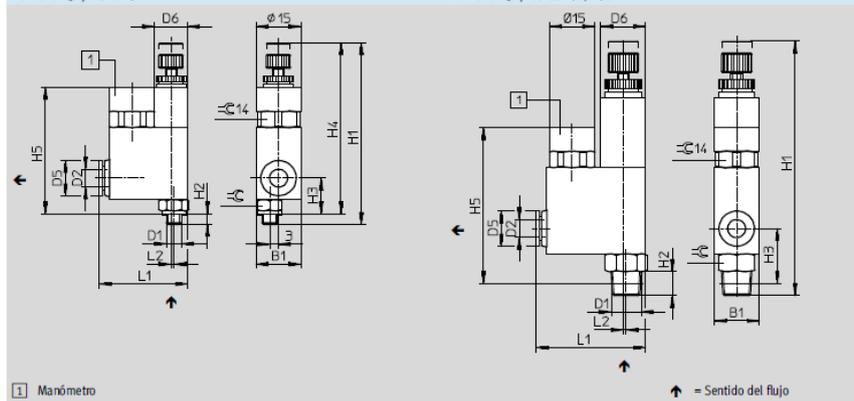
Datos técnicos generales	
Construcción	Regulador de émbolo de accionamiento directo con alimentación continua de presión
Función de regulación	Con descarga secundaria, presión de salida constante
Seguridad contra accionamiento involuntario	Tornillo moleteado con contratuerca
Posición de montaje	Indistinta
Con racor QS y rosca métrica con anillo de junta	
Tipo de fijación	Atornillable
Materiales	Cuerpo: Polibutílenotereftalato Parte roscada: Latón niquelado
Con racor QS y rosca recubierta de PTFE	
Tipo de fijación	Atornillable
Materiales	Cuerpo: Polibutílenotereftalato Parte roscada: Latón niquelado Junta para roscas: Politetrafluoroetileno
En ambos lados con racor QS	
Tipo de fijación	Mediante taladros
Materiales	Cuerpo: Polibutílenotereftalato

Dimensiones

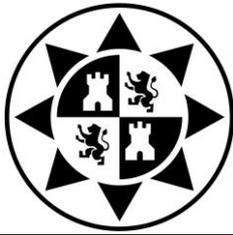
Con racor QS y rosca M5

Datos CAD disponibles en www.festo.com

Con racor QS y roscas R $\frac{1}{8}$, R $\frac{3}{8}$



Rosca D1	D2 ∅	B1	D5 ∅	D6 ∅	H1		H2	H3	H4		H5	L1	L2	∅C
					mín.	máx.			mín.	máx.				
M5	4	15,1	9,8	11	57,1	61,2	3,5	11,8	53,6	57,7	42,8	28	1,1	8
	6	15,1	11,8	11	57,1	61,2	3,5	11,8	53,6	57,7	42,8	28,1	1,1	8
R $\frac{1}{8}$	4	15,1	10	15	77,5	81,5	8	18,5	-	-	51,5	36	0,5	12
	6	15,1	12	15	77,5	81,5	8	18,5	-	-	51,5	36,5	0,5	12
R $\frac{3}{8}$	8	15	14	15	77,5	81,5	8	18,5	-	-	51,5	36,5	1	12
	6	19	12	19	85,5	89,5	11	22,5	-	-	57	39,5	0,5	16
R $\frac{1}{4}$	8	19	14	19	85,5	89,5	11	22,5	-	-	57	39,5	1	16



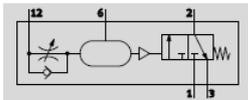
- Válvulas 1.00, 2.01 y 3.01. Ref: VZA-3-1/4. Nº: 3434

Válvulas temporizadoras VZ/VZO, para bastidor de montaje 2N

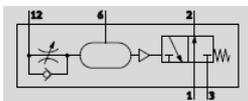
FESTO

Hoja de datos

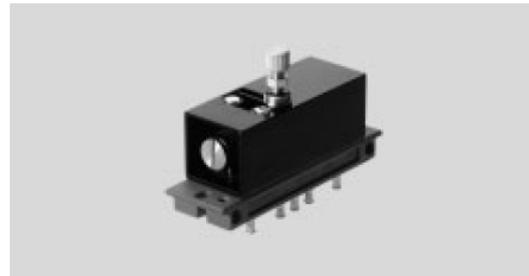
VZ, con retardo a la conexión



VZO, con retardo a la desconexión



- Caudal
60 ... 90 l/min
- Temperatura
-10 ... +60 °C
- Presión
de funcionamiento
2,5 ... 8 bar



La válvula temporizadora está
compuesta por una válvula de 3 vías
de accionamiento neumático y por un

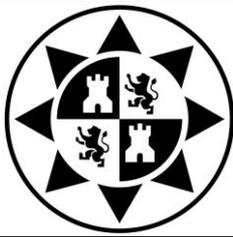
estrangulador que limita el caudal de
llenado de un volumen adicional. En

función del ajuste del estrangulador,
la válvula de vías conmutará con un

cierto retardo. La reposición se realiza
mediante un resorte mecánico.

Especificaciones técnicas generales

Tipo	VZ	VZO
Conexión neumática	PK-3	
Diámetro nominal [mm]	2	
Forma constructiva	Válvula de asiento con muelle de reposición	
Tipo de accionamiento	Neumático	
Tipo de fijación	Montaje en panel frontal En bastidor de montaje	
Posición de montaje	Indiferente	
Función de válvula	Válvula de 3/2 vías monoestable, cerrada en reposo	Válvula de 3/2 vías monoestable, abierta en reposo
Solapamiento	No	
Accionamiento manual	No	
Función de escape	Estrangulable	
Tipo de control	Directo	
Alimentación del aire de pilotaje	Externa	
Sentido de flujo	No reversible	
Principio de hermetización	Blando	
Tiempo de retardo ajustable ¹⁾ [s]	0,25 ... 5	
Duración de la pausa para reposición [ms]	≥ 55	≥ 50
precisión de repetición ajuste de tiempo [s]	±0,5	



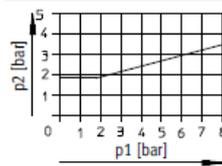
Válvulas temporizadoras VZ/VZO, para bastidor de montaje 2N

Hoja de datos

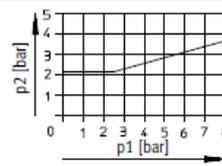
FESTO

Presión de mando mínima p_2 en función de la presión de funcionamiento p_1

VZ

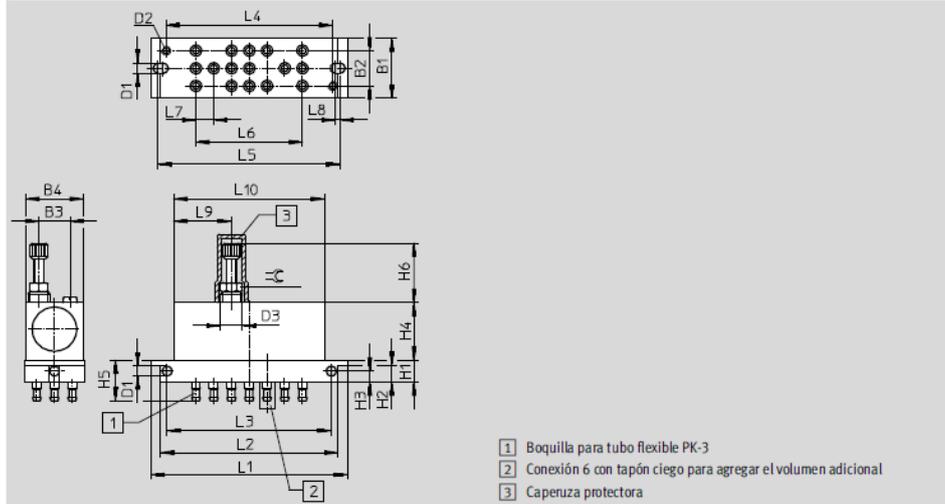


VZO



Dimensiones

Datos CAD disponibles en www.festo.com



- 1 Boquilla para tubo flexible PK-3
- 2 Conexión 6 con tapón ciego para agregar el volumen adicional
- 3 Caperuza protectora

B1	B2	B3	B4	D1	D2	D3	H1	H2	H3	H4	H5
27	16	14	26	4,4	M4	M10x1	10	7,7	5	26	18,5
H6	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	≈
27	88,5	80,8	74	75	81	48	8	2,3	26	68	8

- Válvulas 1.1. Ref: VMEM-SC-M52-A-G18. N°: 55628

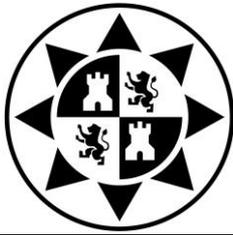
Válvulas de leva

Hoja de datos - Válvula de leva, caudal nominal normal de 1000 l/min

FESTO

Datos técnicos generales				
Tipo	VMEM-ST	VMEM-S	VMEM-SC	VMEM-SCZ
Caudal nominal 1 → 2	1000 [l/min]			
Función de válvula	Válvula de 3/2 vías	Válvula de 5/2 vías		
Tipo de reposición	Muelle mecánico	Muelle mecánico o neumático		
Construcción	Válvula de asiento, de accionamiento directo	Válvula de corredera de accionamiento directo	Válvula de corredera de accionamiento directo	Válvula de corredera de accionamiento directo
Conexión neumática	G $\frac{3}{4}$	G $\frac{3}{4}$	G $\frac{3}{4}$	G $\frac{3}{4}$
Alimentación del aire de pilotaje	-	-	Interna	Externa
Díámetro nominal	6,0 [mm]	6,0	6,0	6,0
Peso	198 [g]	320	300	300
Fuerza de accionamiento	80 ¹⁾ 140	38,0 ²⁾ 65,0	15,0	15,5

- 1) Valor 80: válvula normalmente cerrada; valor 140: válvula normalmente abierta
- 2) Valor 38: reposición por muelle mecánico; valor 65: reposición por muelle neumático



Válvulas de leva

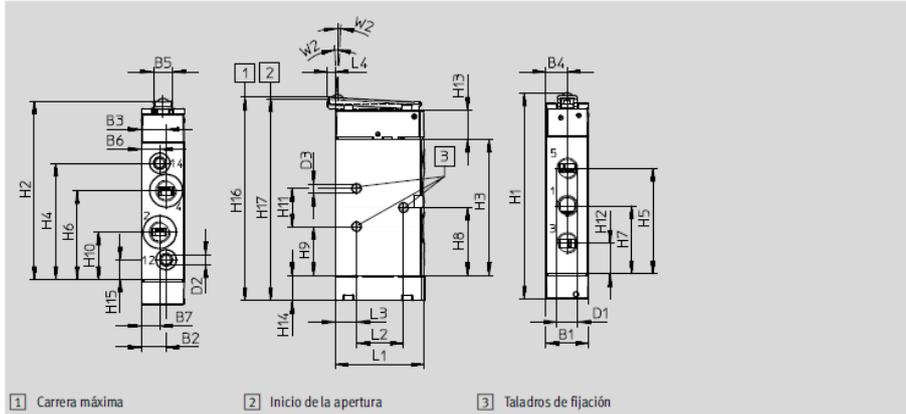
Hoja de datos

FESTO

Dimensiones

Datos CAD disponibles en www.festo.com

Válvula de leva VMEM-SC ...-M52



Válvula de leva	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	D1	D2	D3	L1	L2	L3	L4	W2
VMEM-SC...52...G18	20	11,5	11,5	10	9	8,5	8,5	G5/8	M5	4,4	41,7	25	7	3,5	3°
VMEM-SC...52...G14	25	14,2	14,2	12,5	12	10,8	10,8	G3/4	M5	4,4	52,1	31	9,5	4,6	3°

Válvula de leva	H1±0,4	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16±0,4	H17±0,5
VMEM-SC...52...G18	96,9	83,8	64	54,7	49,5	41,8	32	32	23	22,3	18	14,5	13,8	11,8	9,3	95,6	95,1
VMEM-SC...52...G14	119,4	106,8	87,3	77,5	68,1	59,1	43,8	43,5	31,4	28,5	24,3	19,5	13,8	11	10,1	117,8	117,4

- Válvulas 1.04, 1.03, 3.05, 3.04. Ref: MS6-SFE-F5-P2I-M12. N°: 538421

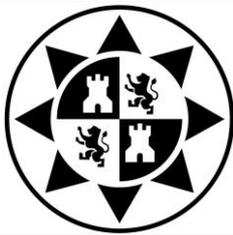
Detectores de caudal MS6-SFE

Hoja de datos

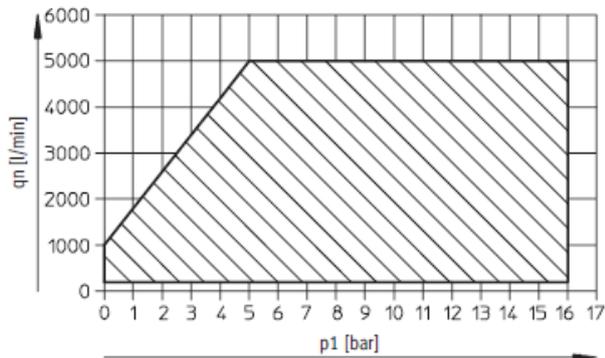
FESTO

Datos eléctricos					
Tipo		MS6-SFE-...P2U	MS6-SFE-...P2I	MS6-SFE-...N2U	MS6-SFE-...N2I
Salida		2x PNP	2x PNP	2x NPN	2x NPN
Salida analógica	[V]	0 ... 10	-	0 ... 10	-
	[mA]	-	4 ... 20	-	4 ... 20
Funcionamiento del elemento de maniobra		Contacto normalmente cerrado			
		Contacto normalmente abierto			
Función de conmutación		Comparador de márgenes			
		Valor umbral con histéresis variable			
Tensión de funcionamiento	[V DC]	15 ... 30			
Resistencia de carga	[Ω]	≥ 10 000	≤ 500	≥ 10 000	≤ 500
Corriente máxima de salida	[mA]	≤ 100			
Corriente residual	[mA]	≤ 0,05			
Conexión eléctrica		Conector recto M1 2x1, 5 contactos			
Distribución de conectores según norma		NE 60947-5-2			
Resistencia a cortocircuitos		Sí			
Clase de protección según NE 60 529		IP65			
Símbolo CE		89/336/CEE (compatibilidad electromagnética)			

Condiciones de funcionamiento y del entorno	
Presión de funcionamiento	[bar] 0 ... 16
Fluido	Aire comprimido, clase de calidad de aire 3.4.1 según DIN ISO 8573-1
	Nitrógeno
Temperatura ambiente	[°C] 0 ... 50
Temperatura del fluido	[°C] 0 ... 50
Temperatura nominal	[°C] 23
Clase de resistencia a la corrosión ¹⁾	2



Capacidad de aspiración q_n en función de la presión de funcionamiento p_1



Detectores de caudal MS6-SFE

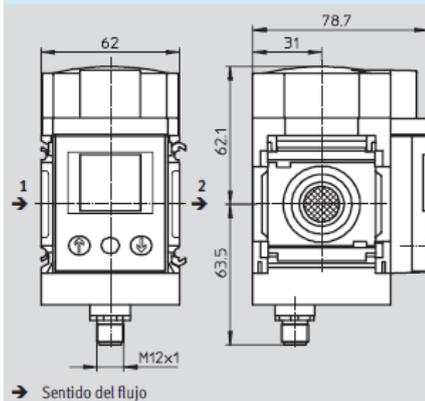
Hoja de datos

FESTO

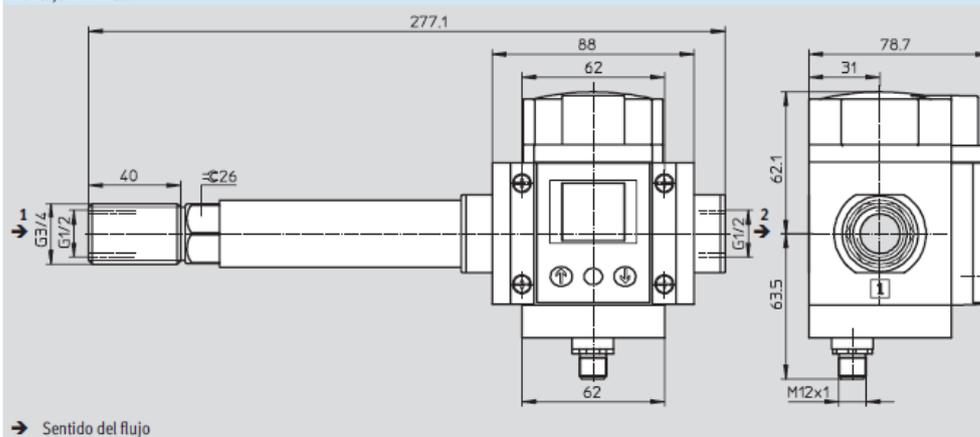
Dimensiones

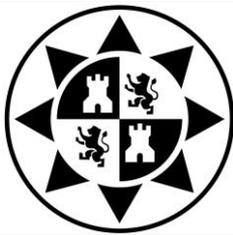
Datos CAD disponibles en www.festo.com/es/engineering

En combinación de unidades de mantenimiento



Montaje individual





- Unidad de mantenimiento. 0.1. Ref: FRC-1/8-D-MINI-KA-A. Nº: 185792

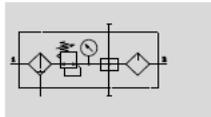
Combinaciones de unidades de mantenimiento FRC-KA, serie D

FESTO

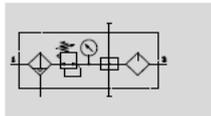
Hoja de datos - Combinación FRC-KA

Función

Con purga de condensado
Manual con giro



Con purga de condensado
Automática



- Unidad de filtro y regulador LFR
- Derivador FRM
- Lubricador LOE
- Accesorios para el montaje

- Caudal
650 ... 8200 l/min
- Temperatura
-10 ... +60 °C
- Presión de funcionamiento
1 ... 16 bar

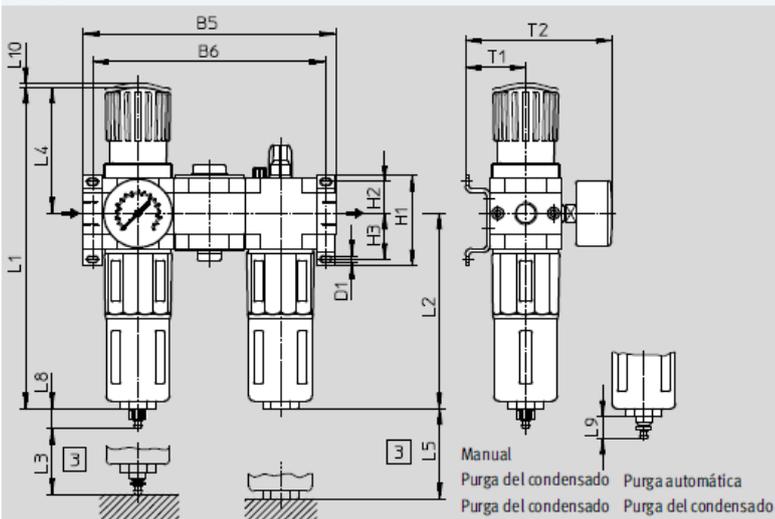


- Para alimentación de aire comprimido con y sin lubricar
- Dos conexiones para alimentación de aire a presión sin lubricar
- Una conexión para alimentación de aire a presión lubricado
- Nuevos cartuchos filtrantes → 34

Dimensiones

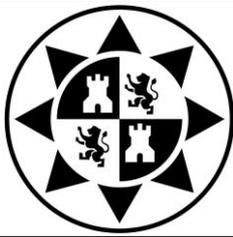
Datos CAD disponibles en → www.festo.com

FRC-...-KA



→ Sentido del flujo

Tipo	B5	B6	D1	H1	H2	H3	L1	L2	L3	L4	L5	L8	L9	L10	T1	T2
Mini																
FRC-...-D-MINI-KA (-A)	144	132	4,3	43	17,5	17,5	193	124	60	68	100	15	19	3	39	95



- Racores estándar



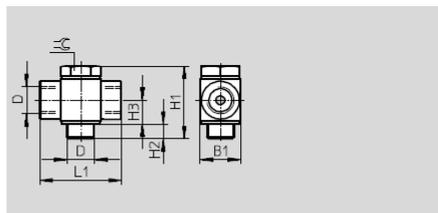
Accesorios

Referencias		Nº art.	Tipo	PE ¹⁾
Racor rápido roscado con hexágono exterior (ejecución Mini)				
	Conexión roscada M5 para diámetro exterior de tubo flexible de	3 mm	153302 QSM-M5-3	10
		4 mm	153304 QSM-M5-4	10
		6 mm	153306 QSM-M5-6	10
	Conexión roscada G ^{1/8} para diámetro exterior del tubo flexible de	4 mm	186264 QSM-G ^{1/8} -4	10
		6 mm	186265 QSM-G ^{1/8} -6	10
Racor rápido roscado con hexágono exterior (ejecución estándar)				
	Conexión roscada G ^{1/8} para diámetro exterior del tubo flexible de	4 mm	186095 QS-G ^{1/8} -4	10
		6 mm	186096 QS-G ^{1/8} -6	10
	Conexión roscada G ^{1/4} para diámetro exterior del tubo flexible de	6 mm	186097 QS-G ^{1/4} -6	10
		8 mm	186099 QS-G ^{1/4} -8	10
		10 mm	186101 QS-G ^{1/4} -10	10
Racor rápido roscado con hexágono interior (ejecución Mini)				
	Conexión roscada M5 para diámetro exterior de tubo flexible de	3 mm	153313 QSM-M5-3-I	10
		4 mm	153315 QSM-M5-4-I	10
		6 mm	153315 QSM-M5-6-I	10
	Conexión roscada G ^{1/8} para diámetro exterior del tubo flexible de	4 mm	186266 QSM-G ^{1/8} -4-I	10
		6 mm	186267 QSM-G ^{1/8} -6-I	10
Racor rápido roscado con hexágono interior (ejecución estándar)				
	Conexión roscada G ^{1/8} para diámetro exterior del tubo flexible de	4 mm	186106 QS-G ^{1/8} -4-I	10
		6 mm	186107 QS-G ^{1/8} -6-I	10
		8 mm	186109 QS-G ^{1/8} -8-I	10
	Conexión roscada G ^{1/4} para diámetro exterior del tubo flexible de	6 mm	186108 QS-G ^{1/4} -6-I	10
		8 mm	186110 QS-G ^{1/4} -8-I	10
		10 mm	186112 QS-G ^{1/4} -10-I	10

- Racores en T. Siete unidades. Nº de artículo 4950. Referencia: TJK-1/4

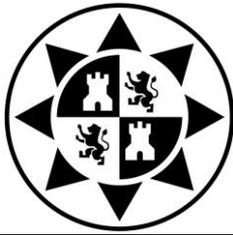
Racor en T TJK

Características del material:
Conformidad con RoHS



Condiciones de funcionamiento y del entorno	
Fluido de trabajo	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:-:-]
Nota sobre el fluido de trabajo/mando	Es posible el funcionamiento con aire comprimido lubricado (lo cual requiere seguir utilizando aire lubricado)

Dimensiones y referencias										
Conexión neumática	Diámetro nominal [mm]	B1	H1	H2	H3	L1	≈C	Nº de art.	Tipo	PE ¹⁾
Rosca M										
M3	1,2	5	10	2	3,3	10	4,5	15874	TJK-M3	10
Rosca G										
G ^{1/8}	4	16	27,1	4,7	9,2	28	13	4949	TJK-1/8	10
G ^{1/4}	6	20	34,3	5,7	11,8	39	17	4950	TJK-1/4	10
G ^{3/8}	8	25	41,3	6,7	14,3	43	22	4951	TJK-3/8	1
G ^{1/2}	12	30	46,6	7,5	17,05	52	27	4952	TJK-1/2	1



3. Tubo.

Empresa: Festo. Producto: PEN 543249 (Diámetro ext = 10 mm. Color natural)

Tubos de material sintético PEN

FESTO

Hoja de datos

Tubo flexible PEN

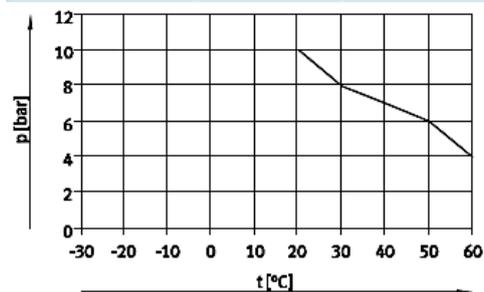
Los tubos de polietileno para aire comprimido se distinguen por ser muy resistentes a sustancias químicas y a la hidrólisis. También son muy resistentes a detergentes y agentes lubricantes y refrigerantes.



Condiciones de funcionamiento y del entorno

Presión de funcionamiento en función de la temperatura [bar]	-0,95 ... +10 → diagrama
Fluido de trabajo	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:--:--] Agua según declaración del fabricante → www.festo.com
Temperatura ambiente [°C]	-30 ... +60
Homologación	TÜV

Presión de funcionamiento p en función de la temperatura t



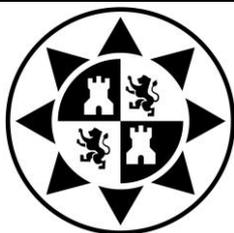
Materiales

Dureza Shore	D 52 ±3
Tubo flexible	PE
Características del material	Conformidad con RoHS Sin cobre ni PIFE



ANEXO 2. CATÁLOGOS

Dimensiones y referencias								
Díámetro exterior	Díámetro interior	Radio de curvatura mín.	Radio de relevancia para el caudal	Peso	Color	Nº art.	Tipo	PE ¹⁾
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m]				[m]
4	2,7	10	20	0,0064	Negro	543240	PEN-4x0,75-SW	50
					Negro	551438	PEN-4x0,75-SW-500	500
					Azul	551456	PEN-4x0,75-BL	50
					Azul	551444	PEN-4x0,75-BL-500	500
					Plateado	551462	PEN-4x0,75-SI	50
					Plateado	551450	PEN-4x0,75-SI-500	500
					Natural	543246	PEN-4x0,75-NT	50
					Verde	551468	PEN-4x0,75-GN	50
					Rojo	551474	PEN-4x0,75-RT	50
					Amarillo	551480	PEN-4x0,75-GE	50
6	4	13,5	26	0,0148	Negro	543241	PEN-6x1-SW	50
					Negro	551439	PEN-6x1-SW-500	500
					Azul	551457	PEN-6x1-BL	50
					Azul	551445	PEN-6x1-BL-500	500
					Plateado	551463	PEN-6x1-SI	50
					Plateado	551451	PEN-6x1-SI-500	500
					Natural	543247	PEN-6x1-NT	50
					Verde	551469	PEN-6x1-GN	50
					Rojo	551475	PEN-6x1-RT	50
					Amarillo	551481	PEN-6x1-GE	50
8	5,7	22,5	35	0,0233	Negro	543242	PEN-8x1,25-SW	50
					Negro	551440	PEN-8x1,25-SW-400	400
					Azul	551458	PEN-8x1,25-BL	50
					Azul	551446	PEN-8x1,25-BL-400	400
					Plateado	551464	PEN-8x1,25-SI	50
					Plateado	551452	PEN-8x1,25-SI-400	400
					Natural	543248	PEN-8x1,25-NT	50
					Verde	551470	PEN-8x1,25-GN	50
					Rojo	551476	PEN-8x1,25-RT	50
					Amarillo	551482	PEN-8x1,25-GE	50
10	7	23,5	40	0,0377	Negro	543243	PEN-10x1,5-SW	50
					Negro	551441	PEN-10x1,5-SW-300	300
					Azul	551459	PEN-10x1,5-BL	50
					Azul	551447	PEN-10x1,5-BL-300	300
					Plateado	551465	PEN-10x1,5-SI	50
					Plateado	551453	PEN-10x1,5-SI-300	300
					Natural	543249	PEN-10x1,5-NT	50
					Verde	551471	PEN-10x1,5-GN	50
					Rojo	551477	PEN-10x1,5-RT	50
					Amarillo	551483	PEN-10x1,5-GE	50



4. Compresor KCT 230-40

KAESER
COMPRESORES

Unidades con acoplamiento directo

- Estructura muy compacta gracias al acoplamiento directo entre el motor y el bloque compresor
- Larga duración gracias a los anillos de teflón de los pistones y a las bajas velocidades de giro (1500 rpm)
- Depósito de aire comprimido con recubrimiento interior



Doble refrigeración

Refrigeración de alta eficacia con doble corriente de aire; la refrigeración interna del cárter del cigüeñal admite una presión máxima de 10 bar (KCT 401 hasta 840).



Accionamiento directo

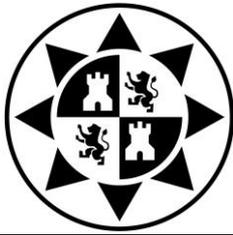
Las unidades con acoplamiento directo son más compactas. No necesitan mantenimiento y funcionan sin pérdidas de transmisión.

Datos técnicos

	7 bar			10 bar, horizontal				10 bar, vertical			
	KCT 110-25	KCT 230-40	KCT 420-100	KCT 401-100	KCT 550-100	KCT 840-100	KCT 840-250	KCT 401-250 St	KCT 550-250 St	KCT 840-250 St	
Volumen de aspiración l/min	110	230	420	400	550	840	840	400	550	840	
Caudal efectivo ¹⁾	a 6 bar	60	150	252	275	376	575	275	376	575	
	a 8 bar	-	-	-	250	345	525	250	345	525	
Depósito de presión ²⁾	l	24	40	90	90	90	250	250	250	250	
Pot. del motor	kW	0,75	1,4 (2,2) ³⁾	2,2	2,4	3	4	4	2,4	3	4
N.º de cilindros		1	2	2	2	2	2	2	2	2	
Vel. giro compresor	rpm	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	
Nivel sonoro ⁴⁾	dB (A)	72	73	75	75	76	78	78	75	76	78
Longitud	mm	640	820	1080	1080	1240	1240	1600	690	700	680
Anchura	mm	290	480	570	480	680	680	660	630	680	
Altura	mm	680	740	840	900	950	1000	1160	1770	1800	1920
Peso	kg	35	60	75	90	100	120	170	135	145	170
Versión con capota silenciadora		Capota sobre carcasa		Capota sobre unidad				Capota sobre unidad			
Nivel sonoro ⁴⁾	dB (A)	62	63	65	65	66	68	65	66	68	

¹⁾Caudal efectivo medido según la norma VDMA, hoja 4362. - ²⁾ Depósito de presión con recubrimiento interior

³⁾ Potencia consumida realmente (potencia máx. del motor) - ⁴⁾ Medición al aire libre acorde a DIN 45635 a 1 m de distancia



5. Pistones.

Empresa: Parker

- **Pistones de sellado transversal.** [P1D-B 050 M S-0100](#)
- **Pistones de sellado longitudinal** [P1D-B 063 M S-0100](#)



P1D Clean

El P1D es el modelo de nuestro nuevo sistema de cilindros ISO totalmente adaptado para la industria de la alimentación. El desarrollo de este modelo de cilindro se ha hecho sobre la base de muchos años de experiencia con los altos requisitos de higiene, materiales y resistencia a la corrosión de un amplio espectro de aplicaciones alimentarias. Se ha puesto un gran énfasis en la precisión del diseño exterior del cilindro, la selección de materiales y la protección anticorrosiva.

Cotas principales de conformidad con la norma internacional ISO/VDMA

Todas las cotas principales de P1D Clean cumplen con las normas vigentes ISO 6431, ISO 15552, VDMA 24562 y AFNOR. La excepción es la cota rectangular algo más grande de las culatas y la camisa debido a la llamada geometría positiva (geometría higiénica, sobresaliente, de fácil limpieza) del tornillo de ajuste de amortiguación y las piezas del sistema con sensores integrados.

Programa completo de accesorios

P1D ofrece un completo programa de accesorios de acuerdo con ISO, VDMA y AFNOR con una gran gama de soportes para vástagos y sujeciones posteriores del cilindro tanto para instalaciones articuladas como fijas. Varios tipos de estas sujeciones se fabrican en acero inoxidable. Los nuevos sensores de tipo "drop-in" están disponibles en modelo con lengüeta o electrónico y varios tipos de contactos y longitud de cable.

Nueva técnica de sensores con protección mecánica

La camisa tiene surcos para los sensores en tres lados del cilindro. Los nuevos sensores de tipo "drop-in" se montan sencillamente y con rapidez en el surco T. El cable y el sensor están protegidos en el surco. Elija el sensor con 3 o 10 metros de cable y contacto de 8 mm o el nuevo contacto M12.

Amortiguación optimizada

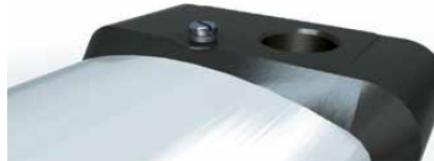
Gracias a la geometría individual del caudal en cada tamaño de cilindro, la amortiguación neumática regulable ha sido optimizada. Ello redundará en una amortiguación suave y eficaz que es más sencilla y rápida para regular.

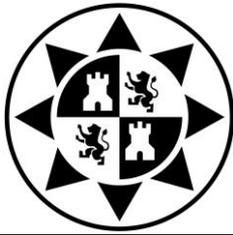
Diseño de alta tecnología común

P1D Clean tiene la misma plataforma técnica que P1D Standard. Gracias a la utilización de los mejores materiales, incluso juntas de poliuretano (PUR), los métodos de fabricación y el cuidadoso diseño detallado, P1D Clean tiene un funcionamiento suave y silencioso y larga duración.

Forma convexa para una higiene óptima

P1D Clean tiene un perfil de camisa convexo que facilita la limpieza del cilindro. Sea cual sea la posición de montaje, los líquidos se escurren en las superficies de camisa.





PDE2570TCES

Cilindros neumáticos - Serie P1D

Fuerzas de los cilindros de doble efecto

Diám. cil. vástago mm	Carrera	Área piston cm ²	Max. fuerza teórica en N (bar)									
			1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
32/12	+	8,0	80	161	241	322	402	483	563	643	724	804
	-	6,9	69	138	207	276	346	415	484	553	622	691
40/16	+	12,6	126	251	377	503	628	754	880	1005	1131	1257
	-	10,6	106	212	318	424	530	636	742	848	954	1060
50/20	+	19,6	196	393	589	785	982	1178	1374	1571	1767	1963
	-	16,5	165	330	495	660	825	990	1155	1319	1484	1649
63/20	+	31,2	312	623	935	1247	1559	1870	2182	2494	2806	3117
	-	28,0	280	561	841	1121	1402	1682	1962	2242	2523	2803
80/25	+	50,3	503	1005	1508	2011	2513	3016	3519	4021	4524	5027
	-	45,4	454	907	1361	1814	2268	2721	3175	3629	4082	4536
100/25	+	78,5	785	1571	2356	3142	3927	4712	5498	6283	7069	7854
	-	73,6	736	1473	2209	2945	3682	4418	5154	5890	6627	7363
125/32	+	122,7	1227	2454	3682	4909	6136	7363	8590	9817	11045	12272
	-	114,7	1147	2294	3440	4587	5734	6881	8027	9174	10321	11468

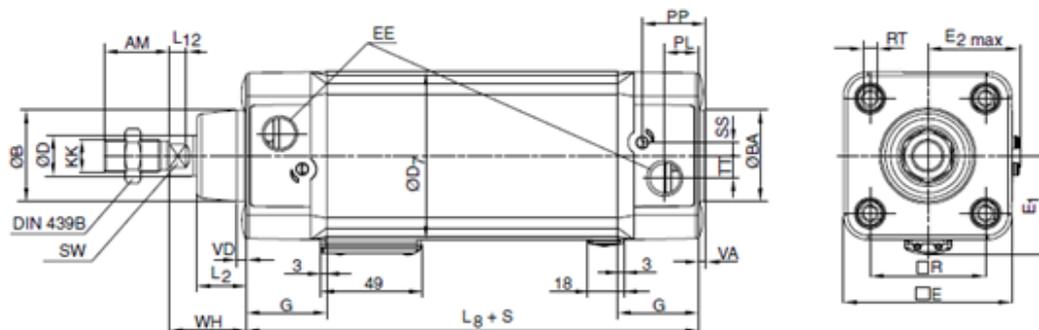
+ = Carrera de salida
- = Carrera de entrada

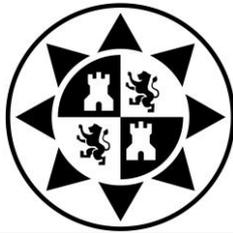
¡Atención!
Seleccionar una fuerza teórica 50-100%
mas grande que la fuerza requerida

Datos generales: P1D

Cilindro, designación	Cilindro diám.		Vástago diám.		rosca	Tramo- amort.	Consumo- aire ²⁾	Rosca conexión	Dim. manguera. Flexible Porting
	mm	cm ²	mm	cm ²					
P1D-•032••-X	32	8,0	12	1,1	M10x1,25	17	0,105	G1/8	4 ó 6.
P1D-•040••-X	40	12,6	16	2,0	M12x1,25	19	0,162	G1/4	4 ó 6.
P1D-•050••-X	50	19,6	20	3,1	M16x1,5	20	0,253	G1/4	8 ó 10.
P1D-•063••-X	63	31,2	20	3,1	M16x1,5	23	0,414	G3/8	8 ó 10.
P1D-•080••-X	80	50,3	25	4,9	M20x1,5	23	0,669	G3/8	-
P1D-•100••-X	100	78,5	25	4,9	M20x1,5	27	1,043	G1/2	-
P1D-•125••-X	125	122,7	32	8,0	M27x2	30	1,662	G1/2	-

La longitud mínima del P1D Clean es de 25 mm (0-2 sensores) y de 100 mm (3-4 sensores).





ANEXO 2. CATÁLOGOS

Ø mm	AM mm	B mm	BA mm	BG mm	D mm	D4 mm	E mm	EE mm	G mm	KK	L2 mm	L8 mm	L9 mm	L12 mm
32	22	30	30	16	12	45,0	50,0	G1/8	28,5	M10x1,25	16,0	94	146	6,0
40	24	35	35	16	16	52,0	57,4	G1/4	33,0	M12x1,25	19,0	105	165	6,5
50	32	40	40	16	20	60,7	69,4	G1/4	33,5	M16x1,5	24,0	106	180	8,0
63	32	45	45	16	20	71,5	82,4	G3/8	39,5	M16x1,5	24,0	121	195	8,0
80	40	45	45	17	25	86,7	99,4	G3/8	39,5	M20x1,5	30,0	128	220	10,0
100	40	55	55	17	25	106,7	116,0	G1/2	44,5	M20x1,5	32,4	138	240	14,0
125	54	60	60	20	32	134,0	139,0	G1/2	51,0	M27x2	45,0	160	290	18,0

Ø mm	PL mm	PP mm	R mm	RT mm	SS mm	SW mm	TT mm	VA mm	VD mm	WH mm	WL mm	WT
32	13,0	21,8	32,5	M6	4,0	10	4,5	3,5	4,5	26	21	M8x1
40	14,0	21,9	38,0	M6	8,0	13	5,5	3,5	4,5	30	23	M10x1,25
50	14,0	23,0	46,5	M8	4,0	17	7,5	3,5	5,0	37	31	M14x1,5
63	16,4	27,4	56,5	M8	6,5	17	11,0	3,5	5,0	37	31	M14x1,5
80	16,0	30,5	72,0	M10	0	22	15,0	3,5	4,0	46	39	M18x1,5
100	18,0	35,8	89,0	M10	0	22	20,0	3,5	4,0	51	39	M18x1,5
125	28,0	40,5	110,0	M12	0	27	17,5	5,5	6,0	65	53	M24x2

S=Carrera

Ø mm	B mm	BA mm	L _a mm	L _g mm	R mm	Tolerancia de carrera hasta 500 mm de carrera	Tolerancia de carrera por encima de 500 mm de carrera
32	d11	d11	±0,4	±2	±0,5	+0,3/+2,0	+0,3/+3,0
40	d11	d11	±0,7	±2	±0,5	+0,3/+2,0	+0,3/+3,0
50	d11	d11	±0,7	±2	±0,6	+0,3/+2,0	+0,3/+3,0
63	d11	d11	±0,8	±2	±0,7	+0,3/+2,0	+0,3/+3,0
80	d11	d11	±0,8	±3	±0,7	+0,3/+2,0	+0,3/+3,0
100	d11	d11	±1,0	±3	±0,7	+0,3/+2,0	+0,3/+3,0
125	d11	d11	±1,0	±3	±1,1	+0,3/+2,0	+0,3/+3,0

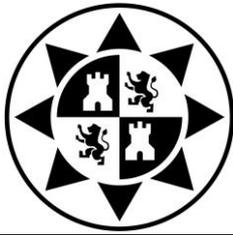
Cilindro, designación	Cilindro diá. mm	área cm ²	Vástago diá. mm	área cm ²	rosca	Tramo- amort. mm	Consumo- aire ²⁾ litros	Rosca conexión	Dim. manguera. Flexible Porting mm
P1D-032-X	32	8,0	12	1,1	M10x1,25	17	0,105	G1/8	4 ó 6.
P1D-040-X	40	12,6	16	2,0	M12x1,25	19	0,162	G1/4	4 ó 6.
P1D-050-X	50	19,6	20	3,1	M16x1,5	20	0,253	G1/4	8 ó 10.
P1D-063-X	63	31,2	20	3,1	M16x1,5	23	0,414	G3/8	8 ó 10.
P1D-080-X	80	50,3	25	4,9	M20x1,5	23	0,669	G3/8	-
P1D-100-X	100	78,5	25	4,9	M20x1,5	27	1,043	G1/2	-
P1D-125-X	125	122,7	32	8,0	M27x2	30	1,662	G1/2	-

Masa total incluyendo partes móviles

Cilindro, designación	Masa total (kg) con carrera de 0 mm			Suplemento masa (kg) para cilindro con bloqueo vástago todos los variantes	Masa total (kg) Complemento por 10 mm carrera		
	Standard	Tie-Rod	Clean/Flex		Standard	Tie-Rod	Clean/Flex
P1D-032-X	0,55	0,54	0,60	0,31	0,023	0,022	0,047
P1D-040-X	0,80	0,79	0,88	0,44	0,033	0,030	0,063
P1D-050-X	1,20	1,20	1,32	0,61	0,048	0,048	0,094
P1D-063-X	1,73	1,73	1,86	1,25	0,051	0,051	0,101
P1D-080-X	2,45	2,47	2,63	2,45	0,075	0,079	0,142
P1D-100-X	4,00	4,00	4,22	3,72	0,084	0,084	0,168
P1D-125-X	6,87	6,73	7,01	6,07	0,138	0,129	0,248

Masa de las partes móviles (para el cálculo de la amortiguación)

Cilindro, designación	Masa piezas móviles (kg) con 0 mm carrera		Complemento por Carrera 10 mm Todas las variantes
	Todas las variantes	Todas las variantes	
P1D-032-X	0,13		0,009
P1D-040-X	0,24		0,016
P1D-050-X	0,42		0,025
P1D-063-X	0,50		0,025
P1D-080-X	0,90		0,039
P1D-100-X	1,10		0,039
P1D-125-X	2,34		0,063



- Pistón de la cuchilla: R422001436. Empresa: Aventics

8 AVENTICS[®]

Cilindro de vástago - Cilindros estandarizados

Cilindro compacto, ISO 21287, Serie CCI

► Ø 16 - 100 mm ► Orificios: M5 - G 1/8 ► De efecto simple, retraído sin presión ► con émbolo magnético

► Amortiguación: elástico ► Vástago: rosca interior



Normas

Conexión de aire comprimido

ISO 21287

rosca interior

Presión de funcionamiento mín/máx

1,5 bar / 10 bar

Temperatura ambiente mín./máx.

-20°C / +80°C

Temperatura del medio mín./máx.

-20°C / +80°C

Fluido

Aire comprimido

Tamaño de partículas máx.

50 µm

contenido de aceite del aire comprimido

0 mg/m³ - 5 mg/m³

Presión para determinar las fuerzas de émbolo

6 bar

Materiales:

tubo de cilindro

aluminio, anodizado

Vástago

acero inoxidable

Tapa frontal

aluminio

Tapa final

aluminio

Junta

poliuretano

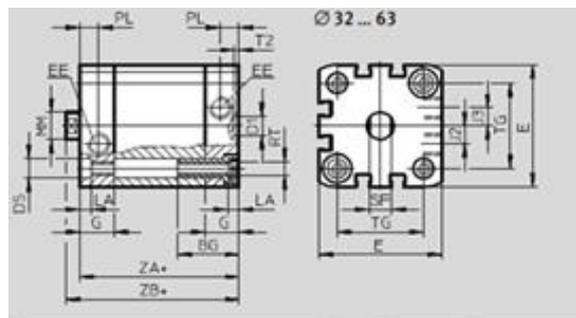
Rascador

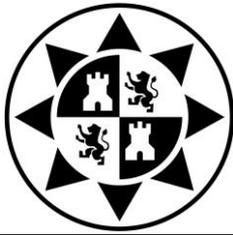
poliuretano

Observaciones técnicas

- El punto de condensación de presión se debe situar como mínimo 15 °C por debajo de la temperatura ambiental y del medio, y debe ser como máx. de 3 °C.
- El contenido de aceite del aire comprimido debe permanecer constante durante toda la vida útil.
- Utilice sólo aceites permitidos por AVENTICS, véase capítulo "Información técnica".

Ø del émbolo	[mm]	16	20	25	32	40	
Fuerza de émbolo durante retracción	[N]	12	13	25	35	43	
Fuerza de émbolo durante extracción	[N]	94	151	234	387	622	
Energía de choque	[J]	0,11	0,15	0,2	0,4	0,52	
Peso	0 mm de carrera	[kg]	0,061	0,101	0,126	0,237	0,309
	+10 mm de carrera	[kg]	0,016	0,023	0,026	0,043	0,052
Carrera máx.	[mm]	25	25	25	25	25	





ANEXO 2. CATÁLOGOS

∅ [mm]	BG mín.	D1 ∅ H9	D5 ∅ F9	E	EE	G	J2	J3	LA +0,2
12	17	9	6	27,5 ^{+0,3}	M5	10,5	2	-	3,5
16	19,5			9		29 ^{+0,3}	11	2,6	
20			35,5 ^{+0,3}			12	6		
25			39,5 ^{+0,3}						
32	26	12	12	47 ^{+0,3}	G $\frac{1}{8}$	15	8	5	
40				54,5 ^{+0,3}			11,5		
50	27	15	15	65,5 ^{+0,3}		16,5	20	2,6	
63				75,5 ^{+0,3}					
80	17	12	15	95,5 ^{+0,6}	21,5	21,15	-		
100	21,5			113,5 ^{+0,6}					
125	20	-	-	134,6 ^{+0,3}	G $\frac{1}{4}$	20	21,15	-	

∅ [mm]	MM ∅	PL +0,2	RT	SF h13	T2 +0,1	TG ±0,2	ZA ±0,3	ZB	
								+1,2	PPS +1,3
12	6	6	M4	5	2,1	16	35	39,2	-
16	8			7		18		39,7	
20	10		M5	9		22	37	42,5	42,5
25				26		39	44,5	45,3	
32	12	M6	10	32,5	44	50	50,6		
40			38	45	51,1	51,7			
50	16	8,2	M8		13	46,5	52,7	53,2	
63				56,5	49	56,5	57		
80	20	10,5	M10	17	72	54	62,9	63,4	
100				89	67	76	76,8		
125	25	M12	21	110	81	92	-		



6. Guía del vástago de sellado transversal

P1E-4KMH-0100. Empresa: PARKER

Cilindros neumáticos - Serie P1D

Guía de vástago

Montaje en P1D con unidad de bloqueo
Si más tarde se desea montar un control de torsión en un modelo P1D con unidad de bloqueo, es necesario que el vástago sea prolongado para llegar a la misma medida WH que el cilindro básico P1D según la tabla que sigue.

Diám. de cilindro	Prolongación de vástago para P1D con unidad de bloqueo vid P1D med läsenhet
mm	mm
32	11
40	14
50	20
63	20
80	26
100	31

P1D con guía de vástago

Los cilindros de la serie P1D pueden equiparse con guía de vástago. El guía de vástago regula el movimiento del vástago y también posibilita que los cilindros absorban los pares torsores del vástago y una fuerza transversal más grande. El guía de vástago está disponible con cojinete liso o cojinete de bolas, además de perfil en H o en U.

La placa de fijación, que tiene agujeros de fijación, está acoplada al vástago con un acoplamiento flexible que impide la acumulación de tensiones en el cilindro.

El cilindro P1D con guía de vástago está disponible para los diámetros 32 a 100 mm con carreras estándar de 25 a 250 mm (posibilidad de carreras especiales hasta 500 mm). El guía de vástago se pide montado en el cilindro, según el código de pedido de la página 30.

A petición del cliente, pueden suministrarse controles de torsión separados según la clave de pedido siguiente.

Datos técnicos

Carga
Temperatura de trabajo

Ver el esquema de la página 36
-20 °C a +80 °C

Especificación de materiales, guía de vástago

Caja
Guías, perfil en H

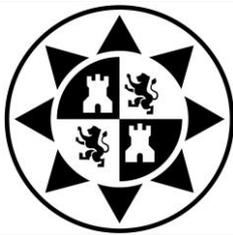
Aluminio anodizado
Acero inoxidable para la versión con cojinete de bolas
Cromado duro para la versión con cojinete liso

Placa de montaje
Guías, perfil en U
Placa de montaje
Cojinetes

Aluminio anodizado
Acero inoxidable
Acero zincado
Cojinete liso
Cojinete de bolas

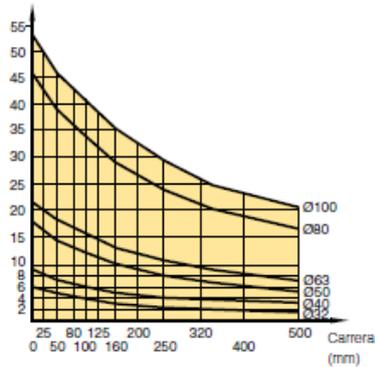
Demás datos según cada cilindro básico.

Modelo de cilindro	Diám. cil. mm	Tipo de guía de vástago	Carrera (mm)
P1E E Cilindro ISO 6431 / VDMA	4 K 32 L 40 M 50 N 63 P 80 Q 100	KRH H Perfil en H, cojinete de bolas J Perfil en H, cojinete liso K Perfil en U, cojinete liso	0100 Como el cilindro básico p. ej. 0100 = 100 mm.

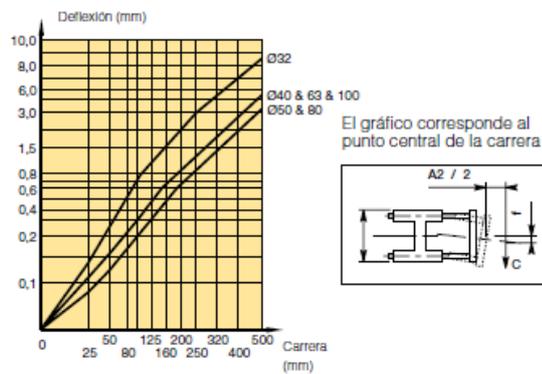


ANEXO 2. CATÁLOGOS

Par máximo permitido (Nm)

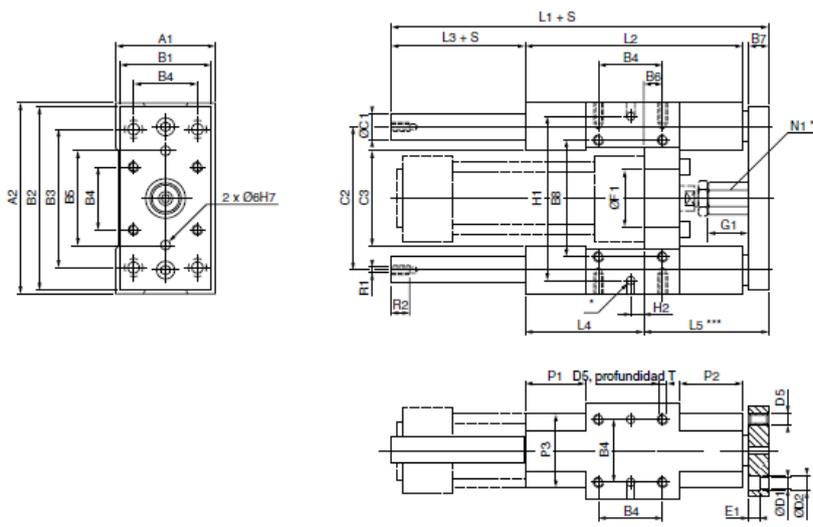


Deflexión máxima / carga máxima



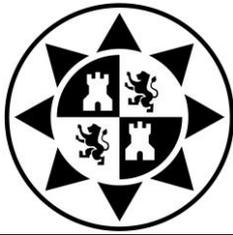
PDE2570TCES
Cilindros neumáticos - Serie P1D

Guía de vástago



Dimensiones, guía de vástago con perfil en H

Ø	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	ØC ₁	C ₂	C ₃	ØD ₁	ØD ₂	D ₅
32	50	97	45	90	78	32,5	50	4,2	12	61	12	73,5	50	6,6	11	M6
40	58	115	54	110	84	38,0	54	11,0	12	69	16	86,5	58	6,6	11	M6
50	70	137	63	130	100	46,5	72	18,8	15	85	20	103,5	70	8,4	15	M8
63	85	152	80	145	105	56,5	82	15,0	15	100	20	118,5	83	8,4	15	M8
80	105	189	100	180	130	72,0	106	21,0	20	130	25	147,0	102	10,5	18	M10
100	130	213	120	200	150	89,0	131	24,5	20	150	25	171,5	125	10,5	18	M10



ANEXO 2. CATÁLOGOS

Ø. mm	E ₁ mm	Ø F ₁ ^{+0,10} mm	G ₁ mm	L ₁ mm	L ₂ mm	L ₃ mm	L ₄ mm	L ₅ mm	N ₁ mm	P ₁ ⁺¹ mm	P ₂ ⁺¹ mm	P ₃ mm	R ₁ mm	R ₂ mm	W mm
32	7	30	17	150	120	15	71	64	17	36	31	40	M6	11	5
40	7	35	24	170	130	25	71	74	17	36	36	44	M6	11	6
50	9	40	27	197	150	24	79	89	24	42	44	50	M8	16	8
63	9	45	27	222	180	24	109	89	24	58	44	60	M8	16	8
80	11	45	32	247	200	24	113	110	30	50	52	70	M10	16	10
100	11	55	32	267	220	24	128	115	30	49	51	70	M10	16	10

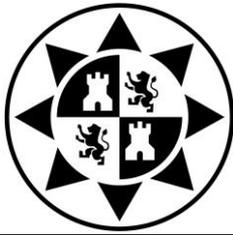
Ø. mm	H ₁ ^{+0,05} mm	H ₂ mm	T mm	Peso carrera de 0 mm kg	Peso complemento por 10 mm carrera kg
32	81	11,7	12	0,970	0,018
40	99	8,0	12	1,550	0,032
50	119	4,2	16	2,560	0,050
63	132	13,0	16	3,570	0,050
80	166	15,0	20	6,530	0,078
100	190	20,5	20	8,760	0,078

S = Carrera

* 6 agujeros Ø6^{H7}, profundidad 10⁺¹⁰

** Hexágono ext.

*** Ajuste mínimo=0, máx.=W



7. Sensores

Referencia de pedido: P8S-GRFLX. (4 unidades). P8S- GRFLX2 (1 unidad).

Empresa: PARKER.

PDE2570TCES

Cilindros neumáticos - Serie P1D

Sensores

Nuevos sensores "drop-in"

Los nuevos sensores para P1D son del tipo "drop-in" que se monta fácilmente desde el lado en el surco de sensor, en una posición optativa a lo largo de la carrera. Los sensores quedan totalmente embutidos y, por tanto, protegidos mecánicamente. Se puede elegir entre sensores electrónicos o sensores Reed, varias longitudes de cable, conectores de 8 mm o los nuevos conectores M12.

Se utilizan los mismos sensores estándar para todas las versiones de P1D; es decir, también para P1D Clean con el sistema de sensores integrados con patente en tramitación. Téngase en cuenta que los sensores con conector de 8 mm o M12 deben tener cable de 1 m de longitud para P1D Clean, a fin de posibilitar la colocación flexible de los sensores en carreras largas.

Para la versión de tirante hay un adaptador de dos cables para el empleo sencillo y flexible de los sensores estándar.

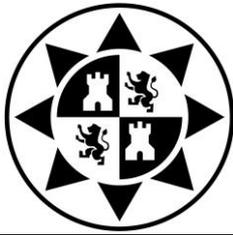


Sensores Reed

Sensores de láminas magnéticas de eficacia demostrada y funcionamiento seguro en numerosas aplicaciones. Entre las ventajas de esta serie de sensores cabe mencionar el montaje fácil, la construcción segura en el cilindro y la indicación clara con LED amarillo.

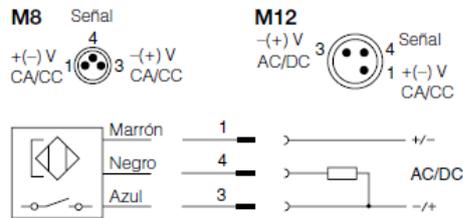
Datos técnicos

Diseño	Láminas magnéticas (elemento Reed)
Montaje	Desde el lado, hacia abajo en el surco de sensores (llamado "drop-in")
Salida	Normalmente abierto, alt. normalmente cerrado
Rango de tensión	10-30 V CA/CC resp. 10-120 V CA/CC 24-230 V CA/CC
Corriente de carga	máx. 500 mA para 10-30 V resp. máx. 100 mA para 10-120 V máx. 30 mA para 24-230 V
Capacidad de desconexión (resistiva)	máx. 6 WVA
Tiempo de activación	mín. 9 mm
Histéresis	máx. 1,5 mm
Precisión de repetibilidad	0,2 mm
Frecuencia de cierre y apertura	máx. 400 Hz
Tiempo de conexión	máx. 1,5 ms
Tiempo de desconexión	máx. 0,5 ms
Clase de protección	IP 67 (EN 60529)
Rango de temperatura	-25 °C a +75 °C
Indicación	LED, amarillo
Material, caja del sensor	PA12
Material, tornillo	Acero inoxidable
Cable	PVC o PUR 3x0,14 mm ² ver la referencia de pedido de cada cable.

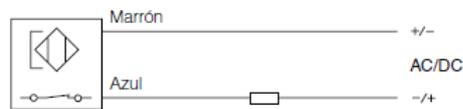


ANEXO 2. CATÁLOGOS

Sensores Reed



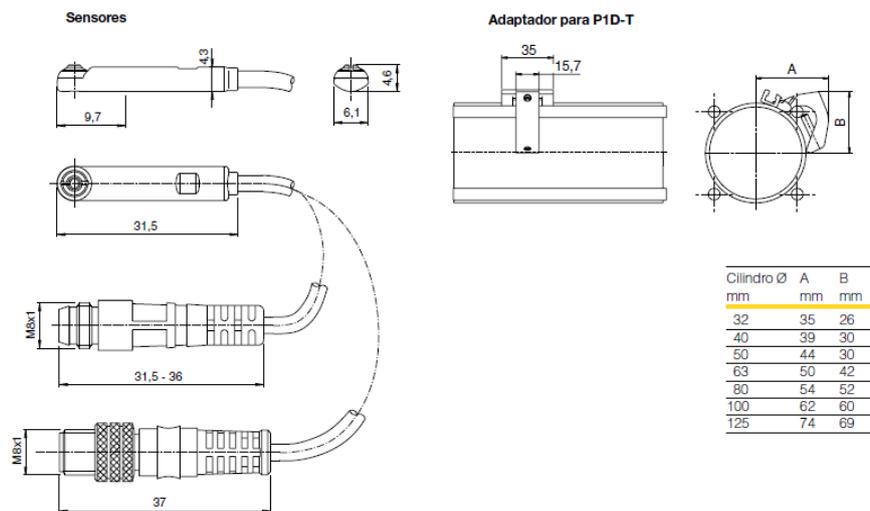
P8S-GCFPX



P8S-GRFLX / P8S-GRFLX2



Dimensiones



Sensores Reed, 10-120 V CA/CC

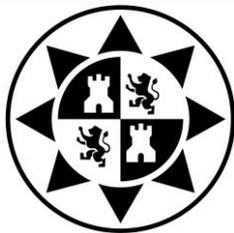
Normalmente abierto cable PVC de 3 m PVC sin conector 0,030

P8S-GRFLX

Sensores Reed, 24-230 V CA/CC

Normalmente abierto cable PVC de 3 m PVC sin conector 0,030

P8S-GRFLX2



8. Motor trifásico asíncrono, 2 HP, 900 rpm.

Referencia de pedido: A7B10000048047. Empresa: SIEMENS.

Motores tipo GP10 (uso general carcasa en fundición gris)

Los motores GP10 son ideales para aplicaciones bajo techo o a la intemperie en atmósferas que contienen humedad, polvo o arena. Estos motores son ideales para aplicaciones en equipos de manejo de materiales, bombas, ventiladores, compresores y aplicaciones generales en la industria.

Especificaciones

- 1 a 200 HP
- Factor de servicio de 1.15, a 40°C ambiente
- 2, 4, 6 y 8 polos
- Trifásicos, 60 Hz, 208-230/460 V hasta armazones 256T
- 230/460V a partir de armazón 284T hasta 405T
- 460 V en armazones 440
- Cumplen con estándares de eficiencia NOM-016-ENER 2002
 - Aislamiento clase F, elevación de temperatura Clase B @1.0 F.S.
 - Diseño NEMA B, servicio continuo
 - Disponible en armazones desde 143T hasta 449T

Características para una larga vida

Carcasa y Escudos - Construidos en fundición gris (escudos de aluminio hasta armazón 256T) para una estructura integral excepcional y resistente a la corrosión, equipado con patas fundidas a la carcasa. Cuenta con drenes de condensación tipo T (T-drains) El dispositivo de levantamiento (cáncamo) se incluye para motores en armazones a partir del 180T.

Rotor - El diseño único en el rotor provee mejoras en la eficiencia debido a la longitud de las barras de aluminio y los anillos finales reducen pérdidas por resistencia. Cada rotor es dinámicamente balanceado con el propósito de alargar la vida de los rodamientos y se incluye una flecha fabricada en acero al carbón (C1045) para ofrecer un máximo desempeño.

Estator - Fabricado con laminaciones de acero con grado eléctrico Premium y alambre magneto de cobre para así reducir pérdidas y elevar la eficiencia. El diseño único en el paquete de laminaciones del estator disminuye la densidad de flujo e incrementa la capacidad de enfriamiento. Una mayor sección transversal en los conductores permite reducir las pérdidas por resistencia en el estator.

Aislamiento - Motores provistos con un sistema de aislamiento para uso con inversor Clase F no higroscópico con elevación de temperatura NEMA Clase B que proporciona un margen extra respecto a la vida térmica de los devanados. El sistema de barnizado utilizado asegura una máxima penetración en los devanados obteniendo protección contra la humedad, corrosión y sobrecargas eléctricas. Este sistema de aislamiento cumple o excede con lo requerido por la norma NEMA MG1-2006, parte 31. Todos los motores adecuados para uso con variador de frecuencia.

Ventilación - Un ventilador bi - direccional antichispas es colocado en la flecha del motor. Su diseño reduce pérdidas y ruido, mejora el flujo de aire obteniendo una óptima ventilación. El capuchón metálico es ofrecido en todos los tamaños de armazón.

Rodamientos - Son sobredimensionados, prelubricados en tamaños 143T - 256T y reengrasables en armazones 284T a 449T. Cuenta con dispositivos de lubricación Alemite a la entrada y tubo de alivio de grasa a la salida para facilitar su mantenimiento (armazones 284T - 449T). Son equipados en lado de accionamiento y la del ventilador con sellos tipo V-Ring.

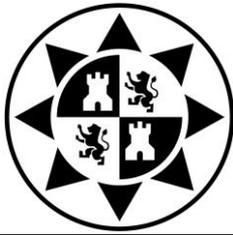
Lubricación - Grasa a base de poliurea especialmente formulada para altas temperaturas es utilizada para proporcionar hasta cuatro veces la vida de lubricación de otras grasas.

Caja de conexiones - Con dimensiones mayores a los estándares industriales, provista de un corte diagonal, empaques de neopreno y permite la rotación en intervalos de 90° para facilitar y agilizar su conexión. Dispositivo de puesta a tierra dentro de la caja y terminales clara y permanentemente marcadas. Su construcción es de aluminio para tamaños 143T a 256T, acero para tamaños 284T a 405T y en fundición gris a partir del tamaño 444T.

Resistencia a la corrosión - Construcción en fundición gris, ventilador de polipropileno, tornillería galvanizada, pintura esmalte epoxica y placa de datos de aluminio resistente a la corrosión.

Modificable y personalizado - Todos los motores Siemens cuentan con una amplia variedad de modificaciones que hacen posible cumplir con el motor específico que usted necesita.





ANEXO 2. CATÁLOGOS

- Características generales:

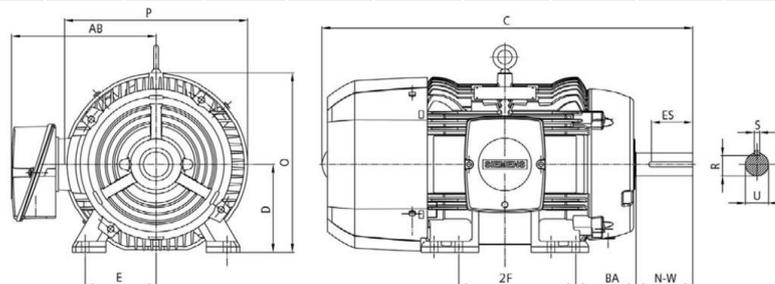
Potencia en HP	RPM	Voltaje	Armazón	Catálogo Spiridon	Corriente Nominal A	Eficiencia Nominal %	Peso Kg
0.75	1800	208-230/460	143T	A7B10000048469	1.1	82.5	27
	1200	208-230/460	143T	A7B10000048474	1.2	80.0	29
	900	208-230/460	145T	A7B10000048475	2.1	72.0	29
1	3600	208-230/460	143T	A7B10000047493	1.4	80.0	30
	1800	208-230/460	143T	A7B10000047514	1.5	82.5	31
	1200	208-230/460	145T	A7B10000047515	1.6	80.0	31
	900	208-230/460	182T	A7B10000048042	2.1	81.5	49
1.5	3600	208-230/460	143T	A7B10000048041	2.0	82.5	30
	1800	208-230/460	145T	A7B10000047516	2.2	84.0	33
	1200	208-230/460	182T	A7B10000048043	2.4	85.5	47
	900	208-230/460	184T	A7B10000048044	3.0	82.5	54
2	3600	208-230/460	145T	A7B10000048045	2.6	84.0	31
	1800	208-230/460	145T	A7B10000047517	3.0	84.0	34
	1200	208-230/460	184T	A7B10000048046	3.1	86.5	52
	900	208-230/460	213T	A7B10000048047	3.3	84.0	65

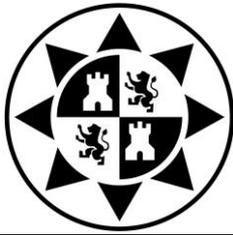
- Parámetros:

HP	Velocidad		armazón	Corriente A			kVA/ Letra de Código	Eficiencia nominal %			Factor de potencia %			Torque		Conexión	
	Síncrona RPM	A plena carga RPM		en vacío	plena carga	Arranque		1/2	%	plena carga	1/2	%	plena carga	plena carga [Lb-Ft]	Arranque %		Torque Máx. %
0.5	900	870	143T	1.2	1	6.3	M	62.0	69.0	72.0	31	41	50	3	150	230	Y
0.75	1800	1750	143T	0.8	1	10	M	77.0	81.0	82.5	55	67	75	2.3	330	430	Y
	1200	1150	145T	0.7	1	6.5	J	78.8	80.7	80.0	54	67	75	3.4	180	300	Y
	900	860	145T	1.5	2.1	9	K	67.0	71.2	72.0	39	51	61	4.5	180	250	Y
1	3600	3520	143T	0.8	1.4	14	N	75.5	79.0	80.0	63	74	81	1.5	240	460	Y
	1800	1750	143T	1.0	1.5	13	M	80.0	82.5	82.5	53	66	76	3.0	290	410	Y
	1200	1150	145T	1.0	1.6	9	J	79.5	81.0	80.0	53	66	73	4.6	190	300	Y
	900	870	182T	1.5	2.1	9	J	77.0	80.0	81.5	36	47	56	6.0	210	390	Y
1.5	3600	3490	143T	0.9	2.0	16	L	81.5	83.5	82.5	69	81	85	2.3	220	380	Y
	1800	1750	145T	1.4	2.2	20	M	82.0	84.0	84.0	55	69	76	4.5	340	420	Y
	1200	1170	182T	1.4	2.4	15	K	84.0	85.5	85.5	52	64	68	6.7	220	420	Y
	900	865	184T	2.3	3.0	17	H	78.5	82.0	82.5	35	47	56	9.1	220	380	Y
2	3600	3495	145T	1.2	2.6	23	L	82.5	84.5	84.0	66	78	85	3.0	230	400	Y
	1800	1740	145T	1.8	3.0	25	L	83.0	84.5	84.0	54	68	77	6.0	370	440	Y
	1200	1170	184T	1.8	3.1	25	K	85.0	87.0	86.5	49	61	70	9.0	230	400	Y
	900	870	213T	2.0	3.3	16	H	84.0	84.5	84.0	51	63	68	12.1	170	340	Y

- Características dimensionales:

Dimensiones en pulgadas												
Armazón	S	R	ES	C	E	2F	BA	N-W	O	P	AB	U
143T	0,188	0,771	1,41	12,74	2,75	4	2,25	2,25	7,5	8,2	6,9	0,875
145T	0,188	0,771	1,41	13,89	2,75	5	2,25	2,25	7,5	8,2	6,9	0,875
182T	0,25	0,986	1,82	15,19	3,75	4,5	2,75	2,75	9,2	8,78	7,8	1,125
184T	0,25	0,986	1,82	16,2	3,75	5,5	2,75	2,75	9,2	8,78	7,8	1,125
213T	0,312	1,201	2,44	18,56	8,5/2	5,5	3,5	3,38	10,67	10,32	9,45	1,375





9. Variador de frecuencia

Micromaster 420 SIEMENS con tensión de alimentación de 230 V para motor con potencia nominal de 2 HP. Referencia: 6SE64202UC215BA1

MM420 y MM440 Especificaciones técnicas

Especificaciones

El MICROMASTER 4ª generación tiene un diseño modular que le permite la colocación frontal de paneles de operación, módulos de comunicación y opciones de control en forma manual.

Características

- Temperatura de operación desde -10°C hasta +50°C.
- Montaje lateral sin espacios intermedios en todos los tamaños, con esto se reduce el espacio interior ocupado en los gabinetes.
- Fácil alambrado; las conexiones de alimentación, salida al motor y las terminales de control se encuentran todas accesibles por la parte frontal y se encuentran separadas para garantizar compatibilidad electromagnética.
- Los paneles de operación son descamotables en forma frontal.
- Terminales de control sin tornillos (cage clamp).

Opciones

- Reactores de entrada con las mismas dimensiones de montaje (plantilla) que el variador de capacidad equivalente.
- Reactores de salida con las mismas dimensiones de montaje (plantilla) que el variador de capacidad equivalente.
- Panel de operador básico (BOP) para fácil programación.
- Panel de operador avanzado (AOP), con pantalla de textos alfanumérica y multi lenguaje (5 idiomas).
- Kit de operación para panel de operación avanzado.
- Módulo de comunicación PROFIBUS-DP. Kit de montaje NEMA 4 para montaje en puerta.

Protecciones

- En los modelos MM420 capacidades de sobrecarga del 150% considerando corriente nominal por un periodo de 60 segundos.
- En los modelos MM440 capacidad de sobrecarga de 200% considerando corriente nominal por un periodo de 3 segundos.
- Protección contra sobre/bajo voltaje.
- Protección contra sobretensión en el inversor.
- Protección en el motor a través de PTC vía entrada digital.
- Protección contra falla a tierra.
- Protección contra corto circuito fase a fase.



- Protección térmica I²t en el motor.
- Protección contra rotor bloqueado.
- Bloque de parámetros vía clave personal (PIN).

Normas internacionales

Los MICROMASTER 4ª generación están listados UL y cUL y ostentan la marca CE de conformidad con las directrices de bajo voltaje y cumplirán con la norma de compatibilidad electromagnética con la inclusión de filtros (integrados y/o opcionales) adecuados.

Opciones del MM 4ª generación

Kit de conexión del PC al convertidor

Este kit permite al convertidor ser monitoreado a través de nuestro software Simovis (incluido en cada convertidor). Facilita la programación, lectura y descarga un conjunto de parámetros, así como el control del convertidor a una PC. El kit incluye una tarjeta adaptadora de 9 pines RS232 la cual se conecta a la parte frontal del convertidor y un cable standard RS232 (3 metros) para una comunicación confiable punto – punto entre el convertidor y la PC.

Kit de conexión PC al Panel Operación Avanzado AOP

El kit de conexión PC al AOP permite una programación "fuera de línea" de un panel avanzado archivando conjuntos de parámetros con el software suministrado. El kit incluye, un cable standard RS232 (3 metros) con conector DV9 y una fuente de poder.

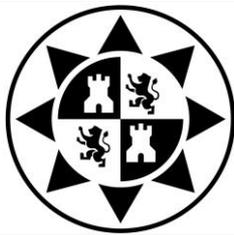
Kit de control individual para ambos paneles BOP/AOP

El kit de montaje a puerta BOP/AOP permite que el panel de operador sea fácilmente montado en la puerta del gabinete manteniendo el grado de protección IP 56 (~NEMA4).

El kit contiene todo el hardware necesario para realizar el montaje, así como una tarjeta adaptadora RS232 con terminales sin tornillos para su fácil montaje.

Kit de control múltiple para el panel avanzado

En forma similar al anterior, el kit de control múltiple incluye una interfase RS232 para programación vía PC, también incluye una interfase RS485 para conectar en red hasta 31 esclavos. En dicha red cada convertidor puede ser direccionalmente controlado y programado desde un panel avanzado, o bien el panel avanzado puede servir como un bus maestro y "telegrafiar" arranque, paro, jog simultáneamente a todos los convertidores.



MM420 y MM440

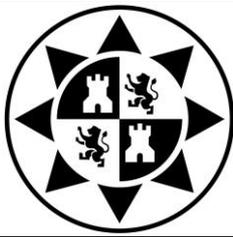
Especificaciones técnicas

	MICROMASTER 420	MICROMASTER 440																																																
Tensión de alimentación 220 V a 240 V 1 CA ± 10% 200 V a 240 V 3 CA ± 10% 380 V a 480 V 3 CA ± 10%	Potencia en par constante 1/6 HP a 4 HP 1/6 HP a 7.5 HP 1/2 HP a 15 HP -	Potencia en par constante 1/6 HP a 4 HP 1/6 HP a 7.5 HP 1/2 HP a 15 HP 1 HP a 100 HP																																																
Frecuencia de entrada	47 Hz a 63 Hz	47 Hz a 63 Hz																																																
Frecuencia de salida	0 Hz a 650 Hz	0 Hz a 650 Hz																																																
Factor de potencia	≥ 0.95	≥ 0.95																																																
Eficiencia del convertidor	96 % a 97 %	96 % a 97 %																																																
Capacidad de sobrecarga	1.5 veces corriente nominal por 60 segundos (cada 300 segundos)	1.5 veces corriente nominal por 60 segundos (cada 300 segundos) o 2.0 veces corriente nominal por 3 segundos (cada 60 segundos)																																																
Método de control	Control de corriente de flujo (FCC); curva V/Hz programable; curva lineal V/Hz; curva cuadrática V/Hz	Control vectorial de lazo cerrado como opción; control vectorial sin sensores de retroalimentación; control de corriente de flujo (FCC); curva V/Hz programable; curva lineal V/Hz; curva cuadrática V/Hz																																																
Frecuencia de pulsación	2 hHz a 16 kHz (en escalones de 2 kHz)	2 hHz a 16 kHz (en escalones de 2 kHz)																																																
Frecuencias fijas	7 programables	15 programables																																																
Frecuencias inhibidas	4 programables	4 programables																																																
Resolución	0.01 Hz digital 0.01 Hz serial 10 bit analógico	0.01 Hz digital 0.01 Hz serial 10 bit analógico																																																
Entradas digitales	3 más una opcional, totalmente programables	6 más dos opcionales, totalmente programables																																																
Entradas analógicas	1 para el setpoint o entrada PI (0 a 10 V), programable como 4ª entrada digital	2 para el setpoint o entrada PI (0 a 10 V, 0-20 mA, o -10 a +10 V), programable como 7ª y 8ª entradas digitales																																																
Relevadores de salida	1 normalmente abierto, configurable, 30 V CCI5 A (resistivo), 250 V CA/2 A (inductivo)	3 configurables, 30 V CCI5 A (resistivo), 250 V CA/2 A (inductivo)																																																
Salida analógica	1 programable (0/4 mA a 20 mA)	2 programables (0/4 mA a 20 mA)																																																
Interfases seriales	RS-485, opcional	RS-485, opcional RS-232																																																
Frenado	RS-232 Inyección de CC, frenado compuesto	Inyección de CC, frenado compuesto, transistor de frenado incorporado en todos los tamaños																																																
Protección mecánica	IP 20	IP 20																																																
Temperatura de operación	-10 °C a +50 °C	Par constante -10 °C a +50 °C Par variable -10 °C a +40 °C																																																
Temperatura de almacenaje	-40 °C a +70 °C	-40 °C a +70 °C																																																
Humedad	95% sin condensación	95% sin condensación																																																
Altitud de operación	Hasta 1000 metros sin aplicar factor de corrección	Hasta 1000 metros sin aplicar factor de corrección																																																
Protecciones	<ul style="list-style-type: none"> bajo voltaje falla a tierra corto circuito sobretensión del motor I² t sobretensión de tura del motor via PTC o sobretensión del convertidor protección parámetros vía código confidencial sobre voltaje sobrecarga rotor bloqueado 	<ul style="list-style-type: none"> bajo voltaje falla a tierra corto circuito sobretensión del motor I² t sobretensión del motor via PTC o sobretensión del convertidor protección parámetros vía código confidencial sobre voltaje sobrecarga rotor bloqueado 																																																
Normas	UL, cUL I4	UL, cUL I4																																																
Dimensiones	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamaño</th> <th>F x A x P (mm)</th> <th>Peso (Kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A:</td> <td>73 x 173 x 149</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>B:</td> <td>149 x 202 x 172</td> <td>3.3</td> </tr> <tr> <td>C:</td> <td>185 x 245 x 195</td> <td>5.0</td> </tr> </tbody> </table>	Tamaño	F x A x P (mm)	Peso (Kg)	A:	73 x 173 x 149	1.0	B:	149 x 202 x 172	3.3	C:	185 x 245 x 195	5.0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamaño</th> <th>F x A x P (mm)</th> <th>F x A x P (pulg)</th> <th>Peso (Kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A:</td> <td>73 x 173 x 149</td> <td>2.87 x 6.81 x 5.86</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>B:</td> <td>149 x 202 x 172</td> <td>5.86 x 7.95 x 6.79</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td>C:</td> <td>185 x 245 x 195</td> <td>7.28 x 9.64 x 7.68</td> <td>5.7</td> </tr> <tr> <td>D:</td> <td>275 x 520 x 245</td> <td>10.83 x 20.47 x 9.64</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>E:</td> <td>275 x 650 x 245</td> <td>10.83 x 25.59 x 9.64</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>F:</td> <td>350 x 850 x 320</td> <td>13.98 x 33.46 x 12.59</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>FX:</td> <td>330 x 1555 x 360</td> <td></td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>GX:</td> <td>330 x 1875 x 560</td> <td></td> <td>190</td> </tr> </tbody> </table>	Tamaño	F x A x P (mm)	F x A x P (pulg)	Peso (Kg)	A:	73 x 173 x 149	2.87 x 6.81 x 5.86	1.3	B:	149 x 202 x 172	5.86 x 7.95 x 6.79	3.4	C:	185 x 245 x 195	7.28 x 9.64 x 7.68	5.7	D:	275 x 520 x 245	10.83 x 20.47 x 9.64	17	E:	275 x 650 x 245	10.83 x 25.59 x 9.64	22	F:	350 x 850 x 320	13.98 x 33.46 x 12.59	56	FX:	330 x 1555 x 360		110	GX:	330 x 1875 x 560		190
Tamaño	F x A x P (mm)	Peso (Kg)																																																
A:	73 x 173 x 149	1.0																																																
B:	149 x 202 x 172	3.3																																																
C:	185 x 245 x 195	5.0																																																
Tamaño	F x A x P (mm)	F x A x P (pulg)	Peso (Kg)																																															
A:	73 x 173 x 149	2.87 x 6.81 x 5.86	1.3																																															
B:	149 x 202 x 172	5.86 x 7.95 x 6.79	3.4																																															
C:	185 x 245 x 195	7.28 x 9.64 x 7.68	5.7																																															
D:	275 x 520 x 245	10.83 x 20.47 x 9.64	17																																															
E:	275 x 650 x 245	10.83 x 25.59 x 9.64	22																																															
F:	350 x 850 x 320	13.98 x 33.46 x 12.59	56																																															
FX:	330 x 1555 x 360		110																																															
GX:	330 x 1875 x 560		190																																															

MICROMASTER 420

Tabla de selección

Potencia kW	Corriente entrada HP	Corriente salida A	Tamaño A	Tipo	Micromaster 420 sin filtro	Reactancia de entrada
Tensión alimentación (200-240 V) ± 10% 1ø/3ø						
0.12	0.16	0.7	0.9	A	6SE6420UC112AA1	6SE64003CC003AC3
0.25	0.33	1.7	1.7	A	6SE6420UC125AA1	6SE64003CC003AC3
0.37	0.50	2.4	2.3	A	6SE6420UC137AA1	6SE64003CC005AC3
0.55	0.75	3.1	3.0	A	6SE6420UC155AA1	6SE64003CC005AC3
0.75	1.0	4.3	3.9	A	6SE6420UC175AA1	6SE64003CC005AC3
1.1	1.5	6.2	5.5	B	6SE6420UC2118AA1	6SE64003CC008B3
1.5	2.0	8.3	7.4	B	6SE6420UC2158A1	6SE64003CC0148D3
2.2	3.0	11.3	10.4	B	6SE6420UC2228A1	6SE64003CC0148D3
3.0	4.0	15.6	13.6	C	6SE6420UC230CA1	6SE64003CC017CC3
*4.0	5.0	19.7	17.5	C	6SE6420UC240CA1	6SE64003CC035CD3
*5.5	7.5	26.3	22.0	C	6SE6420UC255CA1	6SE64003CC035CD3
Tensión alimentación (380-480 V) ± 10% 3ø						
0.37	0.50	1.6	1.2	A	6SE6420UD137AA1	6SE64003CC002AD3
0.55	0.75	2.1	1.6	A	6SE6420UD155AA1	6SE64003CC002AD3
0.75	1.0	2.8	2.1	A	6SE6420UD175AA1	6SE64003CC004AD3
1.1	1.5	4.2	3.0	A	6SE6420UD211AA1	6SE64003CC004AD3
1.5	2.0	5.8	4.0	A	6SE6420UD215AA1	6SE64003CC006AD3
2.2	3.0	7.5	5.9	B	6SE6420UD2228A1	6SE64003CC0108D3
3.0	4.0	10.0	7.7	B	6SE6420UD230BA1	6SE64003CC0108D3
4.0	5.0	12.8	10.2	B	6SE6420UD240BA1	6SE64003CC0148D3
5.5	7.5	17.3	10.2	C	6SE6420UD255CA1	6SE64003CC022CD3
7.5	10.0	23.1	18.4	C	6SE6420UD275CA1	6SE64003CC022CD3
11	15.0	33.8	26.0	C	6SE6420UD311CA1	6SE64003CC035CD3



10. Poleas

Referencia: Polea dentada HTD 40-8M-20 (2 unidades). Manutec



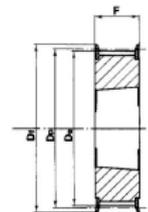
Poleas dentadas HTD® para casquillos cónicos



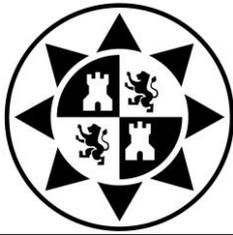
Poleas dentadas HTD® para casquillos cónicos

HTD® 8M-20

CARATTERISTICHE FEATURES MERKMALE CARACTERÍSTICAS		CODICE CODE SYMBOL FABRIKNUMMER CODE SYMBOLE NUMERO DE FABRICA	TIPO TYPE TYP TIPO	TIPO FLANGIA FLANGES TYPE BODENSCHIBEN TYP TIPO FLAQUELES TIPO TAPETAS	BUSSOLA BUSH BUCHSE MOYEU CASQUILLO	FORD MAX. MAX. BORE MAX. BOHRUNG ALESAGE MAX. AGUJERO MAX.	Dp	De	Df	Dm	Di	F	S	R	PESO WEIGHT POIDS PESO kg
ACCIAIO STÄHL ACIER ACERO	CON FLANGIA MIT FLANSCHER CON FLAQUELES CON TAPETAS	22-8M-20	5F	F22	1108	25	56,02	54,65	60	—	37	28	22	6	0,25
		24-8M-20	5F	F25	1108	25	61,12	59,75	66	—	44	28	22	6	0,30
		26-8M-20	5F	F26	1108	25	66,21	64,84	70	—	45	28	22	6	0,36
		28-8M-20	5F	F27	1108	25	71,30	70,08	75	—	50	28	22	6	0,44
		30-8M-20	5F	F29	1108	25	76,39	75,13	83	—	58	28	22	6	0,53
		32-8M-20	5F	F30	1610	42	81,49	80,16	87	—	63	28	25	3	0,42
		34-8M-20	5F	F31	1610	42	86,58	85,22	91	—	64	28	25	3	0,55
		36-8M-20	5F	F33	1610	42	91,67	90,30	97	—	68	28	25	3	0,68
		38-8M-20	5F	F34	1610	42	96,77	95,39	102	—	72	28	25	3	0,80
		40-8M-20	5F	F35	1610	42	101,86	100,49	106	—	76	28	25	3	1,00
		44-8M-20	8F	F38	2012	50	112,05	110,67	120	93	—	28	32	4	1,20
		48-8M-20	8F	F40	2012	50	122,23	120,86	128	96	—	28	32	4	1,60
		56-8M-20	8F	F48	2012	50	142,60	141,23	150	110	—	28	32	4	2,40
		64-8M-20	8WF	F52	2012	50	162,97	161,60	168	110	137	28	32	4	2,70
72-8M-20	8WF	F57	2012	50	183,35	181,97	192	110	158	28	32	4	3,30		
GHISA ON GRAJADIS FONTE FERRO FUNDICO	SENZA FLANGIA OHNE FLANSCHER SIN TAPETAS	80-8M-20	8W		2012	50	203,72	202,35	—	110	180	28	32	4	3,50
		90-8M-20	8A		2012	50	229,18	227,81	—	110	204	28	32	4	3,65
		144-8M-20	8A		2517	60	366,69	365,32	—	125	336	28	32	4	4,80



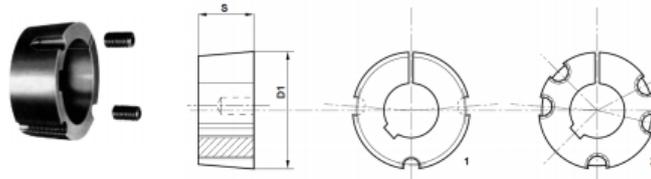
tipo 3F



11. Manguitos de montaje

Código de pedido: Taper Lock 1615-b10-t38,3 (1 unidad)

Código de pedido: Taper Lock 1615-b8-t28,3 (1 unidad)

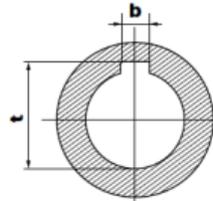


Perforaciones para ejes métricos.

Tipo	Perf. Desde Hasta (mm)	Torque Nm	Tomillo	D1 mm	Tipo	S mm	Peso Kg
1008	9-25	136	1/4" x 1/2"	35.0	1	22.3	0.16
1108	9-25;28"	147	1/4" x 1/2"	38.0	1	22.3	0.16
1210	11-32	407	3/8" x 5/8"	47.5	1	25.4	0.32
1215	14-28	407	3/8" x 5/8"	47.5	1	38.1	0.50
1610	14-38; 40*42"	486	3/8" x 5/8"	57.0	1	25.4	0.41
1615	14-38; 40*42"	486	3/8" x 5/8"	57.0	1	38.1	0.60
2012	14-48; 50"	808	7/16" x 7/8"	70.0	1	31.8	0.75
2517	16-60	1310	1/2" x 1"	85.5	1	44.5	1.06
3020	25-75	2710	5/8" x 1.1/4"	108.0	1	50.8	2.50
3030	35-75	2710	5/8" x 1.1/2"	108.0	1	76.2	3.75
3525	35-80	5060	1/2" x 1.1/2"	127.0	2	64.9	4.20
3535	35-85; 90"	5060	1/2" x 1.1/2"	127.0	2	88.9	5.13
4030	40-90; 100"	8740	5/8" x 1.1/2"	146.0	2	76.2	6.75
4040	40-90; 100"	8740	5/8" x 1.3/4"	146.0	2	101.6	7.68
4545	55-90; 100"	12400	3/4" x 2"	162.0	2	115.0	10.56
5050	70-125	12400	7/8" x 2.1/4"	177.6	2	127.0	15.17

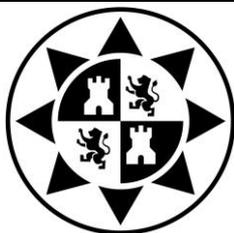
Dimensiones De Los Chaveteros (mm)

D		b	t	Medidas de los chavetero para ejes marcados con *
Mas de...	Hasta...			
10	12	4	D + 1.8	
12	17	5	D + 2.3	
17	22	6	D + 2.8	
22	30	8	D + 3.3	
30	38	10	D + 3.3	
38	44	12	D + 3.3	
44	50	14	D + 3.8	
50	58	16	D + 4.3	
58	65	18	D + 4.4	
65	75	20	D + 4.9	
75	85	22	D + 5.4	
85	95	25	D + 5.4	
95	110	28	D + 6.4	
110	130	32	D + 7.4	



D*	b	t
28"	8	D+1.3
35"	10	D+1.3
40*/42"	12	D+1.3
50"	14	D+2.8
90"	25	D+3.4
100"	28	D+5.4

NOMENCLATURA: Cada bushing Taper Lock esta definido por 4 digitos que representan 2 números, el primer par de números representa el diámetro máximo de eje, y el segundo par representa la longitud del bushing. Ejemplo el bushing 1210, el eje máximo es 1.1/4" y tiene un largo de 1 pulgada.



12. Correas

Referencia de pedido: 560-8M-20. Empresa: Manutec

manutec^{sa}

CORREAS SÍNCRONAS PARA TRANSMISIONES DE ALTO PAR

POWERGRIP® HTD® 8M, 14M & 20M
Correa síncrona de caucho con perfil de los dientes HTD®

La geometría curvilínea de los dientes de la correa PowerGrip® HTD® elimina la concentración de tensión en la base de los dientes, lo que permite aumentar las prestaciones y la duración. Las correas PowerGrip® HTD® 8M, 14M y 20M son particularmente adecuadas para transmisiones de alto rendimiento. Gracias a su larga duración y bajo coste de mantenimiento, sirven para aplicaciones en máquinas herramientas, la industria textil y papelera.



Identificación

Código de tres cifras impreso en el dorso de la correa, indicando la longitud primitiva, el paso y el ancho de la correa en milímetros.

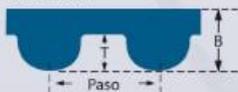
Construcción

- El dentado de forma curvilínea especial mejora la distribución de la tensión y permite una carga total más alta.
- Los dientes de elastómero están acabados y espaciados con precisión para que la correa encaje de manera uniforme en las gargantas de la polea.
- Un fuerte revestimiento de nylon protege los dientes.
- Las cuerdas de tracción son fuertes, flexibles y resistentes a la dilatación.
- El dorso resistente de elastómero protege la correa de la contaminación ambiental y del desgaste causado por la fricción si se transmite la potencia por el dorso de la correa.
- Las correas con pasos 8M y 14M son conformes a la serie ISO 13050.

Ventajas

- Potencia de transmisión hasta 1.000 kW.
- No hay deslizamiento. El engranaje suave de los dientes de la correa PowerGrip® HTD® en la polea elimina las variaciones de velocidad.
- Amplia gama de velocidades.
- Funcionamiento económico. No se necesita lubricar ni ajustar la correa por causa del estiramiento o desgaste.
- Eficacia mecánica elevada. La construcción de la correa minimiza la acumulación de calor. Se reduce la tensión de la correa, ya que no se necesita fricción para transmitir la carga.
- Velocidad constante de la polea receptora.
- Larga duración gracias a la excelente resistencia a la abrasión en aplicaciones en las que las cadenas o engranajes se gastan en pocos meses.
- PowerGrip® HTD® 14M: tienen **conductividad estática (ISO 9563)** y se pueden utilizar por consiguiente en las condiciones descritas en la norma 94/9/EC - ATEX.

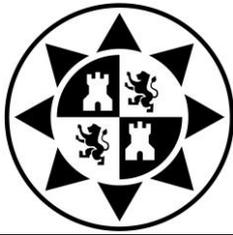
Secciones y dimensiones nominales



	Paso mm	T mm	B mm
8M	8,0	3,4	6,0
14M	14,0	6,1	10,0
20M	20,0	8,4	13,2

NOTA

Para un uso correcto de la correa, consulte el "Manual de diseño para correas síncronas" de Gates (E/20099, disponible en inglés, francés y alemán).



8M

Paso: 8 mm

Descripción	Long. primitiva mm	Número de dientes
264-8M	264	33
320-8M	320	40
376-8M	376	47
384-8M	384	48
424-8M	424	53
480-8M	480	60
512-8M	512	64
520-8M	520	65
560-8M	560	70
576-8M	576	72
600-8M	600	75
608-8M	608	76
624-8M	624	78
640-8M	640	80
656-8M	656	82
720-8M	720	90

El código de las correas
PowerGrip® HTD® se identifica
de la siguiente manera:

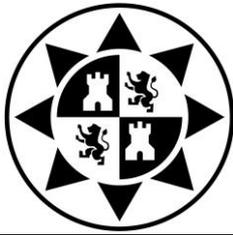
480-8M-20

480 - Longitud primitiva (mm)

8M - Paso 8 mm

20 - Anchura de correa (mm)

Las dimensiones en negrita están disponibles
en stock.



13. Eje expansible mecánico:

Eje expansible mecánico de 148 mm de la empresa RCC. Industrial Solutions.



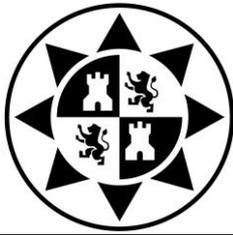
EJES EXPANSIBLES MECÁNICOS



Ejes expansibles mecánicos

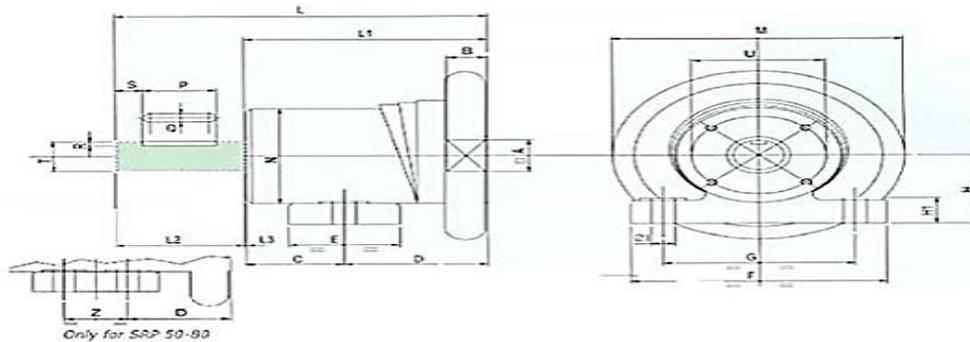
1. Pernos diseñados a la medida.
2. Valvula de aire anti-corrosión localizada en el cuerpo o al final del perno del eje.
3. Barra de centrado.
4. Cuerpo de acero templado.
5. Chavetas de expansión de acero proveen una fuerza de expansion confiable en cualquier tipo de mandriles.
6. Resortes individuales de levas obligan una expansión independiente en cada chaveta de acero: así que el eje sujeta consistentemente al mandril aún en tubos con variaciones de diámetro.
7. Sistema de Fijación patentado con uniones expansibles que proveen una fuerte conexión sin requerir el ensamble a presión.
8. Tornillo al final del eje sirve para la expansión mecánica.

Diámetro de los ejes expansibles	69	75	148
Diámetro Interno del canuto	70	76,2	150 ó 152,4
Número de listones	6	6	12
Longitud máxima de expansión	T-100 (1)	T-100 (1)	T-100 (1)
Expansión diametral máxima	75	81	155
Peso promedio longitudinal [kg/m]*	5,6	7,5	10,6
Par transmitido [Kq mt]	61	65	220

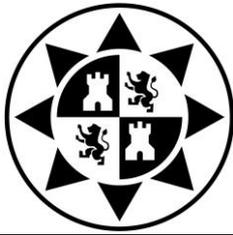


14. Soporte del eje expansible.

Referencia de pedido: SRP.80. Empresa. FU.IBÉRICA.



SRP SUPPORTI A PIEDE / FOOT SAFETY CHU													
Tipo	Portata	A	B	C	D	E	F	G	H	H1	ØI		
Size	Load												
SRP.30	kg 800	30	22	53	78	60	140	105	65	22	13		
SRP.40	kg 1.600	40	25	60	90	60	170	105	75	25	15		
SRP.50	kg 2.800	50	27	-	84	120	200	160	75	25	14		
SRP.80	kg 7.000	80	35	-	124	170	250	200	90	27	18		
	L	L1	L2	L3	ØM	ØN	P	QP9	R	S	ØTk6	Z	U
SRP.30	202	132	70	1	160	88	40	8	4	15	28	-	4xM6 Ø73,5
SRP.40	222	152	70	2	212	110	40	10	5	15	35	-	4xM8 Ø 93
SRP.50	310	200	110	2	235	135	90	14	5,5	10	50	80	4xM8 Ø 112
SRP.80	420	280	140	3,5	320	176	110	20	7,5	15	75	120	4xM8 Ø 154



15. Regulador de tensión de banda. Modelo DC 61. Empresa Erhardt + Leimer

Sistema de medida y de regulación
de la fuerza de la banda



Regulador digital de tensión de banda DC 60, DC 61

El control y la regulación de la fuerza de tracción de bandas en movimiento es una importante condición previa para la automatización de la secuencia de procesos. Se evitan paradas involuntarias de la maquinaria debidas a rupturas de la banda y se alcanza un elevado grado de seguridad de servicio. Con el regulador digital de tracción de banda DC 60/DC 61 quedan así garantizados una segura reproducibilidad y un amplio control de los procesos de producción.

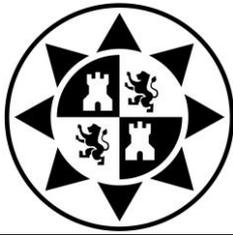
El DC 60/DC 61 es apropiado universalmente para todas las operaciones de regulación de la fuerza de tracción de bandas, sea en la industria papelera, la de láminas plásticas o la industria textil.

La variedad de aplicación de este regulador digital es resaltada por la posibilidad de utilizarlo también en enrolladores y desenrolladores o en unidades de transporte.



Características técnicas

- Rápido regulador PID
- Mandado por microprocesador
- Amplificador de medición Integrado
- Activación de
 - accionamientos eléctricos
 - frenos neumáticos
 - frenos eléctricos
 - engranajes ajustables y de superposición
- Bus CAN para transmisión segura de datos y reducido volumen de cableado
- Grupos de parámetros almacenables para 7 materiales diferentes como máximo
- Calibrado semiautomático
- Indicador LED (diodos luminiscentes) de 2 líneas e intensa luminosidad
- Teclado de membrana con símbolos bien inteligibles para manipulación sencilla y sin errores
- Fácil integración en sistemas de mando de orden superior.



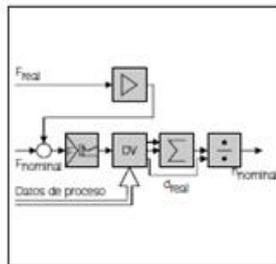
Erhardt + Lemmer GmbH
Postfach 10 15 40
D-86136 Augsburg
Telefon +49 (821) 24 35-0
Telefax +49 (821) 24 35-666
Internet <http://www.erhardt-lemmer.com>
E-mail info@erhardt-lemmer.com



Versiones

Regulador de tensión de banda DC 60

- El regulador de tensión de banda DC 60, guiado por menú, ha sido concebido para casos de aplicación con elementos de ajuste muy diversos. Por medio de software y hardware quedan realizados:
- la característica de enrollado $F = f(D)$ libremente elegible
 - el calculador de diámetros y la conexión para el sensor de diámetros
 - el valor nominal de los números de revoluciones para enrolladores conaje
 - la predeterminación del momento de arranque para desenrolladores
 - la función parada instantánea



Accesorios

- Bloque de alimentación para 100 a 240 V c.a.
- Toleindicador digital DO 0020
- Toleindicador digital DO 6000
- Barreras de seguridad para zonas con potencia de explosión
- Convertidor de Interfaces para PC / SPS / ARCNET / Interbus-S
- Etapa de potencia PK 0001 para la activación de frenos eléctricos
- Unidad neumática DP 2000 para la activación de frenos neumáticos

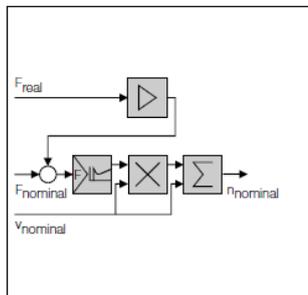
Datos técnicos DC 60 / DC 61

Reguladores de tensión de banda

Tensión de alimentación	24 V c.c. ±25 %
Consumo de corriente (sin salida digital)	0,2 A c.c.
Gama nominal de temperaturas	0 a 50 °C
Tiempo de ciclo	10 ms
Entradas digitales	7 veces sin potencial
- Nivel de señal 1	+10 a +30 V
- Nivel de señal 0	- 5 a +3 V
- Consumo de corriente	máx. 10 mA
- Frecuencia límite	1 kHz
Entradas analógicas	3 veces sin potencial
- Resolución	12 bit
- Tensión de entrada	0 a ±10 V c.c.
- Corriente entrada (a demanda)	0(4) a 20 mA c.c.
- Resistencia de entrada	100 kΩ
- Tensión de aislamiento	750 V c.c.
- Frecuencia límite	1 kHz
Salidas digitales	7 veces sin potencial
- Tensión de salida	24 V c.c.

Regulador de tensión de banda DC 61

El regulador de tensión de banda DC 61 ha sido concebido para casos sencillos de aplicación con cilindros de accionamiento de velocidad regulada.



Formas constructivas de reguladores

- Cassette enchufable 19" para porta-módulos
- Cassette enchufable 19" para montaje frontal
- Carcasa para montaje en exteriores

- Corriente de salida
 - Inductancia
- máx. 500 mA c.c. resistente a cortocircuitos
200 mH

Salidas analógicas

- Señal de ajuste
 - Resolución
 - Tensión de salida
 - corriente de salida (a demanda)
 - Salida monitor (diámetro real o valor real tensión de banda)
 - Resolución
 - Tensión de salida
 - Frecuencia límite
- 12 bit
0 a ±10 V c.c./5 mA c.c.
0 (4) hasta 20 mA
8 bit
0 a ±10 V / 5 mA
20 kHz

Interfaz serial (Bus CAN)

- Nivel
 - Velocidad de transmisión
- 5 V
250 kbaudios

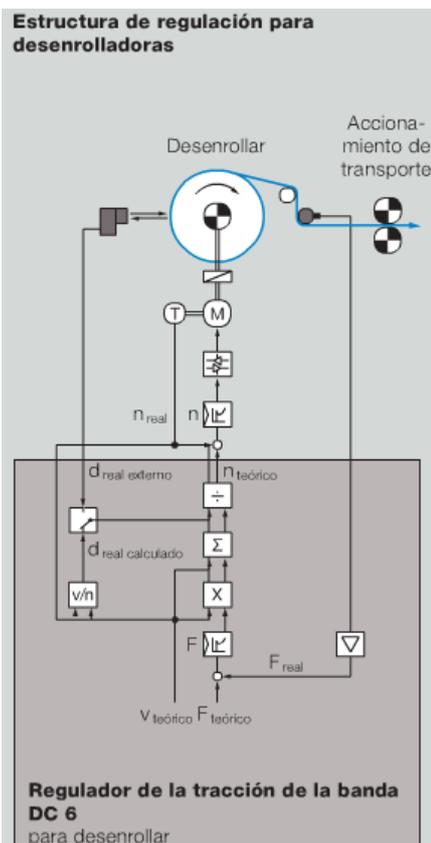
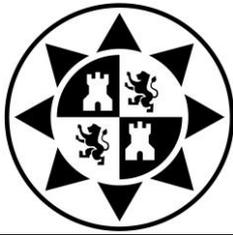
Dimensiones/Clase de protección

- Cassette enchufable de 19"
 - Carcasa para montaje exterior
- 28 TE = unidad de división (UD),
3 HE = unidad de altura (UA),
160 mm (A x A x F), IP 00 (IP 65 para teclado)
300 x 200 x 120 (A x A x F), IP 65

Amplificador de medición

- Resolución
 - Tensión de entrada
 - Resistencia de entrada
 - Amplificación
 - Ajuste a cero
 - Coeficiente de temperatura
 - Tensión de alimentación de puente
 - Valor nominal
 - Gama tensión nominal
- ±15 bit
0 a ±20 mV c.c.
10 GΩ
mediante calibrado de software
±100 % (mediante calibrado de software)
0,5 % / 10 K
+10 V
+6,5 V a +12 V

Modificaciones técnicas reservadas



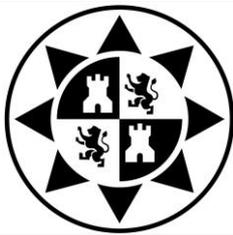
Función desenrolladora y enrolladora

Dos dinamómetros miden el valor real de la tracción de la banda en movimiento. Este se compara con el valor teórico de la tracción de la banda y la diferencia de regulación se envía al regulador PID. El regulador PID forma la señal de corrección de la velocidad $\pm \Delta v$, que se suma al valor teórico v de velocidad de la banda. El valor teórico v de la banda corresponde al valor teórico v del accionamiento principal.

En la desenrolladora y en la enrolladora se divide el valor teórico superpuesto de velocidad por el diámetro momentáneo del rolo. Como resultado se obtiene un valor teórico superpuesto de revoluciones para la desenrolladora o enrolladora con revoluciones reguladas.

Características especiales

- Calculadora de diámetros o conexión para sensor de diámetros
- Valor teórico de revoluciones para desenrolladora y enrolladora
- Característica del rolo $F = f(D)$ libremente seleccionable.



16. Frenos de polvo magnético. ELB 1700. Empresa Erhardt + Leimer

Frenos de polvo magnético

Freno de polvo magnético

ELB0350, ELB0650, ELB1200, ELB1700

Los frenos de polvo magnético se utilizan, principalmente, en sistemas de producción, con desbobinadores provistos de un momento de frenado máximo de hasta 170 Nm. Este sistema es indispensable en el procesamiento de bandas de papel, láminas o textiles, debido a que la tensión de la banda dentro de los tramos de procesamiento o acabado deben ser mantenidos constantes.

Aplicación

Los frenos de polvo magnético E+L han sido proyectados para el montaje en árboles de movimiento horizontal. En este caso debe observarse que las piezas se deben montar exactamente alineadas.

Función

El freno de polvo magnético está compuesto por un estator y un rotor. La bobina toroidal integrada en el estator genera un campo magnético que, en proporción a la corriente de excitación, actúa sobre el polvo de hierro que hay en el hueco de aire. Dependiendo de la magnitud de la excitación electromagnética, este polvo magnético forma cadenas más o menos rígidas que, a su vez, generan el momento de frenado.



Freno de polvo magnético ELB...0



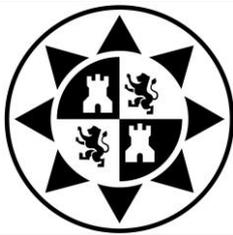
Freno de polvo magnético con ventilador ELB...1



Freno de polvo magnético con aletas refrigeradoras ELB...2

Datos técnicos

ELB	035.	065.	120.	170
Momento de frenado máx.	35 Nm	65 Nm	120 Nm	170 Nm
Momento residual	0,4 Nm	0,4 Nm	0,6 Nm	0,7 Nm
Tensión de trabajo	24 V	24 V	24 V	24 V
Potencia consumida	0,9 A	0,95 A	1,8 A	1,8 A
Resistencia de la bobina a 20 °C	20 ohmios	24 ohmios	11 ohmios	11 ohmios
Potencia perdida				
Sólo freno	150 W	200 W	400 W	500 W
Freno con aletas refrigeradoras	280 W	400 W	800 W	1000 W
Freno con ventilador	600 W	600 W	1600 W	2000 W
Revoluciones máx.	3000 rpm	3000 rpm	3000 rpm	3000 rpm
Peso	4,3 (6,4/7,3) kg	6,5 (8,8/9,8) kg	18 (23/24) kg	24 (28/30) kg
Tensión de servicio del ventilador	24 V	24 V	24 V	24 V
Modificaciones técnicas reservadas				



Frenos de polvo magnético

Funcionamiento

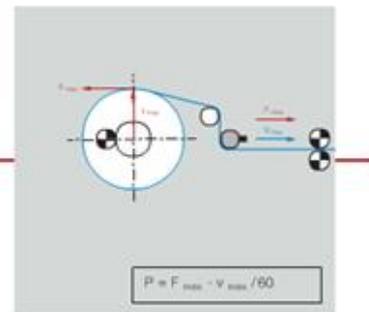
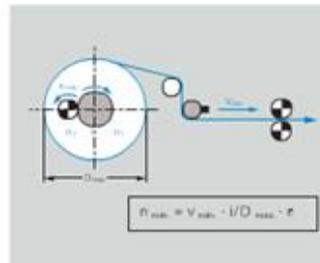
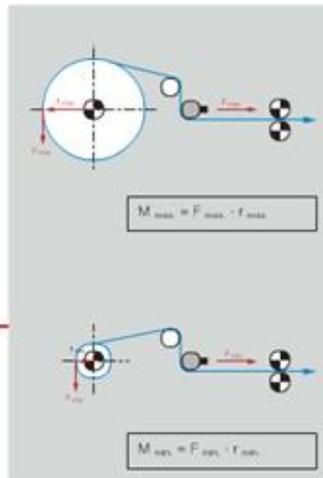
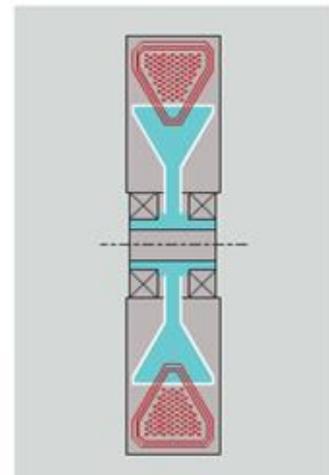
El freno de polvo magnético se compone de un estátor y de un rotor. La bobina anular integrada en el estátor genera un campo magnético que actúa proporcional a la corriente de excitación sobre el polvo magnetizable del entrehierro. La distinta viscosidad del polvo da lugar así a un par de frenado variable.

Campo de utilización

Los frenos de polvo magnético se emplean principalmente en las plantas de producción en desenrolladoras con un par de frenado máximo de hasta 250 Nm.

Aplicación

Los frenos de polvo magnético de E+L están proyectados para montaje en ejes de giro horizontales.



Cálculo del par de frenado

Al diseñar los frenos de polvo magnético hay que tener en cuenta que el par de frenado necesario esté dentro de la curva característica.

Cada freno tiene un par de frenado mínimo y un par máximo.

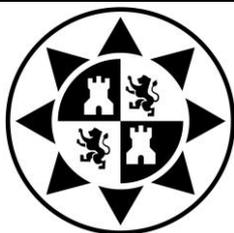
- El par de frenado máximo está determinado por la saturación del polvo magnético en el campo magnético generado
- El par de frenado mínimo está limitado por el par residual causado por el rozamiento mecánico en ausencia de campo magnético.

Cálculo de las revoluciones

La velocidad de rotación del rotor tiene el efecto físico de distribuir el polvo magnético dentro de la zona de trabajo.

Cálculo de la potencia de pérdidas

Al generar un par de frenado se convierte energía mecánica en energía térmica, que hay que evacuar al medio ambiente. Las potencias de pérdidas indicadas son distintas para cada freno, y no se deben rebasar. Con un ventilador adicional se puede incrementar considerablemente la potencia de pérdidas.



17. Cilindro sensor.

Referencia: D3010. Empresa: Erhardt + Leimer.

Cilindro sensor PD 30

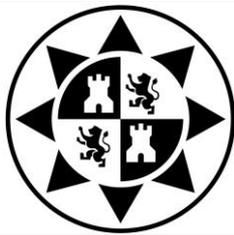
Vigilar bien la fuerza de tracción de la banda contribuye a reducir las roturas de la banda, y por lo tanto, a reducir los costes de producción. Los cilindros sensores de E+L determinan constantemente la fuerza de tracción de una banda en movimiento y ponen este valor a disposición en forma de señal analógica. Con ello crean las condiciones necesarias para medir y regular de modo fiable la fuerza de tracción de la banda.

En el cilindro sensor PD 30 ya está plenamente integrado el sistema sensor de fuerzas. Para el usuario, esto significa mayor facilidad y rapidez de montaje en todos los modelos de máquinas, sin tener que recurrir a complejas modificaciones de diseño.



Características técnicas

- Montaje rápido y sencillo, no hay estructuras complicadas.
- Alta seguridad de funcionamiento gracias a la protección contra sobrecargas de hasta 10 veces la fuerza de medición nominal.
- Si la dirección de medida es horizontal, el peso del cilindro no influye en el resultado de la medición.
- Amplia gama de medida de 1 : 25 (p.e. para F-nominal = 1000 N señal lineal desde 40 N a 1000 N)
- Comportamiento conveniente frente a las variaciones de temperatura y alto grado de linealidad de los elementos de medida al estar aplicadas las galgas extensométricas sobre una superficie plana.
- Alta velocidad de trabajo admisible para el cilindro de medida gracias a la elevada constante elástica de la célula de carga.
- Facilidad de mantenimiento por los rodamientos de giro ligero con lubricación de por vida.



ANEXO 2. CATÁLOGOS

Características técnicas

Célula de carga

Clase de precisión	0,5
Valor característico nominal (sensibilidad)	1 mV/V
Error combinado (histéresis/falta de linealidad)	< 0,5 %
Tolerancia del valor característico	0,2 %
Coefficiente de temperatura	
- del valor característico	±0,3 %/10 K
- de la señal cero	±0,3 %/10 K
Carrera de medición nominal	0,05 a 0,15 mm según el modelo
Principio de medida	punto completo de galgas extensométricas
Resistencia nominal del puente de galgas extensométricas	700 ohmios

Cilindro sensor

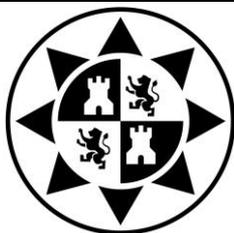
Material tubo del cilindro	EN AW-6060
Cojinetes	cojinetes de bolas basculantes con cojinete fijo y cojinete flotante incluida una junta de laberinto y lubricación de por vida
Calidad de equilibrado	equilibrado dinámico de precisión según DIN ISO 11342, nivel de calidad Q = 2,5
Concentricidad	< 50 µm/m
Forma cilíndrica	< 50 µm/m
Velocidad máxima	
PD 3008	4300 min ⁻¹
PD 3010	3450 min ⁻¹
PD 3012	2900 min ⁻¹
PD 3016	2150 min ⁻¹
PD 3020	1750 min ⁻¹
Tensión de alimentación del puente	
Valor nominal	10 V
Valor máximo admisible	14 V
Tensión de salida	
Rango de valores nominales	0 a 10 mV (a fuerza de medición nominal y tensión de alimentación del puente de 10 V)
Rango máx.	0 a 18 mV (con 1,8x fuerza de medición nominal y tensión de alimentación del puente de 10 V)
Fuerza de medición nominal	véase tabla de selección, página 2
Tope mecánico	1,2 a 1,8 F _N según el modelo
Carga de uso*	1,2 a 1,8 F _N según el modelo
Carga límite**	10 x F _N
Fuerza transversal axial máxima admisible	1 x F _N
Rango de temperatura nominal	-10 a +60 °C
Rango de temperatura de uso	-10 a +70 °C
Rango de temperatura de almacenaje	-30 a +70 °C
Clase de protección	IP 50
Cable de conexión	6 x 0,14 mm ² , longitud 10 m

A reserva de modificaciones técnicas

* La fuerza de uso es la fuerza con la que se podría cargar el cilindro sensor más allá de la fuerza de medición nominal sin que se modifiquen las propiedades específicas de los transductores de fuerza.

El rango de fuerza de uso por regla general no se utiliza. Para el dimensionamiento del cilindro sensor es decisiva la fuerza de medición nominal.

** La fuerza límite es la fuerza hasta donde no se debe esperar ninguna destrucción del cilindro sensor.



Función

El cilindro sensor se compone esencialmente de un cilindro con un eje fijo y dos células de carga integradas. Estas van montadas sobre el eje y soportan los cojinetes de bolas. De este modo se captan todas las fuerzas radiales que actúan sobre el cilindro de medida en la dirección de medida.

Los elementos de medida están formados como vigas de flexión dobles sobre las que van colocadas las galgas extensométricas. Debido al efecto de las fuerzas que se desea medir se produce una variación de resistencia en las galgas extensométricas y por lo tanto una desviación de la señal eléctrica de salida proporcional a los componentes radiales de la fuerza.

Utilización

Debe tanderse a que la dirección de medida sea horizontal y a que haya un ángulo abrazado de 90° horizontal - vertical. De este modo, la fuerza debida a la masa se encuentra en la zona neutra y por consiguiente no se tiene en cuenta en la medición.

En combinación con un sistema de regulación de la tracción de la banda se debe situar el cilindro sensor lo más próximo posible al accionamiento que se trata de regular.

Campo de aplicación

Los cilindros sensores de E+L se pueden emplear en todas las instalaciones de producción para bandas en movimiento.

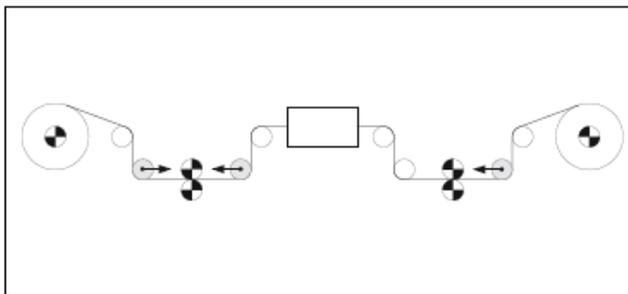
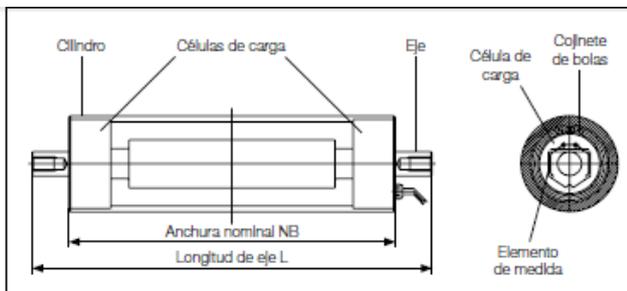


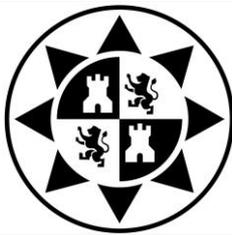
Tabla de selección cilindro sensor PD 30

Modelo	∅ Cilindro (mm)	NB min (mm)	NB max (mm)	L min (mm)	∅ Eje (mm)	Rosca	Fuerza de medición nominal F_N del cilindro (kN)		
PD 3008	80	300	1200	NB + 10	20	M12	0,2	0,4	1
PD 3010	100	300	1800	NB + 10	20	M12	0,3	0,6	1,5
PD 3012	120	400	2500	NB + 10	20	M12	0,3	0,6	1,5
PD 3016	160	600	3000	NB + 10	40	M16	0,6	1,2	3
PD 3020	200	600	3200	NB + 10	40	M16	0,6	1,2	3

Tabla de selección superficie del cilindro

Índice	Superficie	Dureza HV (μm)	Rugosidad nominal RA (μm)
01	desnuda		3,2
03	chorreada fina y anodizado duro	450	6,3
04	anodizado duro	450	3,2
92	estriada y desnuda		3,2
96	estriada y anodizado duro	450	3,2

Son posibles otras superficies sobre demanda



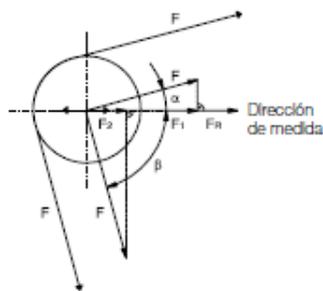
ANEXO 2. CATÁLOGOS

Cálculo

Para la medición solo son determinantes los componentes F_1 y F_2 que actúan hacia la dirección de medida. La fuerza de la banda resultante en la dirección de medida para el cilindro sensor viene dada por la suma de los dos componentes de la fuerza.

Si la dirección de medida difiere de la horizontal será preciso tener en cuenta el componente de fuerza debido al peso.

Fuerza de la banda resultante en el caso de dirección de medida horizontal

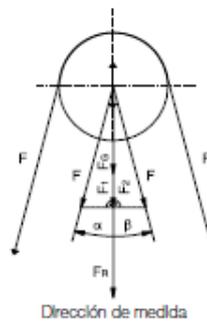


$$F_1 = F \cdot \cos \alpha$$

$$F_2 = F \cdot \cos \beta$$

$$F_R = F_1 + F_2$$

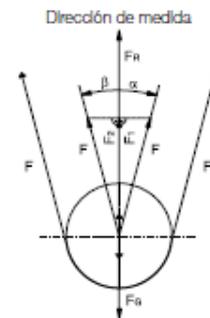
Fuerza de la banda resultante en el caso de dirección de medida vertical



$$F_1 = F \cdot \cos \alpha$$

$$F_2 = F \cdot \cos \beta$$

$$F_R = F_1 + F_2 + F_G$$

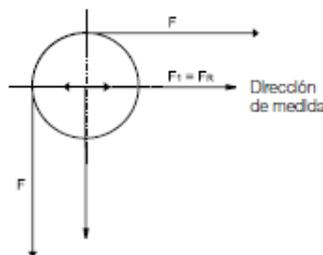


$$F_1 = F \cdot \cos \alpha$$

$$F_2 = F \cdot \cos \beta$$

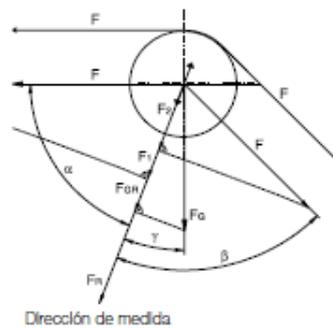
$$F_R = F_1 + F_2 - F_G$$

Dirección preferencial



$$F_R = F_1$$

Fuerza de la banda resultante en el caso de dirección de medida oblicua

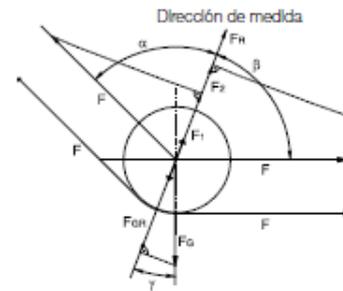


$$F_1 = F \cdot \cos \alpha$$

$$F_2 = F \cdot \cos \beta$$

$$F_{GR} = F_G \cdot \cos \gamma$$

$$F_R = F_1 + F_2 + F_{GR}$$



$$F_1 = F \cdot \cos \alpha$$

$$F_2 = F \cdot \cos \beta$$

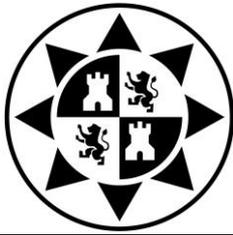
$$F_{GR} = F_G \cdot \cos \gamma$$

$$F_R = F_1 + F_2 - F_{GR}$$

F = Fuerza de tracción de la banda
 F_1 = Componente de la fuerza de tracción de la banda en la dirección de medida
 F_2 = Componente de la fuerza de tracción de la banda en la dirección de medida

F_G = Fuerza debida al peso del cilindro
 F_{GR} = Componente de la fuerza debida al peso del cilindro en la dirección de medida
 F_R = Fuerza de tracción de la banda resultante en la dirección de medida

α, β = Ángulo entre la dirección de la fuerza de tracción de la banda y la dirección de medida
 γ = Ángulo entre la fuerza debida al peso y la dirección de medida



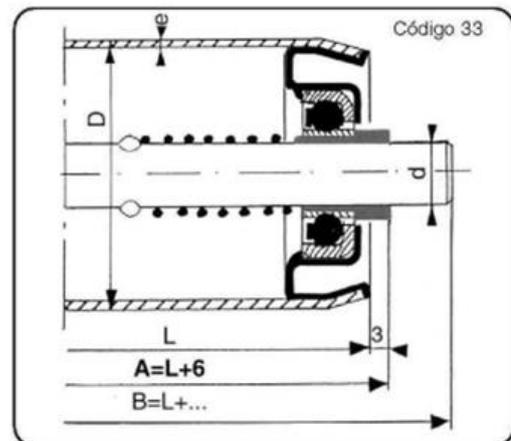
18. Rodillos de transporte.

Rodillo GS 32 de la empresa ROLAC con roscado exterior del eje. Medidas:
 $D \times e = 50 \times 1,5$; $d = 14$; $L = 600$.

Rodillo de gravedad tipo GS 32

COMBINACION TUBO / EJE		
d	D	
	*50 x 1,5	60 x 1,5
12	X	X
14	X	X

* posibilidad de tubo reforzado $\varnothing 50 \times 2,9$
Materiales / Revestimientos: página 8 - 9



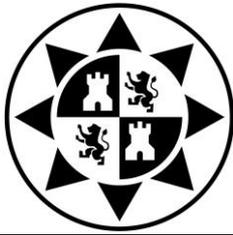
DESCRIPCION:

Cabezales de polipropileno negro. Rodamiento con casquillo cementado templado, bolas unidas, deflector de polipropileno negro

NOTA : **cabezal no conductor de electricidad estática.**

UTILIZACION:

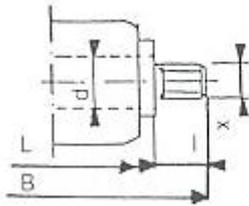
Cargas aisladas medianas: gravedad, almacenamiento dinámico
 $-20^{\circ}\text{C} < T < +60^{\circ}\text{C}$



ANEXO 2. CATÁLOGOS

Cargas máximas admisibles (Kg) / Peso (Kg) / L máximas aconsejadas																
D	d \ L	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
50x1,5	12	100 0.46	100 0.73	100 0.99	100 1.26	75 1.53	68 1.80	56 1.98	48 2.33	42 2.64	38 2.87	35 3.14	32 3.40	29 3.67	27 3.90	25 4.21
	14	120 0.49	120 0.79	120 1.08	120 1.38	95 1.68	85 1.98	70 2.19	60 2.57	53 2.91	48 3.17	44 3.47	40 3.76	37 4.06	34 4.32	32 4.66
60x1,5	12	120 0.55	120 0.77	120 1.15	120 1.46	95 1.76	85 2.07	70 2.37	60 2.68	53 2.98	48 3.29	44 3.59	40 3.90	37 4.20	34 4.51	32 4.81
	14	150 0.58	150 0.83	150 1.24	150 1.58	95 1.91	97 2.25	84 2.58	74 2.92	67 3.25	62 3.59	55 3.92	51 4.26	47 4.59	44 4.93	40 5.26

E = Roscado exterior



Medidas estándar para rodillos libres

d	10	12	14	15	20	25	30	35
x	8	8	10	12	16	20	20	27
l	12	17	17	17	22	27	27	32
B=	L	L	L	L	L	L	L	L
	+30	+40	+40	+40	+50	+60	+60	+70

DOCUMENTO Nº 2

PLANOS



DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE CAJAS EN LA INSTALACIÓN DE
EMPAQUETAMIENTO Y ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

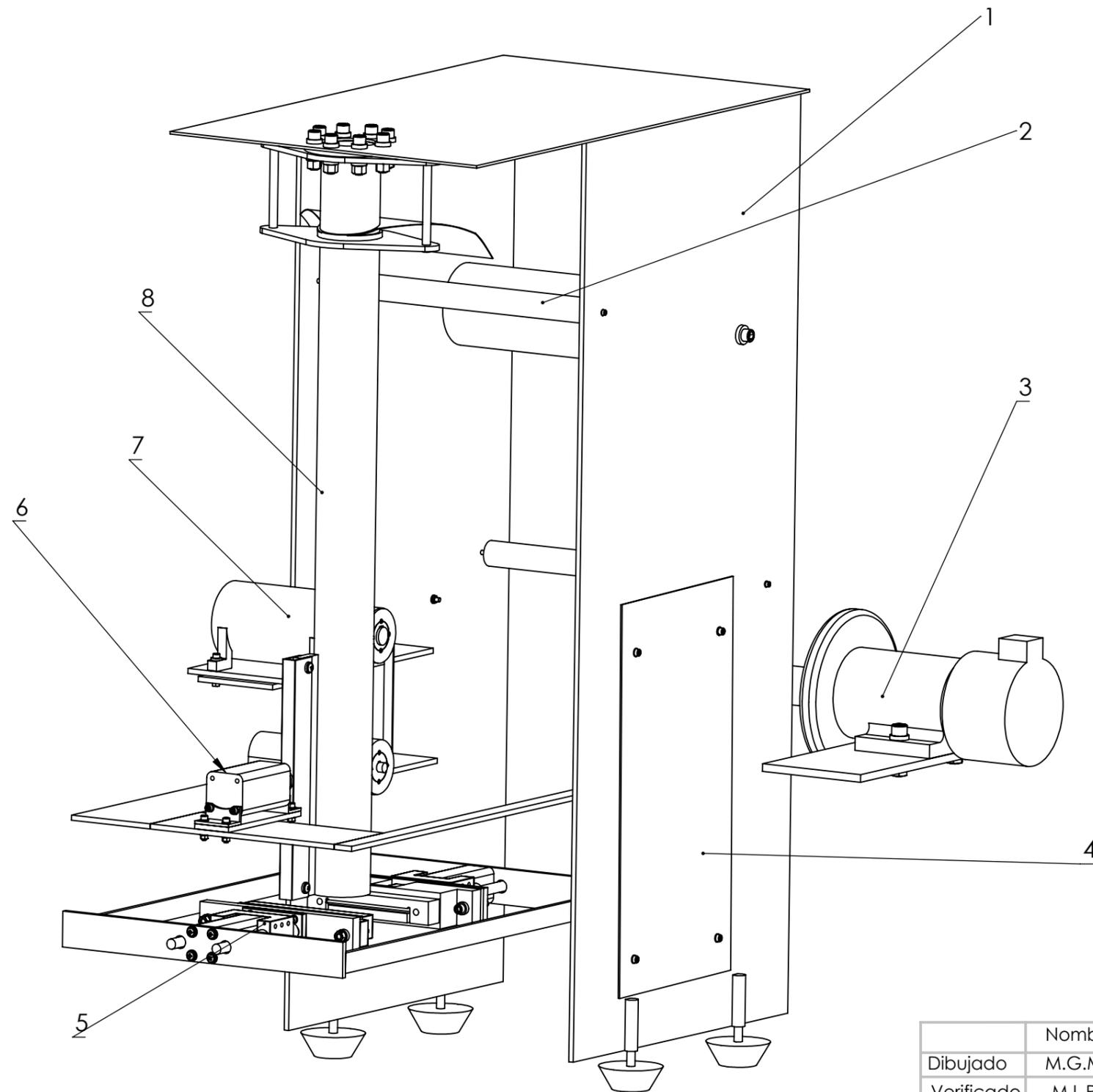
Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: Mario García Martínez
Tutor: Miguel Lucas Rodríguez



ÍNDICE

1. Plano de Conjunto de la Máquina.
2. Plano de Conjunto de la Estructura
 - 2.1. Plano de fabricación de la Plancha del techo
 - 2.2. Plano de fabricación de la Plancha Longitudinal
 - 2.3. Plano de fabricación de las Planchas de los Componentes
 - 2.4. Plano de fabricación de los Soportes de los Componentes
 - 2.5. Plano de Unión de las Planchas de Componentes a las Planchas Longitudinales
 - 2.6. Plano de Unión del Techo y de las Planchas de Sellado con el Resto de la Estructura
 - 2.7. Plano de Unión de los Soportes con las Planchas
3. Plano de Explosionado del Grupo de Soporte del Plástico
4. Plano de Explosionado del Conjunto de Rodillos
5. Plano de Explosionado del Tubo de Formado
 - 5.1. Plano de Fabricación del Tubo de Formado
6. Plano de Explosionado del Sistema de Arrastre del Plástico
7. Plano de Explosionado del Grupo de Sellado Transversal Sin Cuchilla
 - 7.1. Soporte de Sellado Transversal
 - 7.2. Mordaza de Sellado Sin Cuchilla
8. Plano de Explosionado del Grupo de Sellado Transversal Con Cuchilla
 - 8.1. Mordaza de Sellado Con Cuchilla
9. Plano de Explosionado del Grupo de Sellado Longitudinal
 - 9.1. Plano de Fabricación del Sellado Longitudinal y de su Soporte.



PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
2	Plano de fabricación de la estructura	
3	Plano de explosionado del grupo soporte del plástico	
4	Plano de explosionado del conjunto de rodillos	
5	Plano de explosionado del tubo de formado	
6	Plano de explosionado del sistema de arrastre de plástico	
7	Plano de explosionado del grupo de sellado transversal sin cuchilla	
8	Plano de explosionado del grupo de sellado transversal con cuchilla	
9	Plano de explosionado del grupo de sellado longitudinal	

NOTAS

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Uds
1	Estructura	
2	Conjunto de rodillos	
3	Conjunto soporte del plástico	
4	Soporte de Válvulas Festo	
5	Grupo de sellado transversal	
6	Grupo de sellado longitudinal	
7	Sistema de arrastre del plástico	
8	Tubo de formado	

	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez



Escala: 1:10

DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA.

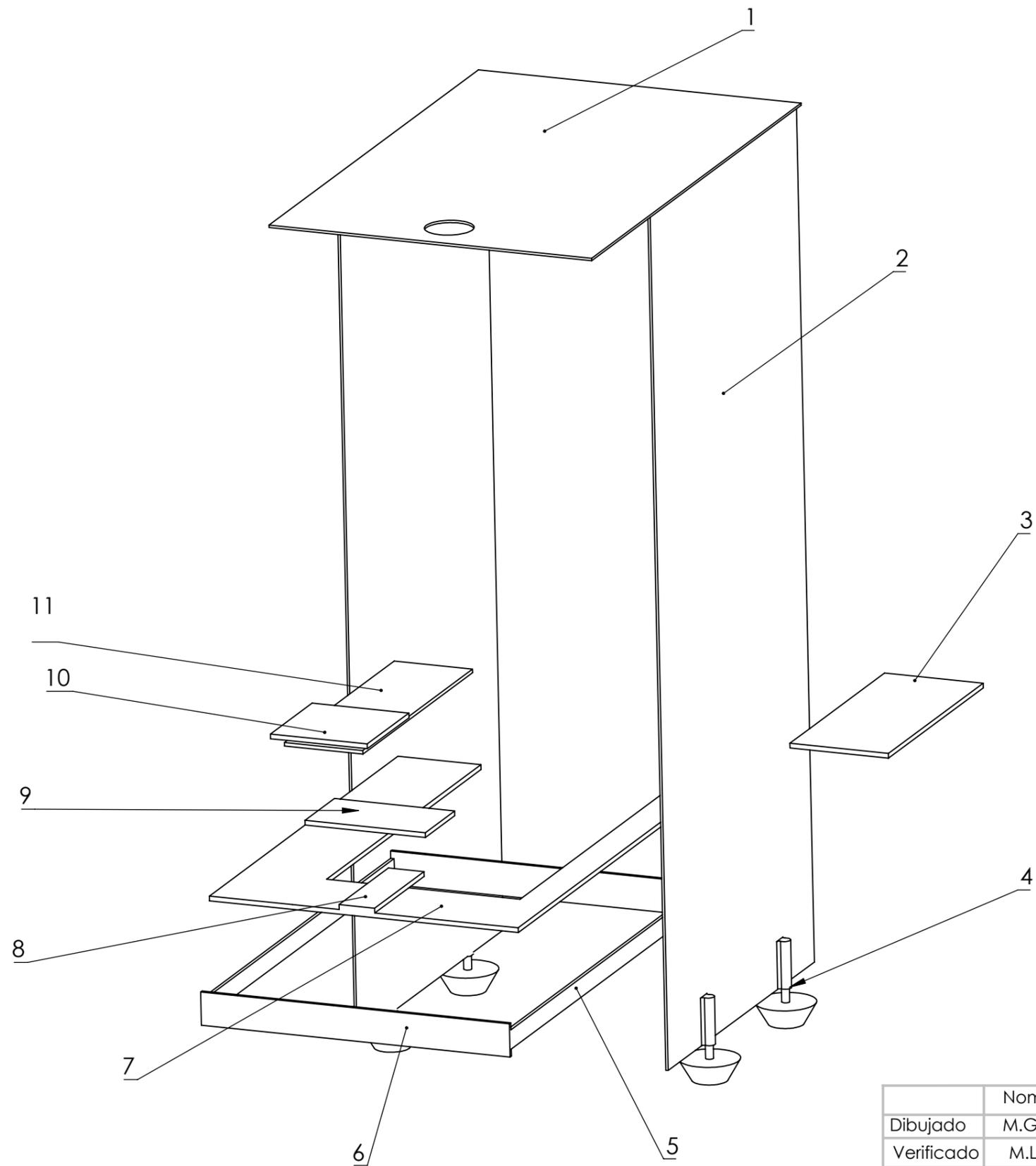
PLANO DE CONJUNTO DE LA MÁQUINA

Plano: 1

Sustituye a:

Sustituido por:





PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
1	Plano de conjunto de la máquina	
2.1	Plano de la Plancha del Techo	
2.2	Plano de la Plancha Longitudinal	
2.3	Plano de las planchas de los componentes	
2.4	Plano de las soportes de los componentes	
2.5	Plano Unión Planchas de Componentes a Planchas Longitudinales	
2.6	Plano Unión Techo y Planchas de Sellado con el Restp de Componentes de la Estructura	
2.7	Plano Unión de Soportes con Planchas	

NOTAS

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Uds
1	Plancha Techo	1
2	Plancha Longitudinal	2
3	Plancha Conjunto Eje Expansible	1
4	Pies de la Máquina. Egaña	4
5	Plancha Conexión Pistón Sellado Transversal	2
6	Plancha Pistón Sellado Transversal	2
7	Plancha Pistón Sellado Longitudinal	1
8	Soporte Pistón Sellado Longitudinal	1
9	Soporte conjunto Eje + Rodamientos	1
10	Soporte del Motor	1
11	Plancha del Motor	1

	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

11 U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez



Escala: 1:10

DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

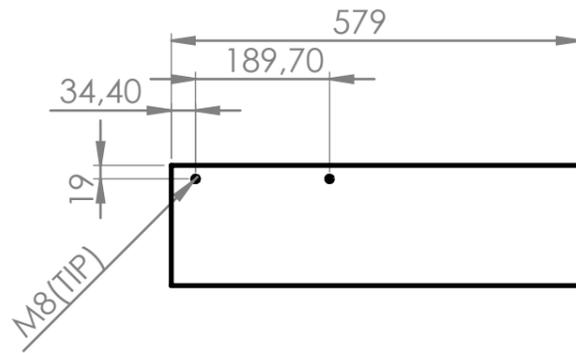
Plano: 2
Sustituye a:



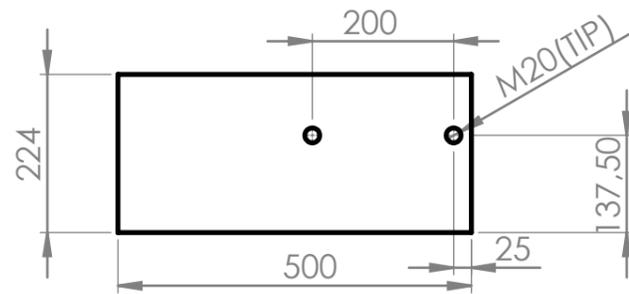
PLANO DE CONJUNTO ESTRUCTURA

Sustituido por:

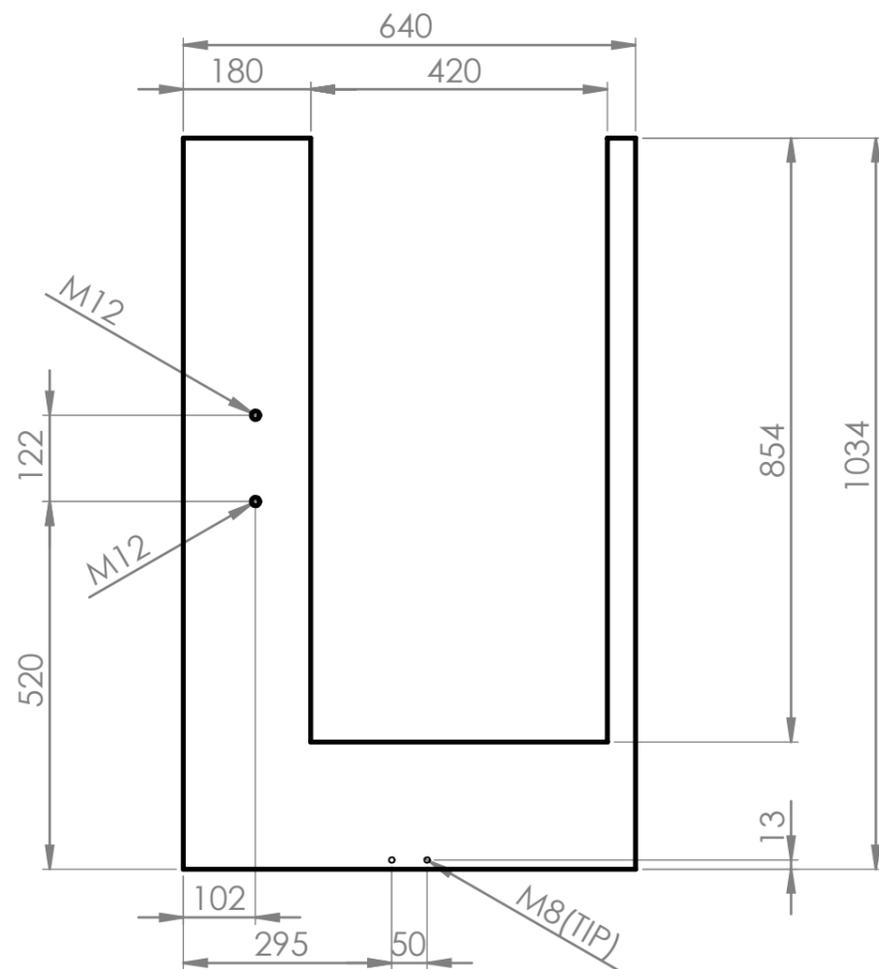
PLANCHA DEL MOTOR



PLANCHA CONJUNTO EJE EXPANSIBLE



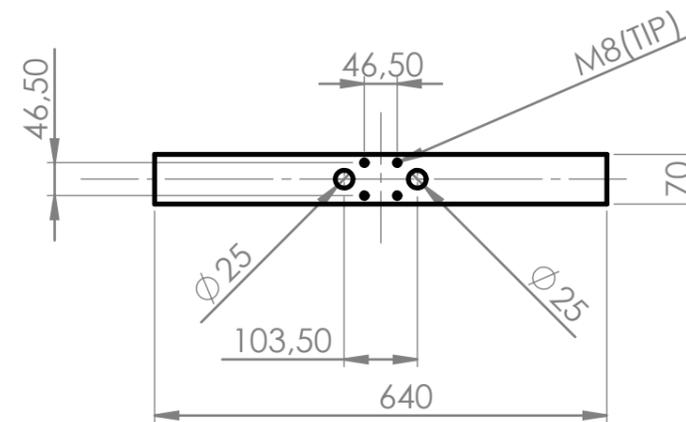
PLANCHA PISTÓN SELLADO LONGITUDINAL



PLANCHA CONEXIÓN SELLADO TRANSVERSAL



PLANCHA PISTÓN SELLADO TRANSVERSAL



PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
1	Plano de Conjunto de la Máquina	
2	Plano de Conjunto de la Estructura	

NOTAS

Los agujeros para tornillos no acotados son iguales a los marcados como típicos en cada plancha.

No se admitirá para el corte de las chapas el oxicorte, por las posibles transformaciones derivadas. Todos los demás métodos de corte serán admitidos

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Uds
1	Plancha Motor de Acero AISI 1045 y espesor de 5 mm	1
2	Plancha Conjunto Eje Expansible de Acero AISI 1045 y espesor de 5 mm	1
3	Plancha Pistón Sellado Longitudinal de Acero AISI 1045 y espesor de 5 mm	1
4	Plancha Conexión Sellado Transversal de Acero AISI 1045 y espesor de 5 mm	2
5	Plancha Pistón Sellado Transversal de Acero AISI 1045 y espesor de 7,5 mm	2

	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

Escala: 1:10



DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

PLANO PLANCHAS DE COMPONENTES

U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez

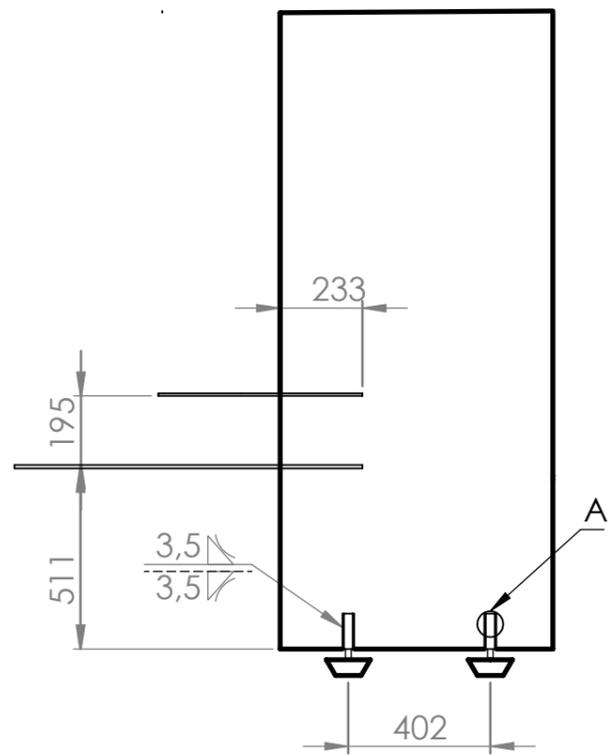


Plano: 2.3

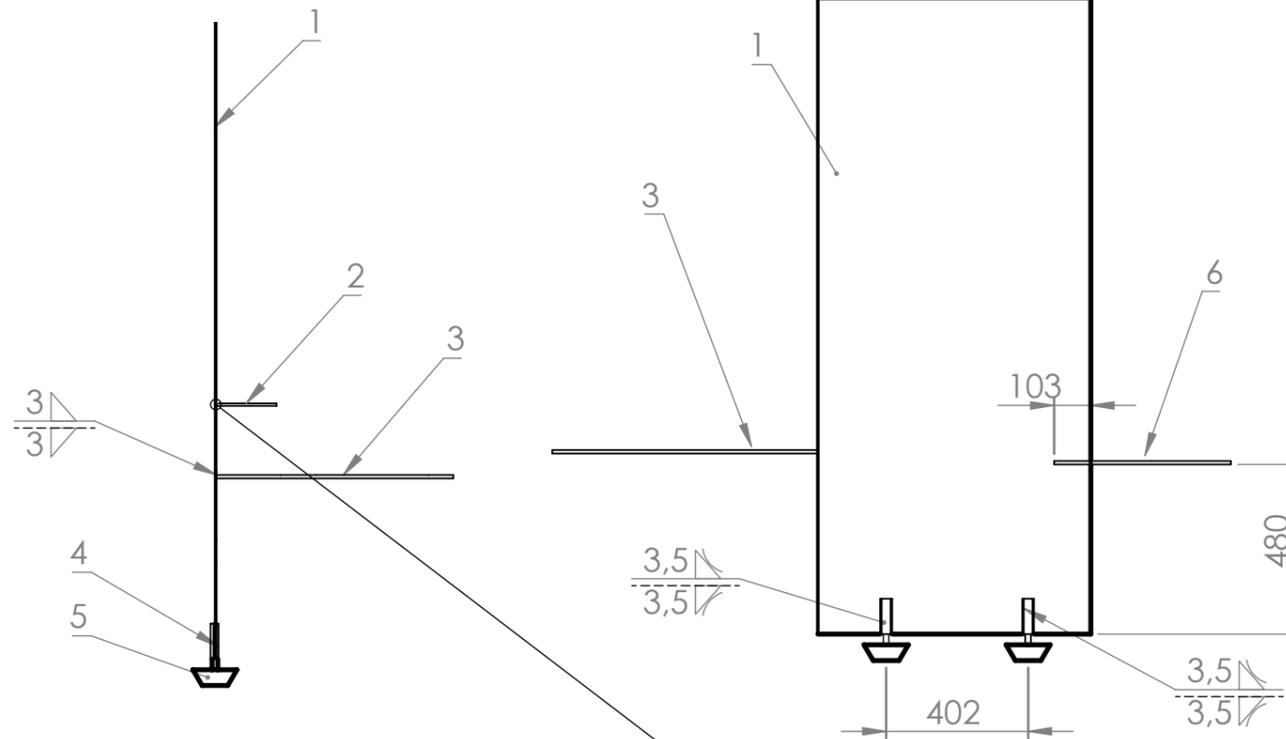
Sustituye a:

Sustituido por:

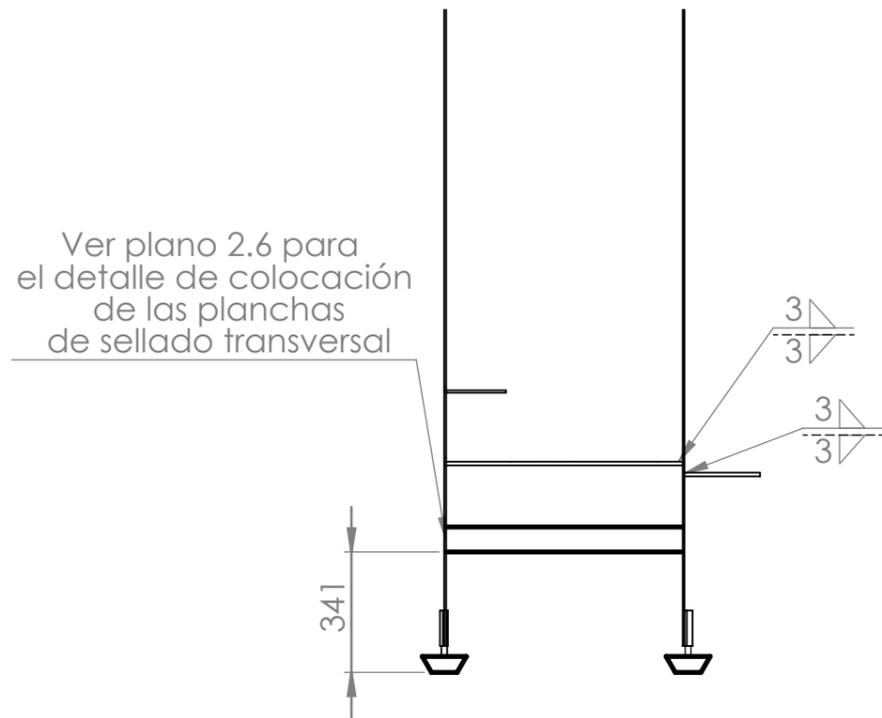
Soldadura Plancha Llongitudinal Izquierda



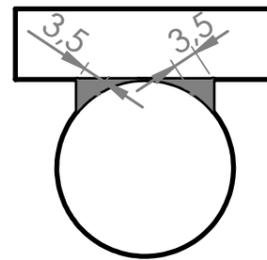
Soldadura Plancha Llongitudinal derecha



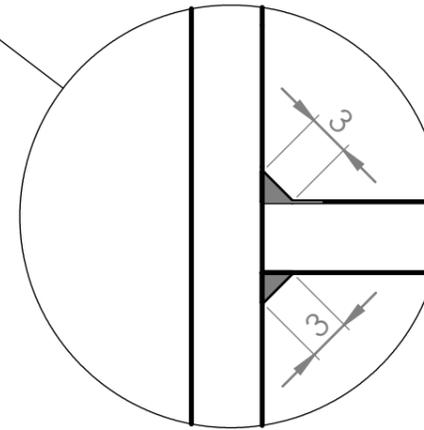
Unión Plancha izquierda y derecha



Ver plano 2.6 para el detalle de colocación de las planchas de sellado transversal



DETALLE A
ESCALA 2 : 1



DETALLE B
ESCALA 2 : 1

PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
1	Plano de Conjunto de la Máquina	
2	Plano de Conjunto de la Estructura	
2.3	Plano de Planchas de Componentes	
2.4	Plano de Soportes de Componentes	
2.6	Plano de Unión Techo y Planchas de Sellado Transversal a la Estructura	

NOTAS

En las vistas detalle se muestran las soldaduras empleadas en el montaje de esta parte de la estructura.

Las soldaduras marcadas con el símbolo correspondiente se ejecutarán de igual forma a las que se muestran en las vistas de detalle.

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Uds
1	Plancha Longitudinal	2
2	Plancha del Motor	1
3	Plancha Pistón Sellado Longitudinal	1
4	Plancha Conjunto Eje Expansible	1
5	Soporte Pies de la Máquina	4
6	Pies de la Máquina Egaña	4

	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

Escala: 1:20



DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

PLANO DE UNIÓN SE LAS PLANCHAS DE COMPONENTES A LAS PLANCHAS LONGITUDINALES

U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez

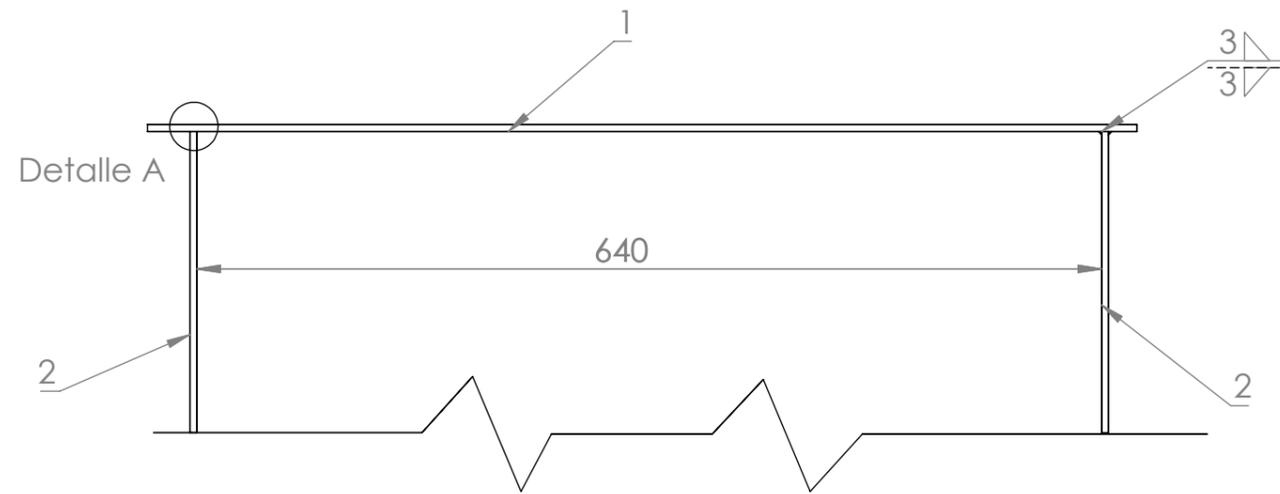


Plano: 2.5

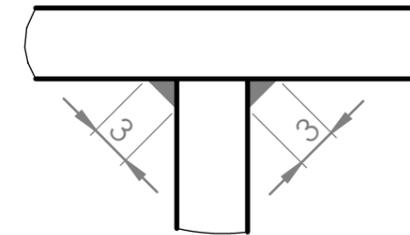
Sustituye a:

Sustituido por:

UNIÓN PLANCHA TECHO CON PLANCHAS LONGITUDINALES

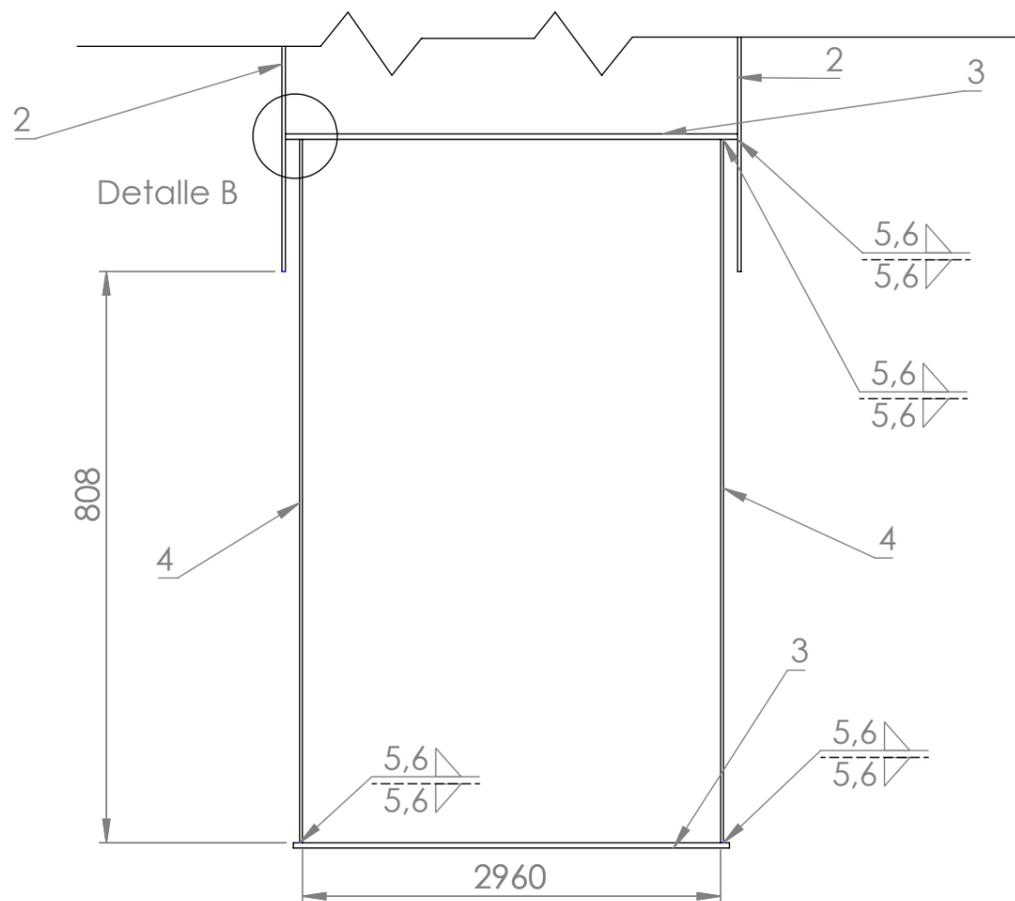


Escala 1:10

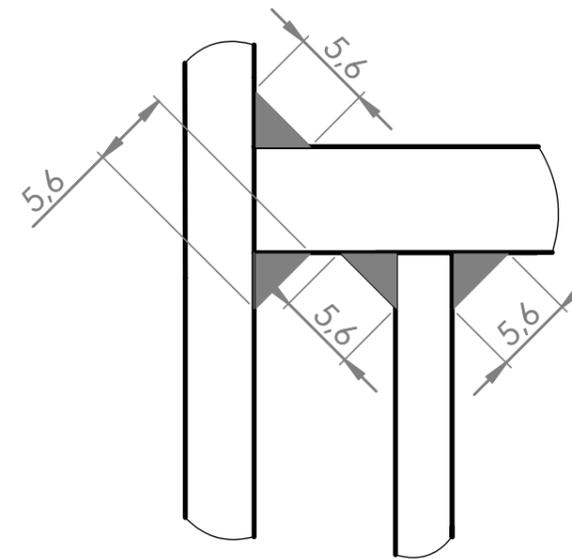


DETALLE A
ESCALA 2 : 1

UNIÓN PLANCHAS DEL CONJUNTO DE SELLADO TRANSVERSAL



Escala 1:20



DETALLE B
ESCALA 2 : 1

PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
1	Plano de Conjunto de la Máquina	
2	Plano de Conjunto de la Estructura	
2.1	Plano Plancha del Techo	
2.2	Plano Plancha Longitudinal	
2.3	Plano de Planchas de Componentes	
2.4	Plano de Soportes de Componentes	
2.5	Plano de Unión Planchas de Componentes a Planchas Longitudinales	

NOTAS

Mediante las vistas de detalle se muestran los dos tipos de soldadura que se emplean.
En cada soldadura se indica el símbolo que define el tipo de unión.

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Uds
1	Plancha Techo	1
2	Plancha Longitudinal	2
3	Plancha Pistón Sellado Transversal	2
4	Plancha Conexión Sellado Transversal	2

	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez



Escala: Ver anotaciones en el dibujo

DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

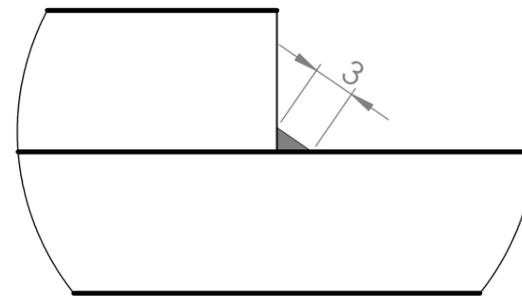
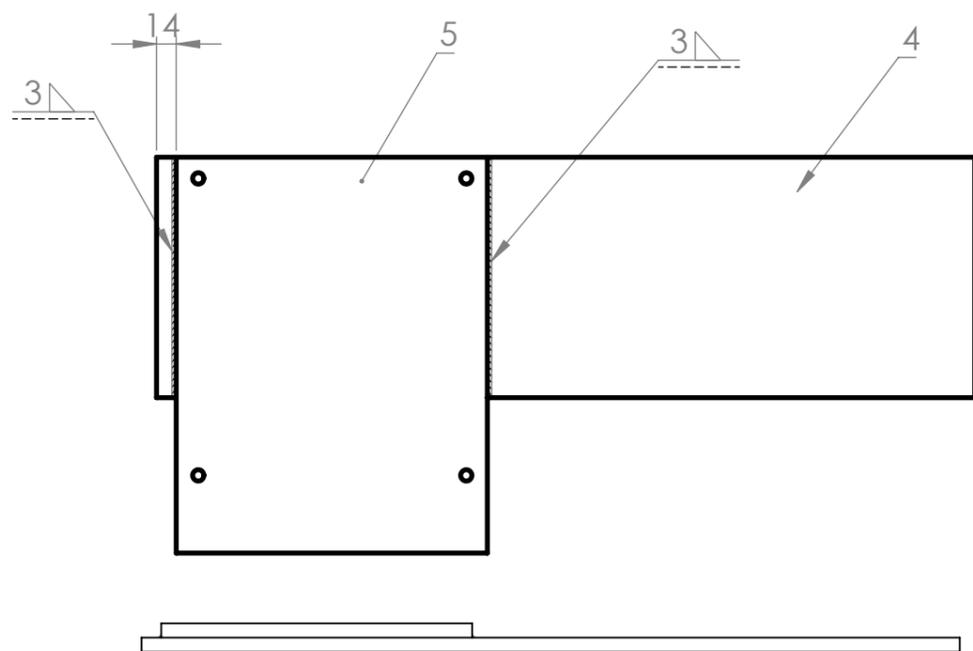
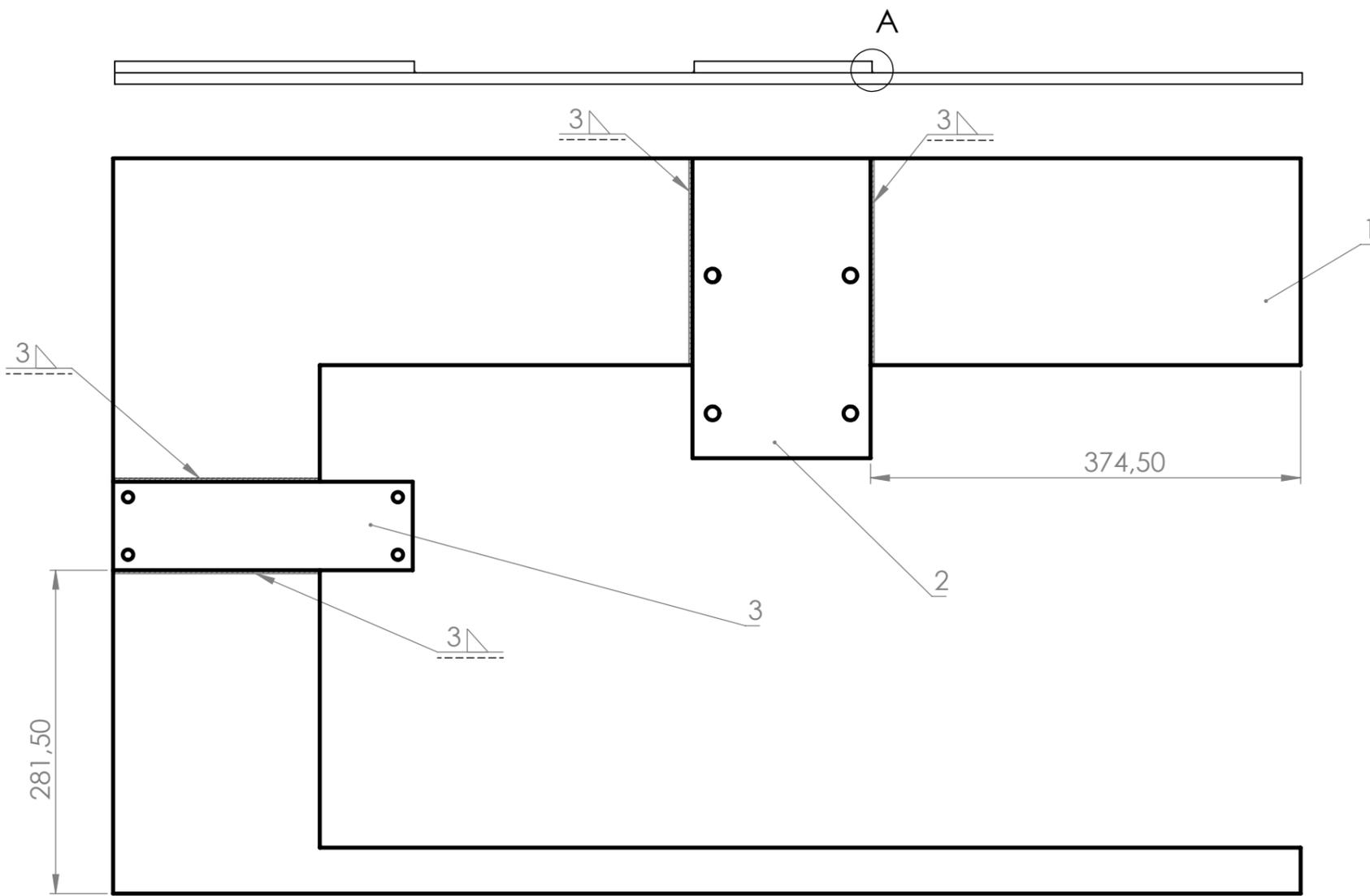
Plano: 2.6

Sustituye a:

PLANO DE UNIÓN TECHO Y PLANCHAS DE SELLADO CON EL RESTO DE LA ESTRUCTURA

Sustituido por:

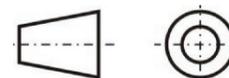




DETALLE A
ESCALA 2 : 1

	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

Escala: 1:5



DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA
INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA
ALIMENTICIA

PLANO DE UNIÓN DE SOPORTE CON PLANCHAS

PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
1	Plano de Conjunto de la Máquina	
2	Plano de Conjunto de la Estructura	
2.3	Plano de Planchas de Componentes	
2.4	Plano de Soporte de Componentes	

NOTAS

Todas las soldaduras se ejecutan como en la vista de detalle

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Uds
1	Plancha Pistón Sellado Longitudinal	1
2	Soporte Conjunto Eje + Rodamientos	1
3	Soporte Longitudinal	1
4	Plancha Motor	1
5	Soporte Motor	1

U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez



Plano: 2.7

Sustituye a:

Sustituido por:

PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
1	Plano de conjunto de la máquina	

NOTAS

Los elementos de unión son los mismos en ambos agujeros roscados del soporte de seguridad

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Uds
1	Eje expansible RCC. Industrial Solutions	1
2	Tornillo M20x80 DIN912	2
3	Soporte de seguridad del eje expansible. RCC. Industrial Solutions	1
4	Arandela M20 DIN6902	4
5	Tuerca M20 X 1,5 ISO 8674	2
6	Freno de polvo electromagnético	1

U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez



	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

Escala: Ver escala en el dibujo

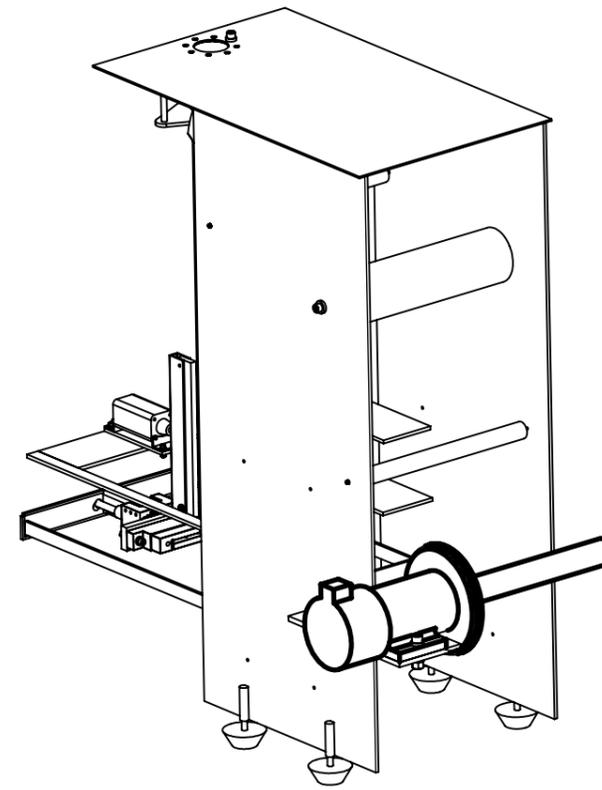
DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Plano: 3

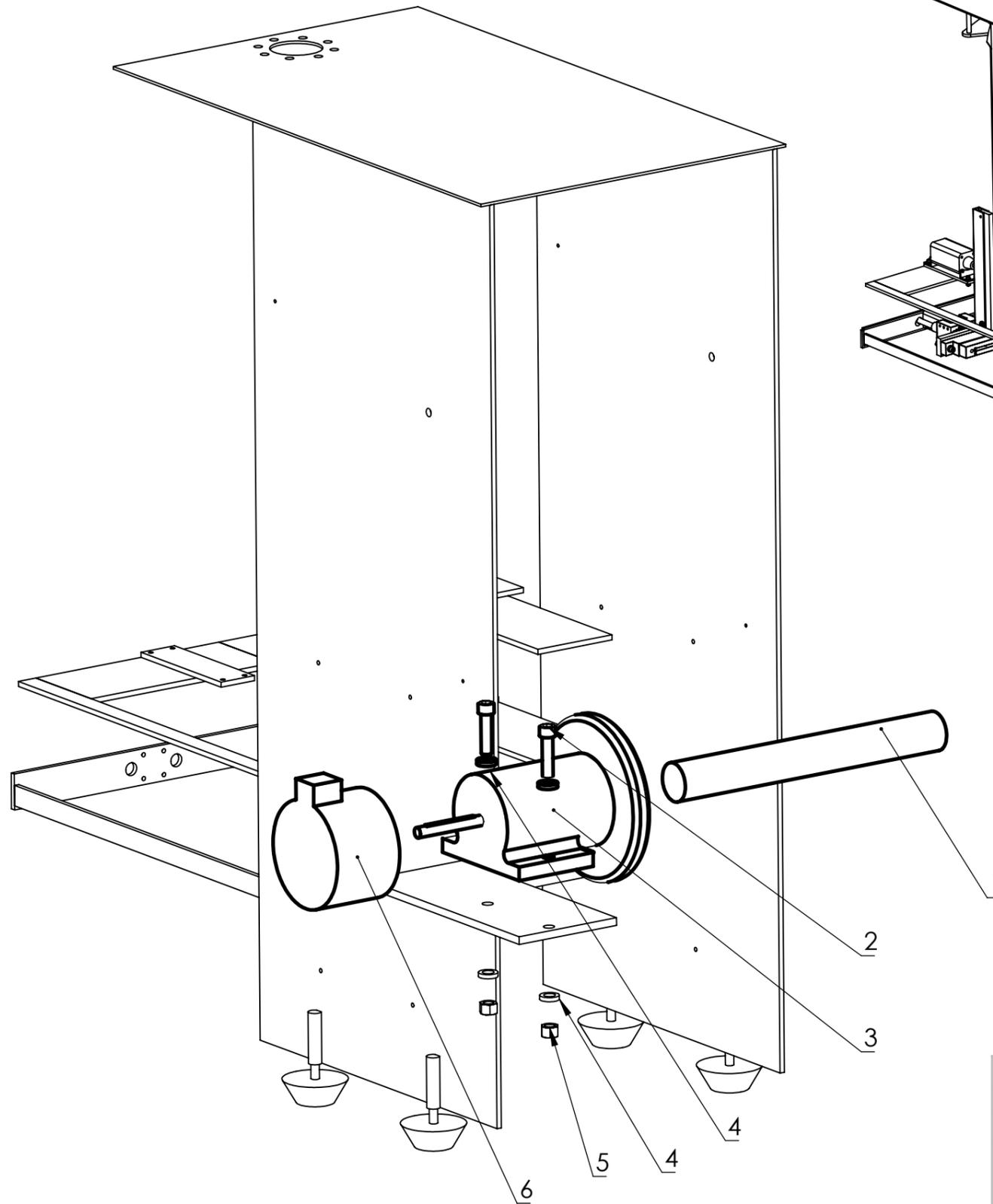


PLANO DE EXPLOSIONADO DEL GRUPO DE SOPORTE DEL PLÁSTICO

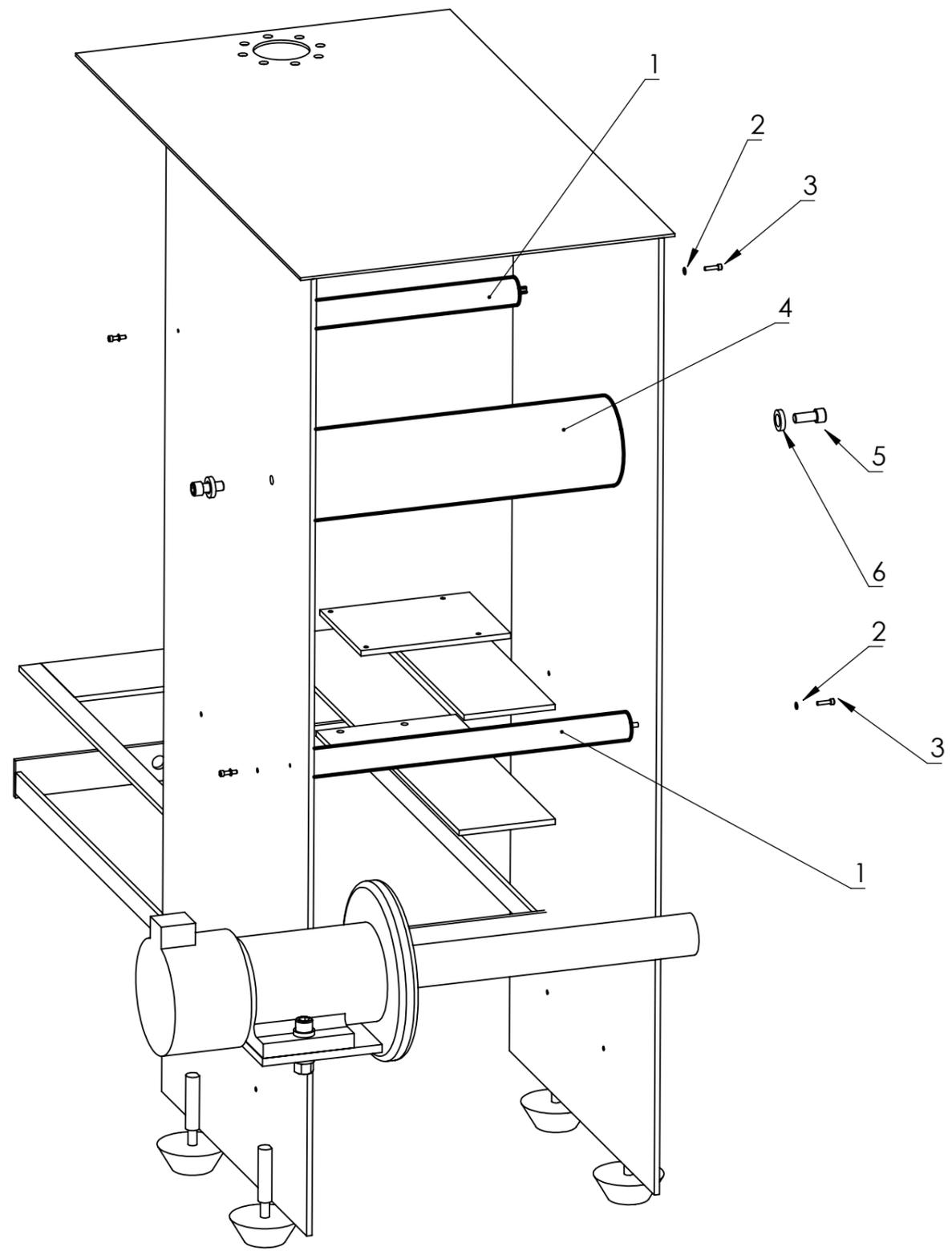
Sustituye a:
Sustituido por:



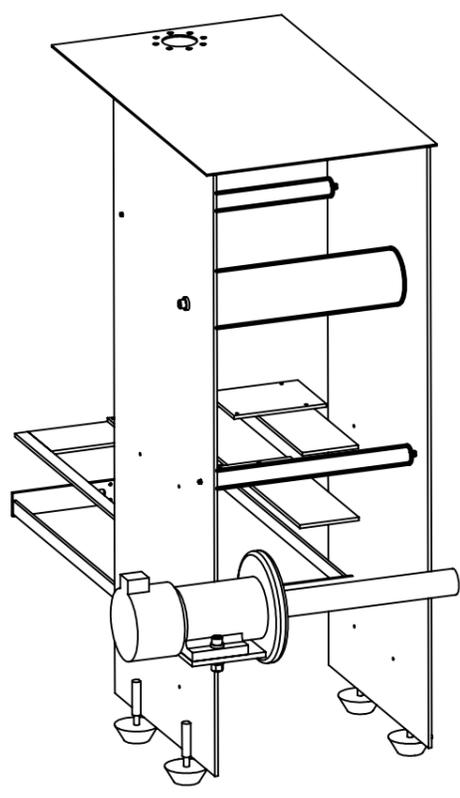
Escala 1:20



Escala 1:10



Escala 1:10



Escala 1:20

PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
1	Plano de conjunto de la máquina	

NOTAS

El montaje de los elementos de unión se realiza de forma simétrica en ambos lados de la máquina

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Uds
1	Cilindro de transporte	2
2	Arandela M6. DIN 6902	4
3	Tornillo M6X25. DIN 912	4
4	Cilindro sensor	2
5	Tornillo M16 X 40. DIN 912	2
6	Arandela M16. DIN 6902	2

	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez

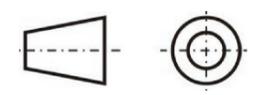


Escala: Ver escala en el dibujo

DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA.

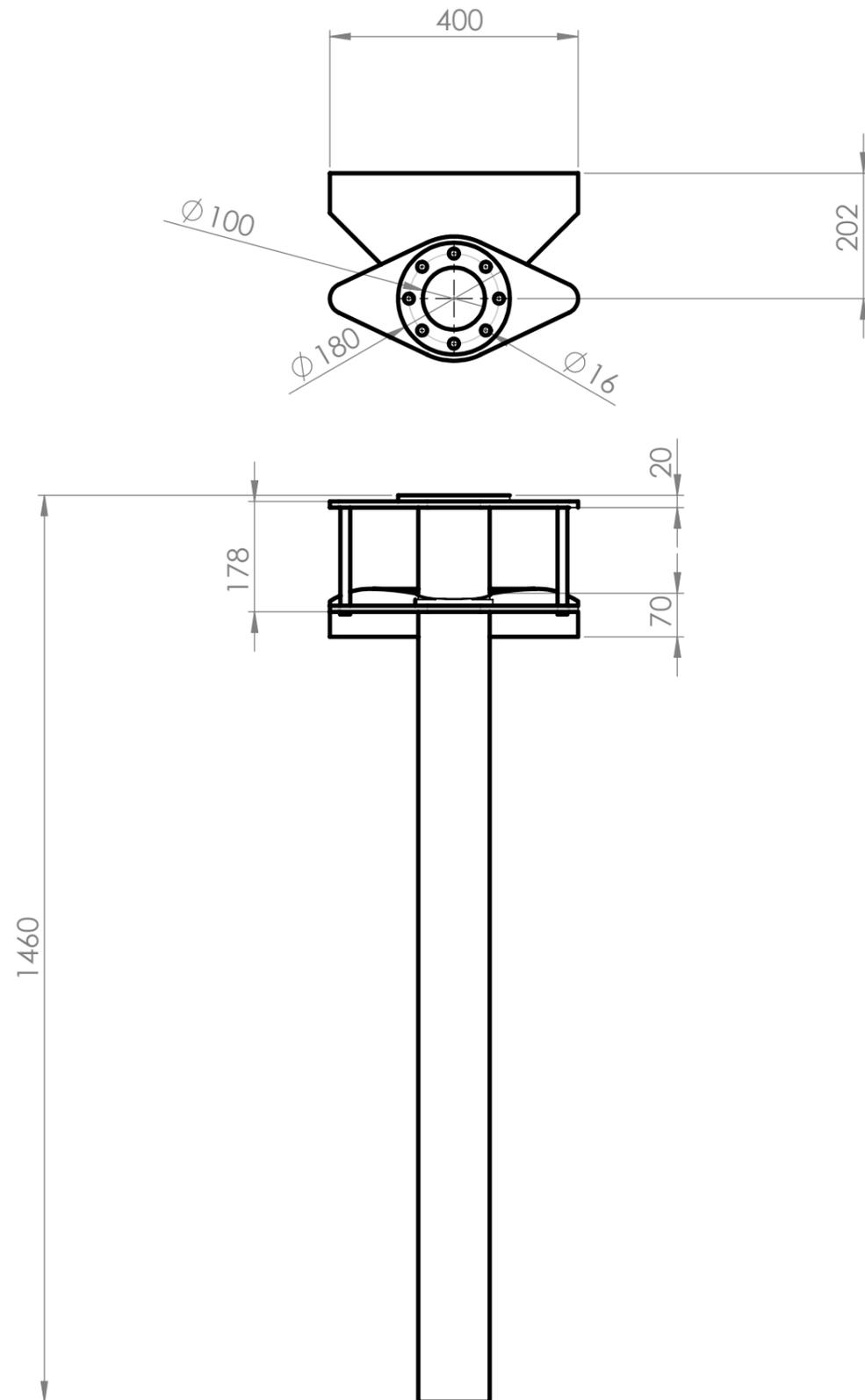
Plano: 4

Sustituye a:



PLANO DE EXPLOSIONADO DEL CONJUNTO DE RODILLOS

Sustituido por:



PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
1	Plano de conjunto de la máquina	
5	Plano de explosionado del tubo de formado	

NOTAS

Solo las dimensiones acotadas son contractuales para el encargo a la empresa proveedora del tubo de formado. Además, se exige que el peso no supere los 38 Kg.

El resto de dimensiones son diseño protegido por el suministrador

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Material	Uds
1	Tubo de formado	AISI 304	1

	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez



Escala: 1:10

DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

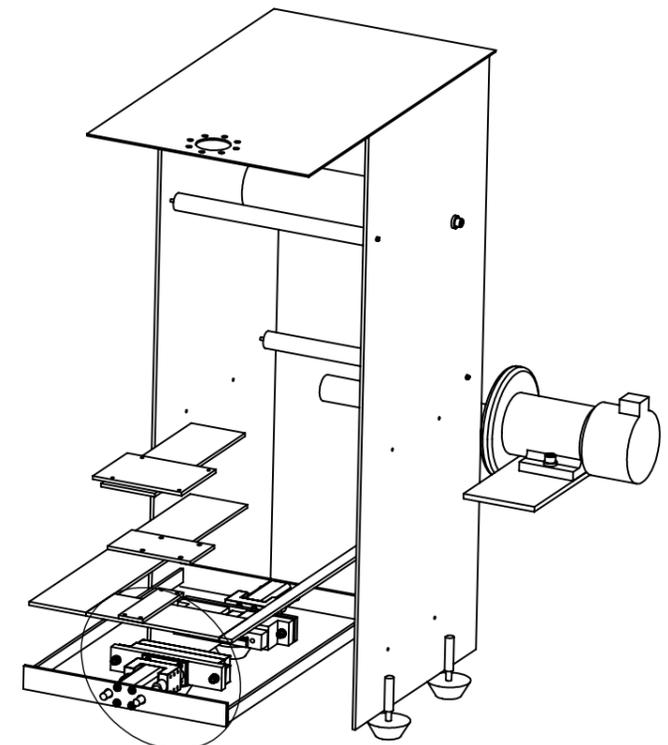
Plano: 5.1

Sustituye a:

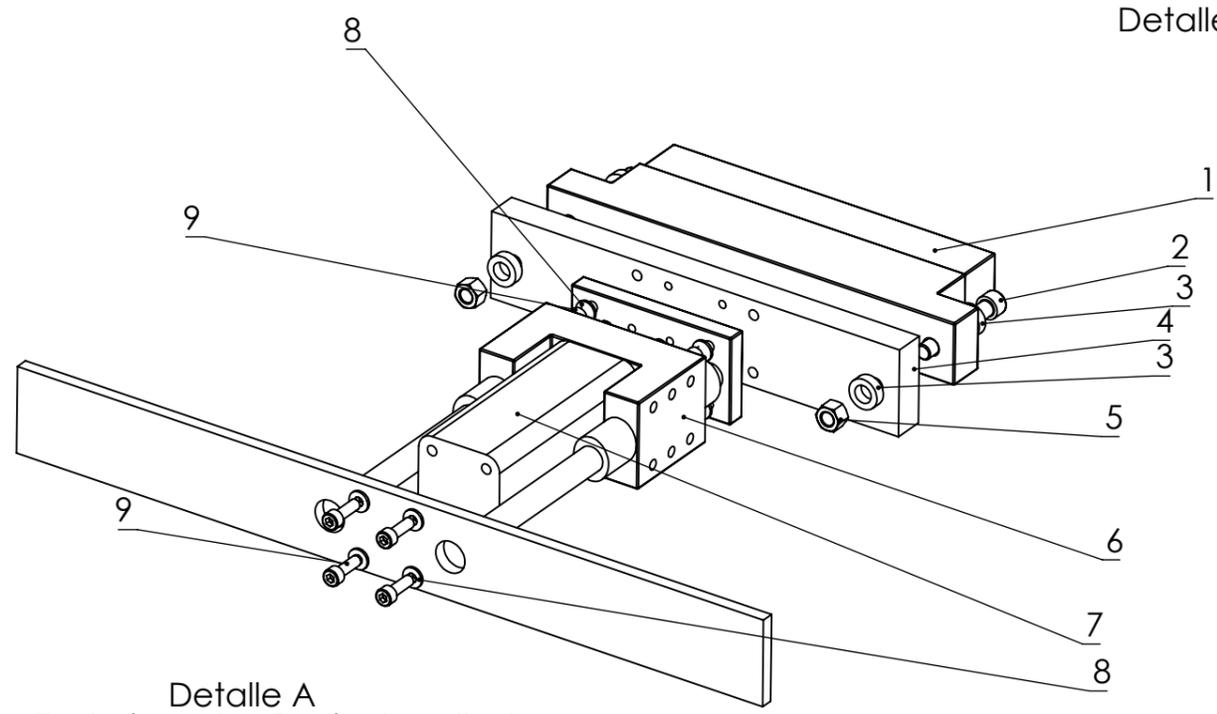


PLANO DE FABRICACIÓN DEL TUBO DE FORMADO

Sustituido por:



Detalle A



Detalle A
Vista Explosionada. Conjunto sellado transversal, parte receptora de la cuchilla
Escala 1:5

PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
1	Plano de Conjunto de la Máquina	
7.1	Soporte Sellado Transversal	
7.2	Mordaza de sellado transversal sin cuchilla	

NOTAS

El Pistón y su soporte guía vienen ya instalados por el fabricante.

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Uds
1	Sellador Transversal Lako Tool	1
2	Tornillo M12 x 80. DIN 912	2
3	Arandela M12. DIN 6902	2
4	Soporte Sellador Transversal	1
5	Tuerca M12. ISO 8674	2
6	Soporte Guía Pistón Parker	1
7	Pistón Parker ø50	1
8	Tornillo M8 x 25. DIN 912	8
9	Arandela M8. DIN 6902	8

	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez



Escala: 1:20

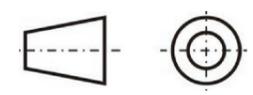
DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

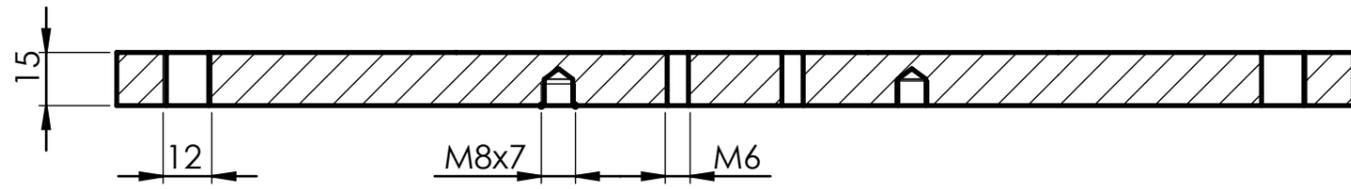
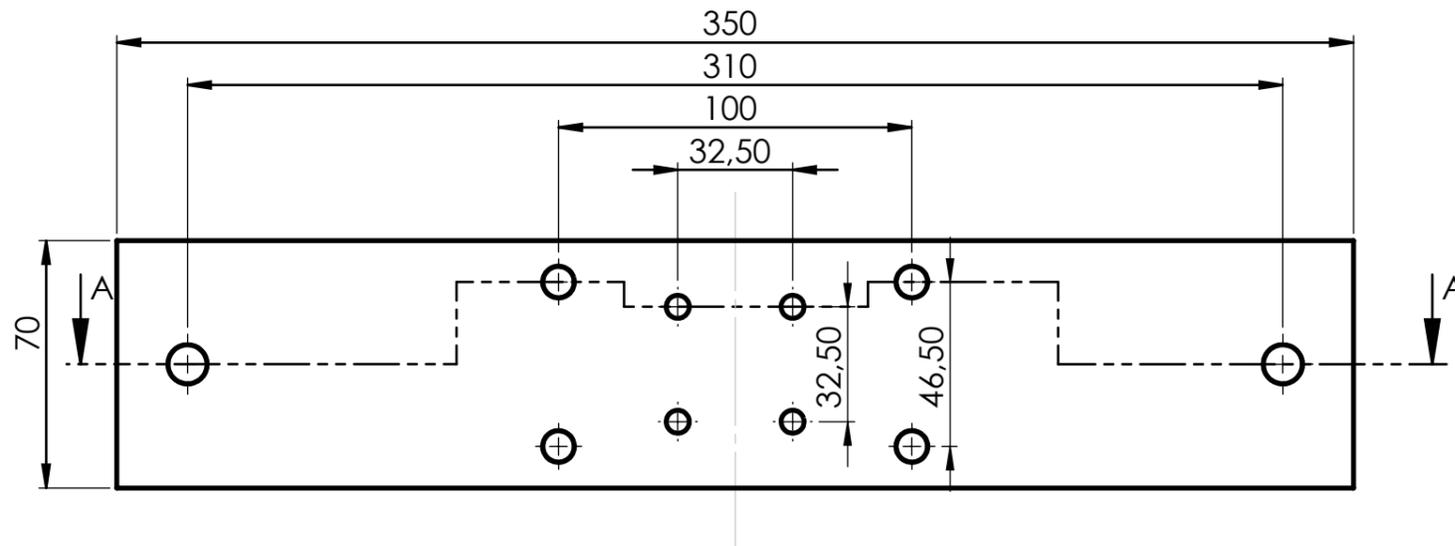
PLANO DE CONJUNTO DEL GRUPO DE SELLADO TRANSVERSAL SIN CUCHILLA

Plano: 7

Sustituye a:

Sustituido por:





SECCIÓN A-A

PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
1	Plano de Conjunto de la Máquina	
7.1	Plano de Conjunto del grupo de sellado transversal sin cuchilla	
7.2	Plano de fabricación de la mordaza sin cuchilla	
8.1	Plano de fabricación de la mordaza con cuchilla	

NOTAS

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Material	Uds
1	Soporte Sellado Tansversal	Acero AISI 1045	1

	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez



Escala: 1:2

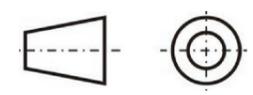
DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

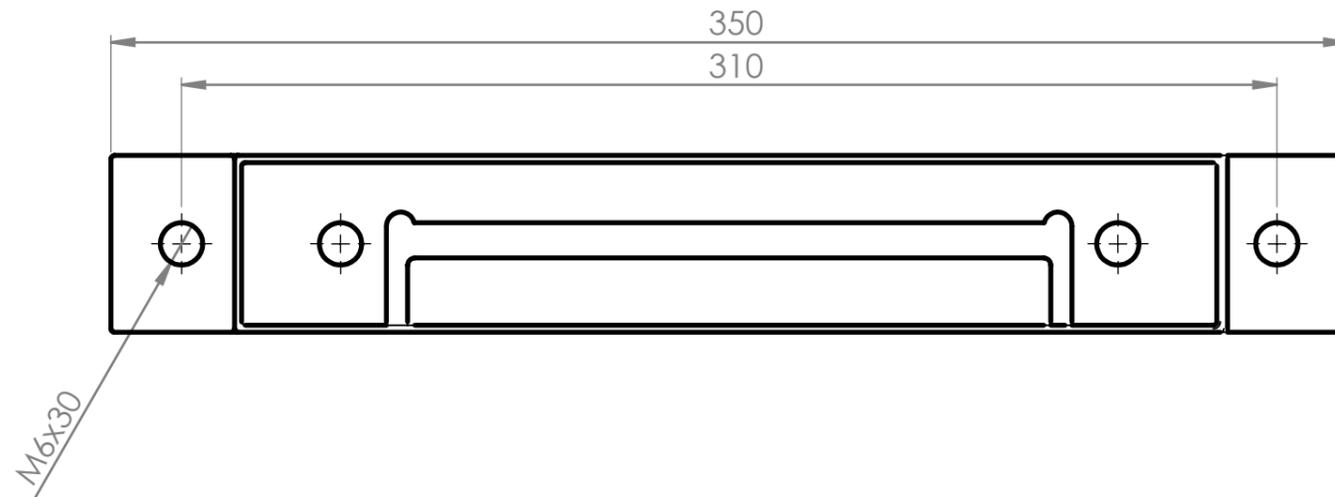
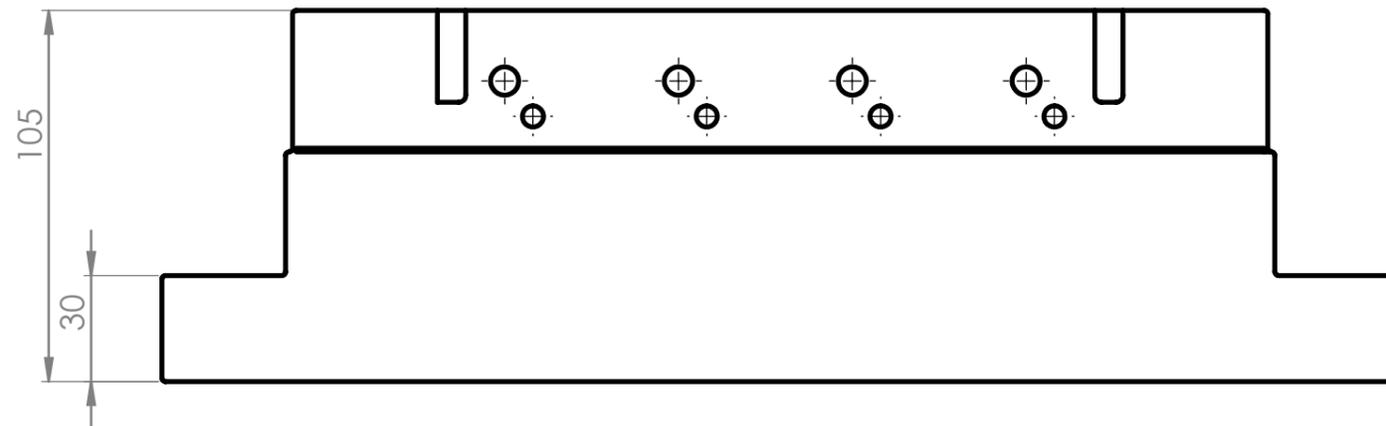
Plano: 7.1

Sustituye a:

SOPORTE SELLADO TRANSVERSAL

Sustituido por:





PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
1	Plano de Conjunto de la Máquina	
7	Plano de Conjunto de la Mordaza de Sellado Sin Cuchilla	
7.1	Soporte Sellado Transversal	

NOTAS

Solo las dimensiones acotadas resultan contractuales con el fabricante de mordazas de sellado Lako Tool. Además se exige un área de sellado de 18x3 cm con hueco de separación intermedia para cuchilla. Las mordazas estan fabricadas en el tipo de bronce que proporciona el fabricante y se debe garantizar un peso máximo de 12,7 Kg.

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Material	Uds
1	Mordaza de sellado sin cuchilla	Bronce fabricante	1

	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez



Escala: 1:2

DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

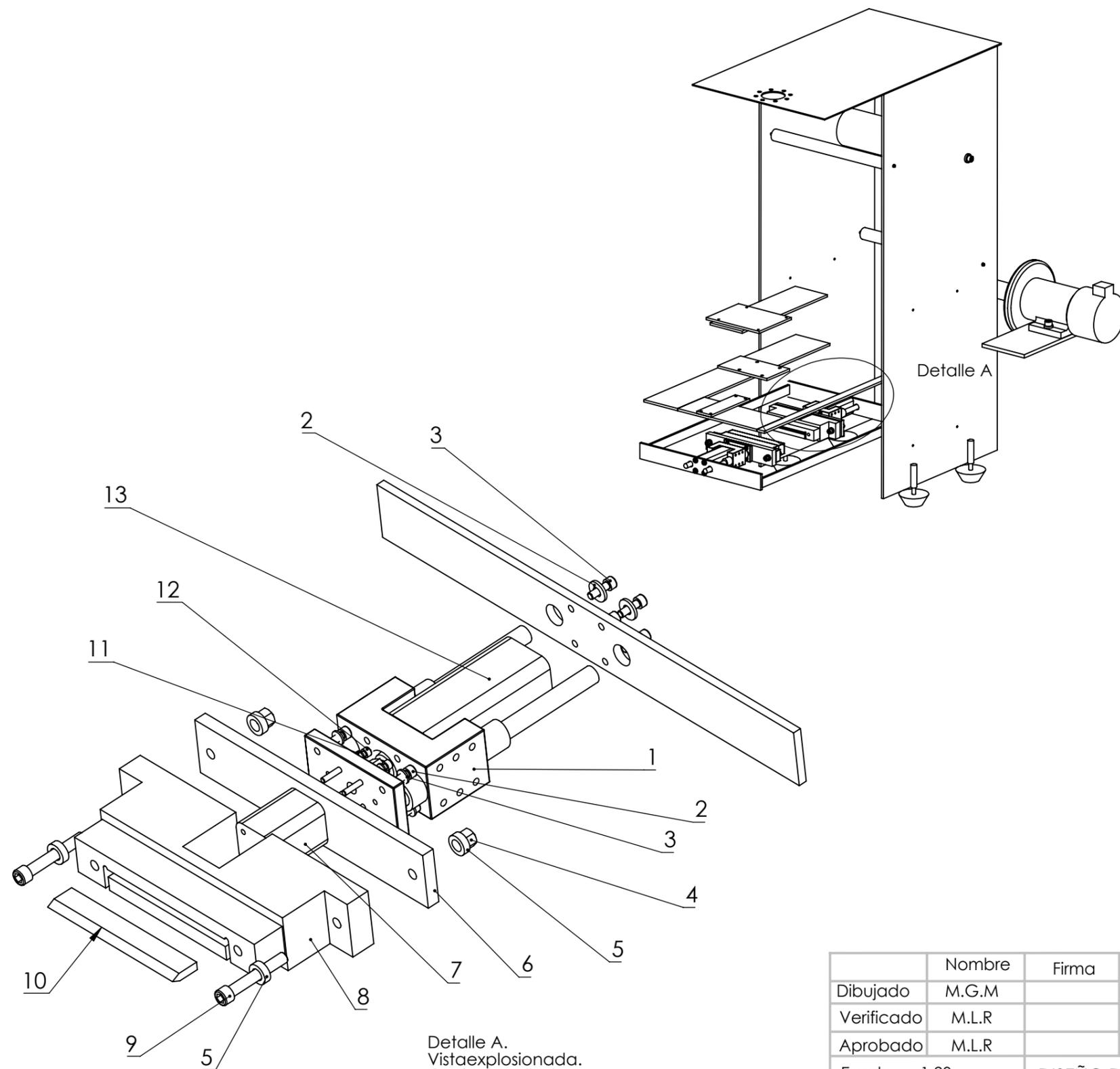
Plano: 7.2

Sustituye a:



MORDAZA DE SELLADO SIN CUCHILLA

Sustituido por:



Detalle A.
Vistaexplosionada.
Conjunto sellado
transversal, parte con
cuchilla

PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
1	Plano de Conjunto de la Máquina	
7.1	Soporte Sellado Transversal	
8.2	Mordaza de Sellado con Cuchilla	

NOTAS

El pistón de sellado transversal (marca 13) va montado sobre su soporte de guiado(marca 1). La cuchilla (marca 10) ya se encuentra instalada en la mordaza sellado transersal (marca 8)

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Uds
1	Soporte Guía del pistón. Parker	1
2	Tornillo M8 x 25. DIN 912	8
3	Arandela M8. DIN 6902	8
4	Tuerca M12. ISO 8674	2
5	Arandela M12. Din 6902	2
6	Soporte Pistón Sellado Transversal 2	2
7	Pistón Cuchilla	1
8	Mordaza de Sellado Transversal con cuchilla Lako Tool	1
9	Tornillo M12x80. DIN 912	2
10	Cuchilla Lako Tool	2
11	Arandela M6. DIN 6902	4
12	Tornillo M6 x 60. DIN 912	4
13	Pistón Sellado Transversal ø50. Parker	1

	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

Escala: 1:20



DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

PLANO DE CONJUNTO DEL GRUPO DE SELLADO TRANSVERSAL CON CUCHILLA

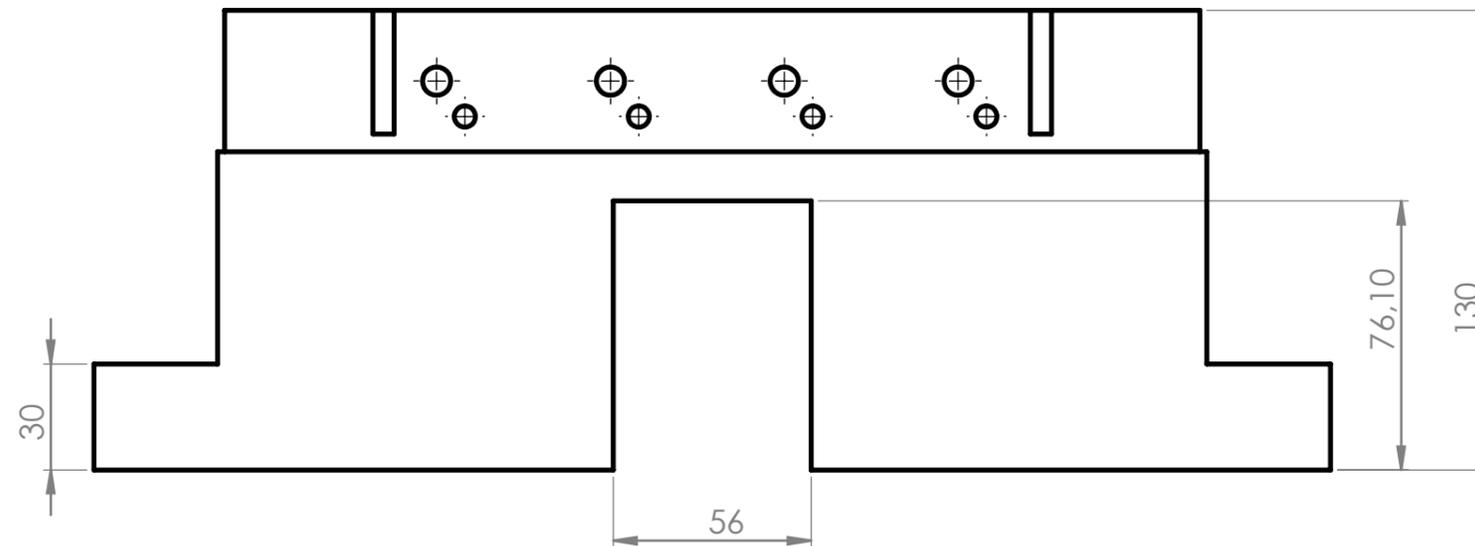
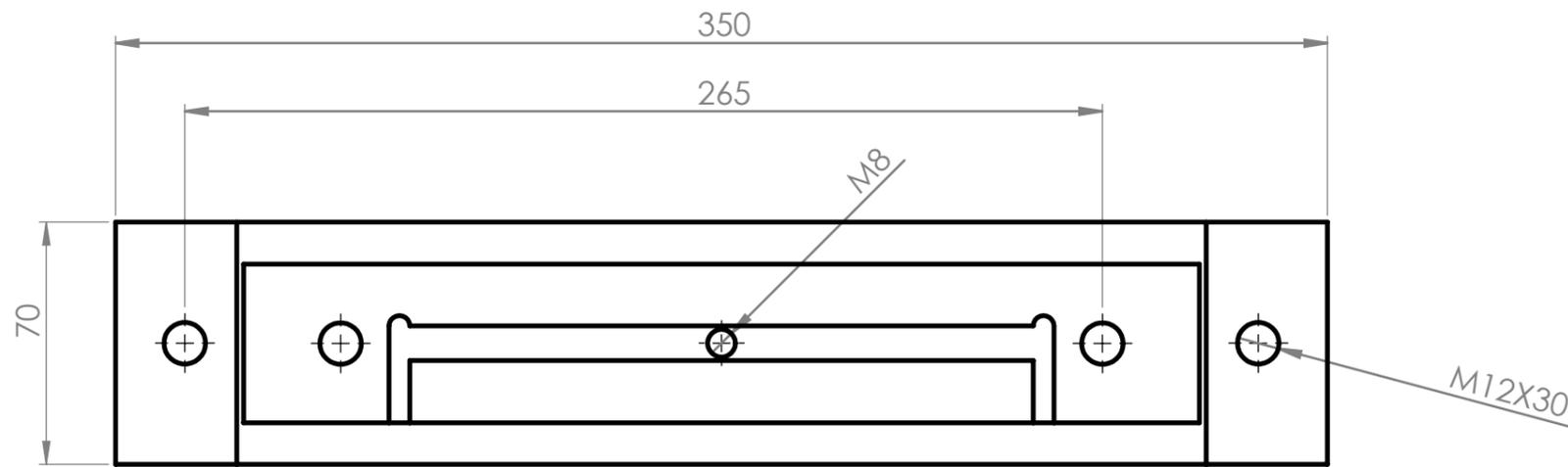
U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez



Plano: 8

Sustituye a:

Sustituido por:



PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
1	Plano de Conjunto de la Máquina	
7.1	Soporte Sellado Transversal	
8	Plano de Conjunto Grupo de Sellado Transversal Con Cuchilla	

NOTAS

Solo las dimensiones acotadas resultan contractuales con el fabricante de mordazas Lako Tool. El hueco existente en la mordaza permite el alojamiento del pistón de la cuchilla. El material de la mordaza será del bronce que proporciona el fabricante. La cuchilla será de acero martensítico y el fabricante es el encargado de suministrarla con un soporte que permita el ajuste roscado con el vástago del pistón de M8X19. El peso total será inferior a 17,7 Kg.

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Material	Uds
1	Mordaza de sellado transversal con cuchilla LAKO TOOL	Bronce del fabricante	4

	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez



Escala: 1:2

DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

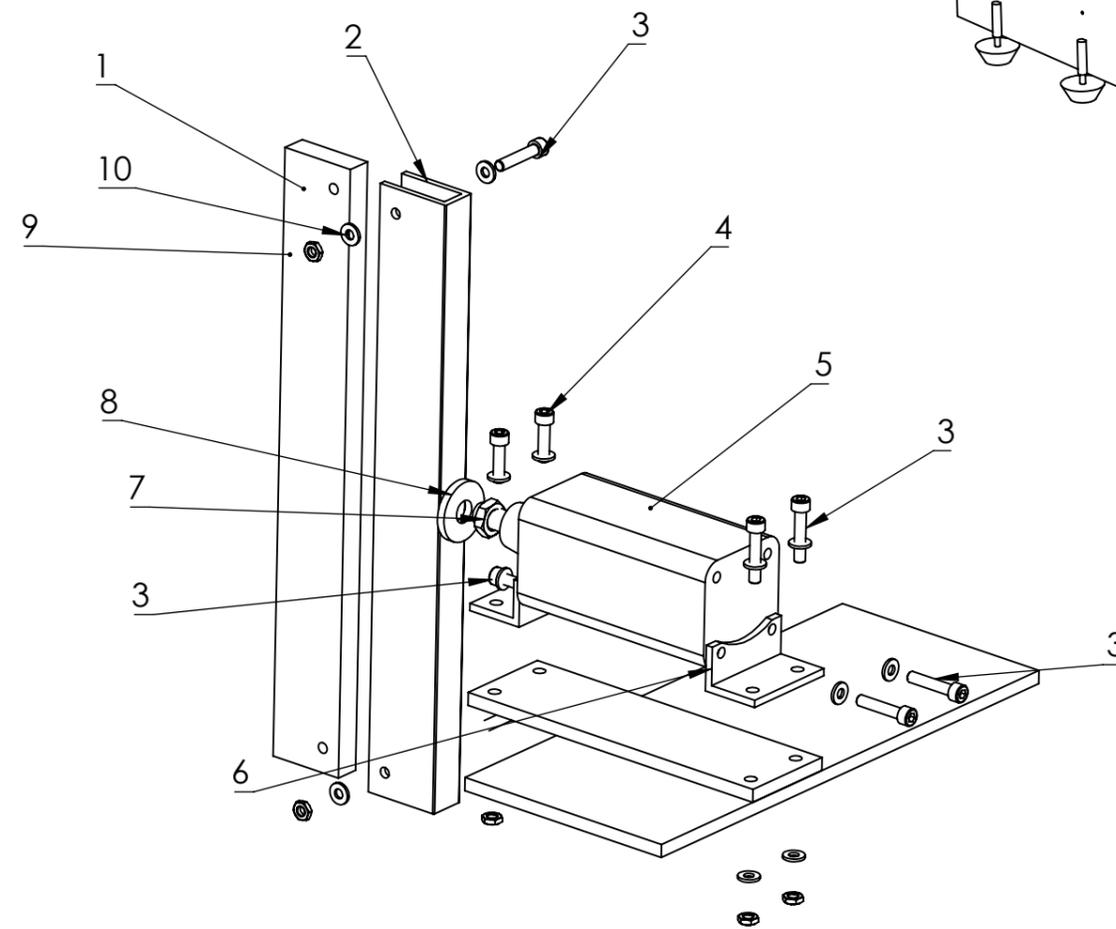
Plano: 8.1

Sustituye a:

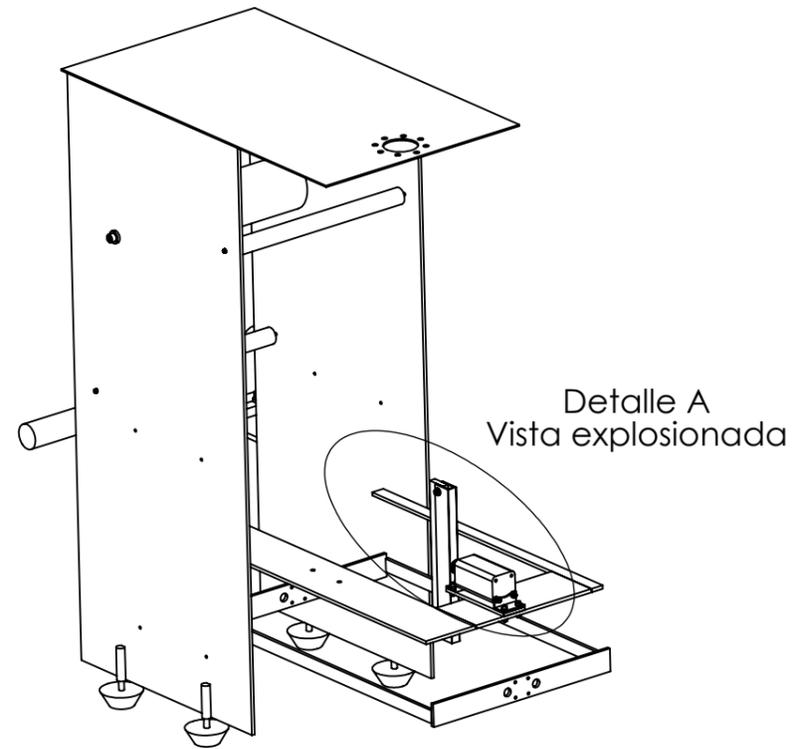
MORDAZA DE SELLADO CON CUCHILLA

Sustituido por:





Detalle A
Vista explosionada
Escala 1:10



Detalle A
Vista explosionada

PLANOS RELACIONADOS

Nº	Descripción	Revisión
1	Plano de Conjunto de la Máquina	
9.1	Plano de fabricación del Grupo de Sellado Transversal y su Soporte	

NOTAS

Todas las tuercas del plano excepto la correspondiente a la marca 8 tienen como referencia: ISO 4035. M8 (marca 9)

Las arandelas son todas iguales con referencia DIN 6340. M16 (marca 10) excepto la correspondiente a la marca 7

Los tornillos no marcados y que forman pares en el montaje con otros con marca tienen la misma referencia que estos

LISTA DE MATERIALES

Item	Descripción	Uds
1	Sellador Longitudinal TOSS	1
2	Soporte Sellador Longitudinal	1
3	Tornillo M8X40. DIN 912	6
4	Tornillo M8X30. DIN 912	2
5	Pistón Sellado Longitudinal Ø63. Parker	1
6	Escuadra de fijación Parker	2
7	Tuerca M16. ISO 8674	1
8	Arandela M16. DIN 6902	1
9	Tuerca M8. ISO 8674	10
10	Arandela M8. DIN 6902	20

	Nombre	Firma	Fecha
Dibujado	M.G.M		08/09/1993
Verificado	M.L.R		
Aprobado	M.L.R		

Escala: 1:10

DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE BOLSAS EN LA
INSTALACIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA
ALIMENTICIA

PLANO DE EXPLOSIONADO DEL GRUPO DE SELLADO
LONGITUDINAL

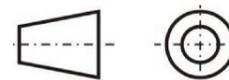
U.P.C.T
E.T.S.I.I.
Mario García Martínez



Plano: 9

Sustituye a:

Sustituido por:



DOCUMENTO Nº 3

PLIEGO DE CONDICIONES



DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE CAJAS EN LA INSTALACIÓN DE
EMPAQUETAMIENTO Y ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: Mario García Martínez
Tutor: Miguel Lucas Rodríguez



ÍNDICE

1. Generalidades.....	2
2. Normativa CE.....	2
3. Documentación técnica de referencia.....	3
4. Las partes.....	4
5. Normas de construcción.....	6
6. Condiciones generales de ejecución.....	7
7. Condiciones generales económicas.....	7
8. Interpretación de documentos y planos.....	11
9. Condiciones que deben satisfacer los materiales.....	11
10. Condiciones generales de uso	13
11. Condiciones generales de seguridad e higiene.....	14
12. Condición final.....	17



1. GENERALIDADES.

El pliego de condiciones es el documento que marca las disposiciones legales de tipo general del proyecto, así como las condiciones técnicas de los materiales que incluye la máquina.

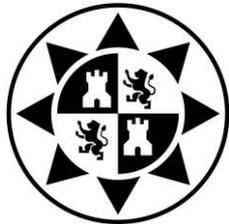
Se incluyen todos los condicionantes legales, las responsabilidades de cada una de las partes y las obligaciones de las mismas. Y dentro de las partes se incluye la propiedad, el fabricante, los proveedores y todos los participantes dentro del proyecto. Este apartado, es además el contrato o los contratos entre propiedad y fabricante, quien establece los términos legales frente a cualquier disputa, duda o requerimiento en todos los aspectos mencionados anteriormente y los que explícitamente se detallarán en los apartados que siguen a este punto.

Además se establecen las características que son de estricto cumplimiento para la aceptación de todos los materiales que integran la máquina en términos generales. Siempre teniendo presente que en último término las listas de materiales de cada uno de los conjuntos, y en particular cada uno de los planos, son los contratos legales para cada una de las piezas, estableciendo el material, el tratamiento, el recubrimiento y todos los condicionantes finales de aceptación de la pieza para otorgarle la funcionalidad y los requerimientos dentro de la máquina.

2. NORMATIVA CE.

Con la elaboración de la Directiva de Máquinas se pretende asegurar la seguridad y la salud de los trabajadores bajo riesgos derivados de la utilización de estas. La Directiva de Máquinas integra la seguridad en las fases de diseño y fabricación y en las fases de la instalación y mantenimiento. Esta directiva tendrá que completarse en cada caso con las disposiciones legales específicas sobre prevención de riesgos laborales que puedan afectar a los trabajadores durante su trabajo.

Para conseguir una unificación de criterios se creó la Directiva de Máquinas (89/392/CEE) que en el transcurso de los años ha sido modificada en varias ocasiones (Directivas 91/368/CC, 93/4/CEE, 93/68/CE, 98/37/CE) siendo la versión 98/79/CE la que agrupa a todas las anteriores.



Las directivas europeas son recomendaciones dirigidas a los estados miembros los cuales tienen un plazo determinado para incorporarlas a sus legislaciones nacionales.

En este momento se dirigen a los ciudadanos y se convierten en documentos de obligado cumplimiento. La Directiva de Máquinas tiene por objetivo que cualquier máquina nueva comercializada en el territorio de la unión europea tenga que traer el logotipo del marcaje CE, que implica:

- La seguridad de la maquina mediante el cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad citados en la directiva.
- La garantía de la libre circulación de la maquina dentro del mercado interior de la unión europea.
- Los estados miembros no podrán prohibir, restringir o impedir la puesta en el mercado y la instalación en su territorio de todas aquellas máquinas que cumplan con los requisitos marcados por la directiva. España ha incorporado la directiva 89/392/CEE y sus modificaciones al ordenamiento jurídico nacional mediante el Real Decreto 1435/1992 (BOE nº 297. 11-12-1992) y el Real Decreto 56/1995 (BOE nº33)

3. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE REFERENCIA

El Contratista deberá atenerse en la ejecución de los trabajos a las condiciones especificadas en los capítulos de este Pliego de Condiciones, respecto a las condiciones que deben reunir los materiales, forma de ejecución de las obras e instalaciones, normativa de ensayos a que deberán someterse las obras realizadas y condiciones de recepción de las mismas, a no ser que existan especificaciones o mayores particularidades en el Proyecto.

En aquellos puntos no señalados explícitamente, deberá atenerse a las condiciones especificadas en los textos oficiales que se indican a continuación:

a) Generales

- Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo en la Industria de la Metalurgia.

b) Construcción

- Normas UNE



c) Instalaciones

- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.
- Instrucciones MI BT complementarias al reglamento electrotécnico de Baja Tensión.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Normas de Seguridad para elementos de transmisión mecánica (ANSI/ASSME B15.1-1996).
- Normas armonizadas con la directiva de máquinas 2006/42/CE.

4. LAS PARTES

4.1. DELIMITACIÓN DE FUNCIONES TÉCNICAS Y CONTRACTUALES

4.1.1. PROMOTOR:

El Promotor es aquella persona física, jurídica, pública o privada que se propone ejecutar, dentro de los cauces legales establecidos, un proyecto de ingeniería o una obra arquitectónica o urbanística, en este caso, el proyecto de ejecución de una máquina termoselladora.

Podrá exigir de la Dirección Técnica que desarrolle sus iniciativas en forma técnicamente adecuada para la ejecución del proyecto, dentro de las limitaciones legales existentes.

4.1.2. CONTRATISTA:

Se entiende por Contratista a todo ente físico, jurídico, público o privado, que de acuerdo con la legislación vigente se ocupa de la realización material del proyecto, o de una parte del mismo, tras la oportuna tramitación y adjudicación, de acuerdo con lo establecido en la legislación de Contratos del Estado.

4.1.3. DIRECTOR DE OBRA:

Se entiende por dirección de obra la función que el profesional desempeña controlando la fiel interpretación de los planos y de la documentación técnica que forma parte del proyecto y la revisión y extensión de los certificados correspondientes



a pagos del proyecto, inclusive el ajuste final de los mismos (Art. 47 decreto-ley 7887/55).

4.1.4. AGENTES SUMINISTRADORES:

Se consideran agentes suministradores de productos a los fabricantes, almacenistas, distribuidores, importadores o vendedores de productos destinados a la ejecución de este Proyecto. Son obligaciones del suministrador, de las que se hace responsable subsidiario el Contratista, las siguientes:

1. Realizar las entregas de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo al origen e identidad del mismo, así como del cumplimiento de las exigencias técnicas solicitadas.
2. Facilitar las fichas técnicas de uso y mantenimiento.

4.1.5. TRABAJADORES:

Todos los trabajadores que intervengan en las obras dependerán del Contratista adjudicatario y todos ellos estarán dados de alta en Seguridad Social, y responderán a las cualificaciones específicas requeridas para la ejecución de cada partida, debiendo tener experiencia en el tipo de instalación u obra contenidas en este Proyecto.

4.2 CONDICIONES GENERALES FACULTATIVAS.

En este apartado se describen y regulan las relaciones entre la contrata y la dirección facultativa para la instalación de la maquinaria y la adecuación de las distintas instalaciones.

4.2.1. Funciones a desarrollar por el contratista

4.2.1.1. Observar la normativa vigente en cuanto a seguridad e higiene en el trabajo y velar por su cumplimiento.

4.2.1.2. Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los elementos componentes del proyecto rechazando aquellos que no cuenten con las garantías exigidas.



4.2.1.3. Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.

4.2.1.4. Conocer las leyes y verificar los documentos del proyecto.

4.2.1.5. El constructor recibirá solución a los problemas técnicos no previstos en el proyecto que se presenten en su ejecución.

4.2.2. Funciones a desarrollar por el ingeniero director

Es el máximo responsable de la ejecución del proyecto, decide sobre comienzo, ritmo y calidad de los trabajos. Velará por el cumplimiento de los mismos y por las condiciones de seguridad del personal.

Las funciones que corresponden al ingeniero director son:

4.2.2.1. Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.

4.2.2.2. Asistir a los trabajos las veces necesarias.

4.2.2.3. Aprobar las certificaciones parciales del proyecto, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.

4.2.2.4. Preparar la documentación final del proyecto, expedir y suscribir el certificado final de la misma.

5. NORMAS DE CONSTRUCCION.

El proveedor se deberá asegurar que los materiales comerciales utilizados no se van a descatalogar o dejarse de fabricar durante los dos años siguientes a la entrega de la máquina, salvo que sean los sustitutos de estos materiales, equivalentes y que no requieran de una modificación sustancial de la máquina.



6. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.

6.1. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

Los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto, a las modificaciones del mismo que hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que entreguen por escrito bajo su responsabilidad el ingeniero o aparejador o ingeniero técnico.

6.2. Trabajos defectuosos

Los constructores e instaladores deberán emplear materiales que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones técnicas generales y particulares del pliego de condiciones y realizar los trabajos de acuerdo con lo especificado en el pliego. Hasta la recepción definitiva del laboratorio son los responsables de la ejecución y de los defectos derivados de una mala ejecución.

6.3. Materiales defectuosos

El ingeniero dará orden a los contratistas de sustituir los materiales y aparatos defectuosos por otros que satisfagan las condiciones de calidad exigidas en el presente pliego de condiciones.

6.4. Pruebas y ensayos

Los gastos ocasionados por pruebas y ensayos corren por cuenta de los contratistas, pudiéndose repetir aquellos que no ofrezcan las suficientes garantías.

6.5. Limpieza de las obras

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

7. CONDICIONES GENERALES ECONÓMICAS

En este apartado se describen y regulan las relaciones económicas entre la propiedad y la contrata, así como la dirección de control de la dirección facultativa.



Todos los intervinientes en el proceso de montaje tienen derecho a percibir puntualmente cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractuales establecidas. La propiedad y los contratistas pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

7.1. LOS PRECIOS

Todos los precios unitarios a que se refiere las normas de medición y valoración del proyecto contenidos en este Pliego de Condiciones se entenderán que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de obra correspondientes, a menos que explícitamente se excluyan algunos de ellos.

Asimismo se entenderá que todos los precios unitarios comprenden los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos, accesorios, transportes, herramientas, gastos generales y toda clase de operaciones, directas o incidentales, necesarias para dejar las unidades de obra terminadas con arreglo a las condiciones especificadas en los artículos de este Pliego de Condiciones.

También queda incluida en el precio la parte proporcional para la realización de ensayos acreditativos de las calidades previstas.

Si existiera alguna excepción a esta norma general deberá estar explícitamente indicada en el Contrato de Adjudicación.

La descripción de las operaciones y materiales necesarios para ejecutar las unidades de obra que figuran en el Pliego de Condiciones del Proyecto no es exhaustiva. Por lo tanto cualquier operación o material no descrito o relacionado, pero necesario para ejecutar una unidad de obra, se considera siempre incluido en los precios.

Asimismo las descripciones que en algunas unidades de obra aparezcan de los materiales y operaciones que se incluyen en el precio, es puramente enunciativa y complementaria para la mejor comprensión del concepto que representa la unidad de obra.

El cálculo de los precios es el resultado de sumar los costes, los gastos generales y el beneficio industrial.



Los costes:

- Mano de obra.
- Los materiales.
- Equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene.

Los gastos generales:

- Gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales, tasas de la administración. También se fija como un porcentaje, en este caso de la suma de costes directos e indirectos (en la administración pública es del 13 al 17 por 100).

El beneficio industrial:

- El beneficio del contratista se establece en un 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de ejecución material:

- El resultado obtenido por la suma de las anteriores partidas exceptuando el beneficio industrial.

Precio de contrata:

- Es la suma de costes directos, indirectos, gastos generales y beneficio industrial. El IVA se aplica a este precio.

7.2 FORMAS VARIAS DE ABONO DE LAS OBRAS

Según la modalidad elegida para la contratación de las obra y salvo que en el Pliego Particular de Condiciones Económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

7.2.1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.



7.2.2. Tipo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas. Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

7.2.3. Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

7.2.4. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente "Pliego Generales de Condiciones económicas" determina.

7.2.5. Por horas de trabajo ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

7.3. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio de la Dirección Facultativa decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las condiciones previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista estará obligado a efectuar los cambios. A falta de acuerdo, el precio se resolverá convenientemente entre la Dirección Facultativa y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del Proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los precios contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.



7.4. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiere hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución del proyecto (con referencia a Facultativas).

8. INTERPRETACIÓN DE DOCUMENTOS Y PLANOS

La interpretación técnica del proyecto corresponderá a al contratista. El Contratista deberá ejecutar por su cuenta todos los dibujos y planos de detalle necesarios para facilitar y organizar la ejecución de los trabajos.

Dichos planos, acompañados con todas las justificaciones correspondientes, deberá someterlos a la aprobación de la entidad de la construcción, a medida que sea necesario, pero en todo caso con 8 días de antelación a la fecha en que piense ejecutar los trabajos a que dichos diseños se refieran.

La entidad de la obra dispondrá de un plazo de cinco días a partir de la recepción de dichos planos para examinarlos y devolverlos al Contratista debidamente aprobados o acompañados, si hubiera lugar a ello, de sus observaciones.

El Contratista será responsable de los retrasos que se produzcan en la ejecución de los trabajos como consecuencia de una entrega tardía de dichos planos, así como de las correcciones y complementos de estudio necesarios para su puesta a punto.

9. CONDICIONES QUE DEBEN SATISFACER LOS MATERIALES

9.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

Tanto los materiales como la ejecución de los trabajos, las unidades de obra y la propia instalación terminada tendrán la máxima calidad, y cumplirán las instrucciones del Director, y podrán ser sometidos en cualquier momento a los ensayos y pruebas que éste determine.

En los siguientes puntos se especifican las condiciones concretas que deberán reunir algunos materiales, desechándose los que a juicio de la Dirección Facultativa no las



reúnan, sin que ello pueda dar lugar a reclamación alguna por parte del Contratista.

9.1.1. Tornillería

La tornillería empleada para la fijación de las piezas así como tuercas, será de acero con recubrimiento superficial según normas.

9.1.2. Conformado de las chapas

Para el conformado de las chapas que forman la estructura de la máquina no se podrá utilizar el oxicorte, por las transformaciones estructurales derivadas del calor aplicado en este proceso. Cualquier otro tipo de corte estará admitido siempre y cuando se realice siguiendo la normativa UNE de aplicación.

9.1.3. Precisión

Los componentes de fabricación propia que se indican en los planos deberán ejecutarse siguiendo las medidas que se indican en estos, requiriéndose en ocasiones una precisión de décimas de milímetro por razones constructivas.

9.2. ESTRUCTURA

9.2.1. Perfiles y material

La forma de ejecución de la estructura es mediante chapas de distintos espesores, siguiendo las indicaciones vistas en los planos.

El material de dichos perfiles es el ACERO AISI 1045, tal y como se describe en la memoria, y se acogerá a la norma UNE-EN 10020:2001 debiéndose cumplir exactamente las prescripciones sobre composición química y características mecánicas estipuladas en dicha norma.

9.2.2. Soldadura

El calculista presentará, a petición del Ingeniero Director de la obra, la marca y clase de los electrodos a emplear en la ejecución de las soldaduras.

El contratista queda obligado a almacenar los electrodos recibidos en condiciones tales que no puedan perjudicar las características del material de aportación.



En la ejecución de las uniones soldadas se tendrán muy presentes las siguientes prescripciones:

a) Se dejará la máxima libertad posible a los movimientos de retracción de la soldadura; y por tanto se procederá en todas las uniones desde el centro hacia los bordes de chapa.

b) A fin de evitar en lo posible las deformaciones residuales se conservará la mayor simetría posible en el conjunto de las soldaduras efectuadas.

c) Se evitará la excesiva acumulación de calor en las zonas localizadas del bastidor y la estructura. Para ello se espaciará suficientemente el depósito de los cordones sucesivos y se adoptarán las secuencias convenientes a la disipación del calor.

d) Antes de comenzar la soldadura se limpiarán los bordes de las piezas a unir con cepillo de alambre o con cualquier otro procedimiento, eliminando cuidadosamente todo rastro de grasa, pintura o suciedad.

e) Se ha de depositar un cordón sobre otro previamente ejecutado, se cuidará de eliminar completamente la escoria del primero mediante un ligero martilleado con la piqueta y el cepillo de alambre.

f) No se efectuarán nunca soldaduras con temperaturas inferiores a cero grados centígrados (0 ° C).

9.3. COLOCACIÓN DE ELEMENTOS Y PIEZAS

Para la correcta instalación de la máquina, todos los elementos y piezas que la constituyen tienen una posición determinada, la cual queda definida en los planos.

10. CONDICIONES GENERALES DE USO

La máquina termoselladora ha sido diseñada para conformar bolsas de caramelos estándar de 250 g y de 1,5 Kg de peso neto, en función de los parámetros ajustables que se muestran en la memoria. Para cualquier cambio en las características de la bolsa será necesario elaborar un proyecto que permita evaluar la capacidad de la máquina para adaptarse a las condiciones establecidas.



11. CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD E HIGIENE.

11.1 Normas armonizadas europeas

- EN 292-2. Conceptos básicos, principios generales para el diseño.
- EN 1050. Evaluación de riesgos.
- EN 292-1. Conceptos básicos, principios generales para el diseño.
- EN 954. Partes de los sistemas de mando relacionados con la seguridad.
- EN 1037. Prevención de una puesta en marcha intempestiva.
- EN 294. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores.
- EN 811. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores.
- EN 349. Distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano.
- EN 983. Requisitos de Seguridad para las transmisiones neumáticas.

11.2 Índice de legislación sobre seguridad en máquinas

- DIRECTIVA 2006/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO Del 17 DE MAYO DE 2006

11.3 Señalización y precauciones

Durante la ejecución de los trabajos, el Contratista colocará señalización o vallas para advertir del peligro de la maquinaria y manipulación, durante la construcción de la máquina y las instalaciones.

Queda prohibida la fijación de anuncios en las vallas o cercas de precaución que instale el Contratista con motivo de la ejecución de las obras objeto de esta Contrata.

No se considerará anuncio, el nombre o anagrama de la empresa Contratista, que obligatoriamente debe figurar en las vallas.



11.4 Puesta en marcha de la termoselladora

La puesta en marcha de la máquina sólo será posible cuando estén garantizadas las condiciones de seguridad para las personas y para la propia máquina, con las siguientes inspecciones:

Revisión estructural:

- Se comprobará que todas las chapas que conforman la estructura hayan sido colocadas en la posición que indican los planos.
- Un inspector de soldadura garantizará que todas las uniones sean las adecuadas.
- La puesta en servicio de la máquina no se realizará antes de las 24 horas de la realización de la soldadura para evitar el agrietamiento en caliente.

Componentes mecánicos:

- Comprobación del apriete de los tornillos y tuercas de la máquina.
- Lubricación del motor.
- Lubricación del soporte de rodamientos FAG.
- Revisión de la sujeción del eje expansible al soporte de seguridad.
- Verificación de amarre mecánico del canuto de la bobina al eje expansible.

Elementos neumáticos:

- Verificación de la correcta conexión de los tubos a los racores de las válvulas y accesorios
- Ajuste de los reguladores de presión, según indicaciones de la memoria, a la presión requerida por la máquina en función de la bolsa a fabricar.
- Lubricación de la unidad de mantenimiento del compresor

Componentes eléctricos:

- Revisión de la correcta conexión del cableado y activación de los elementos de protección
- Ajuste del variador de velocidad a la frecuencia necesaria, según indicaciones de la memoria, en función del tipo de bolsa a fabricar.



Si la máquina deja de funcionar aunque sea momentáneamente por un fallo en su alimentación de energía, y su puesta en marcha inesperada pueda suponer peligro, no podrá ponerse en marcha automáticamente al ser restablecida la alimentación de energía.

Si la parada de una máquina se produce por la actuación de un sistema de protección, la nueva puesta en marcha sólo será posible después de restablecidas las condiciones de seguridad y previo accionamiento del órgano que ordena la puesta en marcha.

11.5. Desconexión de la máquina

En toda máquina debe existir un dispositivo manual que permita al final de su utilización su puesta en condiciones de la mayor seguridad (máquina parada).

Este dispositivo debe asegurar en una sola maniobra la interrupción de todas las funciones de la máquina, salvo que la anulación de alguna de ellas pueda dar lugar a peligro para las personas, o daños a la máquina. En este caso, tal función podrá ser mantenida o bien diferida su desconexión hasta que no exista peligro.

11.6 Parada de emergencia

Como toda máquina que pueda necesitar ser parada lo más rápidamente posible, con el fin de evitar o minimizar los posibles daños, la termoselladora deberá estar dotada de un sistema de paro de emergencia.

En todo caso, la parada de emergencia no supondrá nuevos riesgos para las personas.

11.7 Mantenimiento, ajuste o regulación.

Se realizarán inspecciones periódicas cuyos ensayos no deberían ser más rigurosos que los que se requieren antes de la puesta en servicio de la termoselladora por primera vez.



12. CONDICIÓN FINAL

Los documentos redactados por el ingeniero que suscribe, así como el conjunto de normas y condiciones que figuran en este pliego de condiciones y las que de acuerdo con éste sean de aplicación del pliego de condiciones varias de la edificación, aprobado por el Consejo Superior de Ingenieros de España y adoptado por la Dirección General de Ingeniería, constituyen el contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de las partes contratantes, las cuales se obligan a dirimir sus diferencias por amigables componedores y preferentemente el Ingeniero Director de obras o por los ingenieros designados a este efecto por la Delegación Provincial correspondiente al Colegio de Ingenieros.

DOCUMENTO Nº 4

PRESUPUESTO



DISEÑO DEL MECANISMO DE SELLADO DE CAJAS EN LA INSTALACIÓN DE
EMPAQUETAMIENTO Y ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: Mario García Martínez
Tutor: Miguel Lucas Rodríguez



ÍNDICE

1. Estado de mediciones.....	2
2. Cuadro de precios unitarios.....	7
3. Presupuesto general.....	12
4. Resumen del presupuesto.....	17



1. ESTADO DE MEDICIONES

CAPÍTULO 1º. ACEROS.

Nº	Descripción	Material	Unidad de Medida	Cantidad
1.1	Plancha Longitudinal Máquina	Acero AISI 1045	Kg	10,9
1.2	Plancha Techo	Acero AISI 1045	Kg	32,63
1.3	Plancha Soporte Conjunto Eje Expansible	Acero AISI 1045	Kg	13,1
1.4	Plancha Motor	Acero AISI 1045	Kg	4,82
1.5	Plancha Conjunto Eje- Rodamientos	Acero AISI 1045	Kg	18,61
1.6	Plancha Pistón Sellado Longitudinal	Acero AISI 1045	Kg	9,07
1.7	Plancha Pistón Sellado Transversal	Acero AISI 1045	Kg	3,42
1.8	Plancha Conexión Pistón Sellado Transversal	ACERO AISI 1045	Kg	3,12
1.9	Soporte sellado transversal	Acero AISI 1045	Kg	4,74
1.10	Soporte Pistón Sellado Longitudinal	Acero AISI 1045	Kg	1,6
1.11	Soporte Conjunto Eje-Rodamientos	Acero AISI 1045	Kg	3,4
1.12	Soporte Motor	Acero AISI 1045	Kg	4,82



CAPÍTULO 2º ELEMENTOS DE CATÁLOGO

Nº	Descripción	Unidad de Medida	Cantidad
2.1	Soporte de seguridad eje expansible. Fu Ibérica	Ud	1
2.2	Eje expansible $\phi 80$. Fu Ibérica	Ud	1
2.3	Freno de polvo magnético. E+L	Ud	1
2.4	Cilindro sensor $\phi 100$. E+L	Ud	1
2.5	Regulador de tensión de banda. E+L	Ud	1
2.6	Cilindro de transporte $\phi 50$. Rolac	Ud	2
2.7	Tubo de formado. Irtra Group	Ud	1
2.8	Motor Trifásico. Siemens	Ud	1
2.9	Variador de frecuencia. Siemens	Ud	1
2.10	Poleas Manutec	Ud	2
2.11	Correas Manutec	m	0,576
2.12	Conjunto Eje + Rodamientos. FAG	Ud	1
2.13	Par de Mordazas de sellado transversal con cuchilla. Lako Tool.	Ud	1
2.14	Sellador longitudinal. Toss	Ud	1



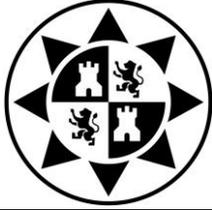
CAPÍTULO 3º TORNILLERÍA

Nº	Descripción	Unidad de Medida	Cantidad
3.1	Tornillo M6 x 25. DIN 912	Ud	4
3.2	Tornillo M6 x 60. DIN 912	Ud	4
3.3	Tornillo M8 x 8. DIN 4766	Ud	16
3.4	Tornillo M8 x 25. DIN 912	Ud	16
3.5	Tornillo M8 x 30. DIN 912	Ud	2
3.6	Tornillo M8 x 40. DIN 912	Ud	6
3.7	Tornillo M8 x 45. DIN 912	Ud	4
3.8	Tornillo M8 x 55. DIN 912	Ud	2
3.9	Tornillo M12 x 45. DIN 912	Ud	4
3.10	Tornillo M12 x 55. DIN 912	Ud	4
3.11	Tornillo M12 x 80. DIN 912	Ud	4
3.12	Tornillo M16 x 40. DIN 912	Ud	2
3.13	Tornillo M16x 60. Din 912	Ud	8
3.14	Tornillo M20 x 80. DIN 912	Ud	2
3.16	Arandela M6. DIN 6902	Ud	4
3.17	Arandela M8. DIN 6902	Ud	44
3.18	Arandela M12. DIN 6902	Ud	20
3.19	Arandela M16. DIN 6902	Ud	10
3.20	Arandela M20. DIN 6902	Ud	4
3.21	Tuerca M6. ISO 8674	Ud	19
3.22	Tuerca M8. ISO 8674	Ud	18
3.23	Tuerca M12. ISO 8674	Ud	8
3.24	Tuerca M16. ISO 8674	Ud	9
3.25	Tuerca M20. ISO 8674	Ud	2



CAPÍTULO 4º. ELEMENTOS NEUMÁTICOS

Nº	Descripción	Unidad de Medida	Cantidad
4.1	Compresor Kaeser	Ud	1
4.2	Pistón Parker $\phi 63$	Ud	1
4.3	Guía de Vástago. $\phi 63$	Ud	2
4.4	Pistón Parker $\phi 50$	Ud	2
4.5	Pistón Aventics $\phi 40$	Ud	1
4.6	Tubo PEN. Festo	m	10
4.7	Eléctroválvula 3/2 con retorno por muelle. Festo	Ud	3
4.8	Válvula 5/2 con accionamiento neumático y retroceso electromagnético. Festo	Ud	1
4.9	Válvula 3/2 de accionamiento por pedal con enclavamiento. Festo	Ud	1
4.10	Válvula 3/2 de accionamiento por palanca con enclavamiento. Festo	Ud	1
4.11	Válvula lógica de simultaneidad. Festo	Ud	1
4.12	Válvula con estrangulación y antirretorno. Festo	Ud	5
4.13	Válvula reguladora de presión con manómetro. Festo	Ud	3
4.14	Válvula 3/2 temporizadora con depósito, estrangulación y antirretorno. Festo	Ud	3
4.15	Válvula 5/2 de accionamiento y retroceso neumático. Festo	Ud	1
4.16	Válvula detectora de caudal. Festo	Ud	4
4.17	Unidad de mantenimiento. Festo	Ud	1
4.18	Racores en T. Festo	Ud	7
4.19	Sensor. P8S-GRFLX. Parker.	Ud	4
4.20	Sensor. P8S-GRFLX2. Parker.	Ud	1



CAPÍTULO 5º. FABRICACIÓN

Nº	Descripción	Unidad de Medida	Cantidad
5.1	Corte de chapa	horas	20
5.2	Plegado	horas	3
5.3	Troquelado	horas	5
5.3	Taladrado	horas	8
5.4	Soldeo	horas	20
5.5	Montaje	horas	20



2. CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CAPÍTULO 1º. ACEROS

Nº	Descripción	Material	Unidad de Medida	Precio de la unidad (€/kg)
1.1	Plancha Longitudinal Máquina	Acero AISI 1045	Kg	2,42
1.2	Plancha Techo	Acero AISI 1045	Kg	2,42
1.3	Plancha Soporte Conjunto Eje Expansible	Acero AISI 1045	Kg	2,42
1.4	Plancha Motor	Acero AISI 1045	Kg	2,42
1.5	Plancha Conjunto Eje- Rodamientos	Acero AISI 1045	Kg	2,42
1.6	Plancha Pistón Sellado Longitudinal	Acero AISI 1045	Kg	2,42
1.7	Plancha Pistón Sellado Transversal	Acero AISI 1045	Kg	2,42
1.8	Plancha Conexión Pistón Sellado Transversal	ACERO AISI 1045	Kg	2,42
1.9	Soporte sellado transversal	Acero AISI 1045	Kg	2,42
1.10	Soporte Pistón Sellado Longitudinal	Acero AISI 1045	Kg	2,42
1.11	Soporte Conjunto Eje-Rodamientos	Acero AISI 1045	Kg	2,42
1.12	Soporte Motor	Acero AISI 1045	Kg	2,42



CAPÍTULO 2º ELEMENTOS DE CATÁLOGO

Nº	Descripción	Unidad de Medida	Precio de la unidad (€)
2.1	Soporte de seguridad eje expansible. Fu Ibérica	Ud	335,28
2.2	Eje expansible ϕ 80. Fu Ibérica	Ud	475,65
2.3	Freno de polvo magnético. E+L	Ud	95,38
2.4	Cilindro sensor ϕ 100. E+L	Ud	87,25
2.5	Regulador de tensión de banda. E+L	Ud	489,23
2.6	Cilindro de transporte ϕ 50. Rolac	Ud	49,25
2.7	Tubo de formado. Irtra Group	Ud	558,54
2.8	Motor Trifásico. Siemens	Ud	457,38
2.9	Variador de frecuencia. Siemens	Ud	333,36
2.10	Poleas Manutec	Ud	13,76
2.11	Correas Manutec	m	18,91
2.12	Conjunto Eje + Rodamientos. FAG	Ud	325,37
2.13	Par de Mordazas de sellado transversal con cuchilla. Lako Tool.	Ud	457,25
2.14	Sellador longitudinal. Toss	Ud	257,25



CAPÍTULO 3º TORNILLERÍA

Nº	Descripción	Unidad de Medida	Precio de la unidad (€)
3.1	Tornillo M6 x 25. DIN 912	Ud	0,47
3.2	Tornillo M6 x 60. DIN 912	Ud	1,02
3.3	Tornillo M8 x 8. DIN 4766	Ud	0,35
3.4	Tornillo M8 x 25. DIN 912	Ud	0,41
3.5	Tornillo M8 x 30. DIN 912	Ud	0,43
3.6	Tornillo M8 x 40. DIN 912	Ud	0,49
3.7	Tornillo M8 x 45. DIN 912	Ud	0,50
3.8	Tornillo M8 x 55. DIN 912	Ud	0,51
3.9	Tornillo M12 x 45. DIN 912	Ud	0,99
3.10	Tornillo M12 x 55. DIN 912	Ud	1,15
3.11	Tornillo M12 x 80. DIN 912	Ud	1,45
3.12	Tornillo M16 x 40. DIN 912	Ud	2,31
3.13	Tornillo M16x 60. Din 912	Ud	2,47
3.14	Tornillo M20 x 80. DIN 912	Ud	2,53
3.16	Arandela M6. DIN 6902	Ud	0,11
3.17	Arandela M8. DIN 6902	Ud	0,15
3.18	Arandela M12. DIN 6902	Ud	0,17
3.19	Arandela M16. DIN 6902	Ud	0,21
3.20	Arandela M20. DIN 6902	Ud	0,23
3.21	Tuerca M6. ISO 8674	Ud	0,37
3.22	Tuerca M8. ISO 8674	Ud	0,49
3.23	Tuerca M12. ISO 8674	Ud	2,33
3.24	Tuerca M16. ISO 8674	Ud	3,20
3.25	Tuerca M20. ISO 8674	Ud	3,72



CAPÍTULO 4º. ELEMENTOS NEUMÁTICOS

Nº	Descripción	Unidad de Medida	Precio de la unidad (€)
4.1	Compresor Kaeser	Ud	215,00
4.2	Pistón Parker $\phi 63$	Ud	55,67
4.3	Guía de Vástago. $\phi 63$	Ud	22,33
4.4	Pistón Parker $\phi 50$	Ud	48,92
4.5	Pistón Aventics $\phi 40$	Ud	45,37
4.6	Tubo PEN. Festo	m	0,11
4.7	Eléctroválvula 3/2 con retorno por muelle. Festo	Ud	23,95
4.8	Válvula 5/2 con accionamiento neumático y retroceso electromagnético. Festo	Ud	31,22
4.9	Válvula 3/2 de accionamiento por pedal con enclavamiento. Festo	Ud	23,95
4.10	Válvula 3/2 de accionamiento por palanca con enclavamiento. Festo	Ud	23,95
4.11	Válvula lógica de simultaneidad. Festo	Ud	27,55
4.12	Válvula con estrangulación y antirretorno. Festo	Ud	3,44
4.13	Válvula reguladora de presión con manómetro. Festo	Ud	2,42
4.14	Válvula 3/2 temporizadora con depósito, estrangulación y antirretorno. Festo	Ud	33,42
4.15	Válvula 5/2 de accionamiento y retroceso neumático. Festo	Ud	32,39
4.16	Válvula detectora de caudal. Festo	Ud	22,32
4.17	Unidad de mantenimiento. Festo	Ud	80,25
4.18	Racor en T. Festo	Ud	2,04
4.19	Sensor Reed P8S-GRFLX. Parker.	Ud	2,23
4.20	Sensor Reed P8S-GRFLX2. Parker.	Ud	3,32



CAPÍTULO 5º. FABRICACIÓN

Nº	Descripción	Unidad de Medida	Precio Unitario (€/hora)
5.1	Corte de chapa	horas	30,00
5.2	Plegado	horas	26,00
5.3	Troquelado	horas	26,00
5.3	Taladrado	horas	21,00
5.4	Soldeo	horas	30,00
5.5	Montaje	horas	12,00



3. PRESUPUESTO GENERAL

CAPÍTULO 1º. ACEROS.

Nº	Descripción	Material	Unidad (Kg)	Cantidad (Ud)	Precio de la unidad (€/Kg)	Precio total (€)
1.1	Plancha Longitudinal Máquina	Acero AISI 1045	10,9	2	2,42	52,76
1.2	Plancha Techo	Acero AISI 1045	32,63	1	2,42	78,96
1.3	Plancha Soporte Conjunto Eje Expansible	Acero AISI 1045	13,1	1	2,42	31,70
1.4	Plancha Motor	Acero AISI 1045	4,82	1	2,42	11,66
1.5	Plancha Conjunto Eje-Rodamientos	Acero AISI 1045	18,61	1	2,42	45,03
1.6	Plancha Pistón Sellado Longitudinal	Acero AISI 1045	9,07	1	2,42	21,95
1.7	Plancha Pistón Sellado Transversal	Acero AISI 1045	3,42	2	2,42	16,55
1.8	Plancha Conexión Pistón Sellado Transversal	ACERO AISI 1045	3,12	2	2,42	15,10
1.9	Soporte sellado transversal	Acero AISI 1045	4,74	2	2,42	22,94
1.10	Soporte Pistón Sellado Longitudinal	Acero AISI 1045	1,6	1	2,42	3,87
1.11	Soporte Conjunto Eje-Rodamientos	Acero AISI 1045	3,4	1	2,42	8,23
1.12	Soporte Motor	Acero AISI 1045	4,82	1	2,42	11,66
TOTAL CAPÍTULO 1º (€)						320,41



CAPÍTULO 2º ELEMENTOS DE CATÁLOGO

Nº	Descripción	Unidades	Precio de la unidad (€)	Precio total (€)
2.1	Soporte de seguridad eje expansible. Fu Ibérica	1	335,28	335,28
2.2	Eje expansible ϕ 80. Fu Ibérica	1	475,65	475,65
2.3	Freno de polvo magnético. E+L	1	95,38	95,38
2.4	Cilindro sensor ϕ 100. E+L	1	87,25	87,25
2.5	Regulador de tensión de banda. E+L	1	489,23	489,23
2.6	Cilindro de transporte ϕ 50. Rolac	2	49,25	98,5
2.7	Tubo de formado. Irtra Group	1	558,54	558,54
2.8	Motor Trifásico. Siemens	1	457,42	457,42
2.9	Variador de frecuencia. Siemens	1	333,36	333,36
2.10	Poleas Manutec	2	13,76	27,52
2.11	Correas Manutec	1	18,91	18,91
2.12	Conjunto Eje + Rodamientos. FAG	1	325,37	325,37
2.13	Par de Mordazas de sellado transversal con cuchilla. Lako Tool.	1	457,29	457,29
2.14	Sellador longitudinal. Toss	1	257,25	257,25
TOTAL CAPÍTULO 2º (€)				4016,30



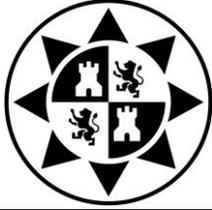
CAPÍTULO 3º TORNILLERÍA

Nº	Descripción	Unidades	Precio de la unidad (€)	Precio total (€)
3.1	Tornillo M6 x 25. DIN 912	4	0,47	1,88
3.2	Tornillo M6 x 60. DIN 912	4	1,02	4,08
3.3	Tornillo M8 x 8. DIN 4766	16	0,35	5,60
3.4	Tornillo M8 x 25. DIN 912	16	0,41	6,56
3.5	Tornillo M8 x 30. DIN 912	2	0,43	0,86
3.6	Tornillo M8 x 40. DIN 912	6	0,49	2,94
3.7	Tornillo M8 x 45. DIN 912	4	0,50	2,00
3.8	Tornillo M8 x 55. DIN 912	2	0,51	1,02
3.9	Tornillo M12 x 45. DIN 912	4	0,99	3,96
3.10	Tornillo M12 x 55. DIN 912	4	1,15	4,60
3.11	Tornillo M12 x 80. DIN 912	4	1,45	5,80
3.12	Tornillo M16 x 40. DIN 912	2	2,31	4,62
3.13	Tornillo M16x 60. Din 912	8	2,47	19,76
3.14	Tornillo M20 x 80. DIN 912	2	2,53	5,06
3.16	Arandela M6. DIN 6902	4	0,11	0,44
3.17	Arandela M8. DIN 6902	44	0,15	6,60
3.18	Arandela M12. DIN 6902	20	0,17	3,40
3.19	Arandela M16. DIN 6902	10	0,21	2,10
3.20	Arandela M20. DIN 6902	4	0,23	0,92
3.21	Tuerca M6. ISO 8674	19	0,37	7,03
3.22	Tuerca M8. ISO 8674	18	0,49	8,82
3.23	Tuerca M12. ISO 8674	8	2,33	18,64
3.24	Tuerca M16. ISO 8674	9	3,2	28,80
3.25	Tuerca M20. ISO 8674	2	3,72	7,44
TOTAL CAPÍTULO 3º (€)				152,31



CAPÍTULO 4º. ELEMENTOS NEUMÁTICOS

Nº	Descripción	Unidades	Precio de la unidad (€)	Precio total (€)
4.1	Compresor Kaeser	1	215,00	215,00
4.2	Pistón Parker. ϕ 63	1	55,67	55,57
4.3	Guía de Vástago. ϕ 63	2	22,33	44,66
4.4	Pistón Parker. ϕ 50	2	48,92	97,84
4.5	Pistón Aventics. ϕ 40	1	45,37	45,37
4.6	Tubo PEN. Festo	10	0,11	1,10
4.7	Eléctroválvula 3/2 con retorno por muelle. Festo	3	23,95	71,55
4.8	Válvula 5/2 con accionamiento neumático y retroceso electromagnético. Festo	1	31,22	31,22
4.9	Válvula 3/2 de accionamiento por pedal con enclavamiento. Festo	1	23,95	23,95
4.10	Válvula 3/2 de accionamiento por palanca con enclavamiento. Festo	1	23,95	23,95
4.11	Válvula lógica de simultaneidad. Festo	1	27,55	27,55
4.12	Válvula con estrangulación y antirretorno. Festo	5	3,44	17,20
4.13	Válvula reguladora de presión con manómetro. Festo	3	2,42	7,26
4.14	Válvula 3/2 temporizadora con depósito, estrangulación y antirretorno. Festo	3	33,42	100,26
4.15	Válvula 5/2 de accionamiento y retroceso neumático. Festo	1	32,39	32,39
4.16	Válvula detectora de caudal. Festo	4	22,32	89,28
4.17	Unidad de mantenimiento. Festo	1	80,25	80,25
4.18	Racor en T. Festo	7	2,04	14,28
4.19	Sensor Reed P8S-GRFLX. Parker.	4	2,23	8,92
4.20	Sensor Reed P8S-GRFLX2. Parker.	1	3,32	3,32
TOTAL CAPÍTULO 4º (€)				926,97



CAPÍTULO 5º. FABRICACIÓN

Nº	Descripción	Nº de horas	Precio Unitario (€/hora)	Precio total (€)
5.1	Corte de chapa	20	30,00	600,00
5.2	Plegado	3	26,00	78,00
5.3	Troquelado	5	26,00	130,00
5.3	Taladrado	8	21,00	168,00
5.4	Soldeo	20	30,00	600,00
5.5	Montaje	20	12,00	480,00
TOTAL CAPÍTULO 5º (€)				2056,00



4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1º	ACEROS.....	320,41 €
CAPÍTULO 2º	ELEMENTOS DE CATÁLOGO.....	4016,30 €
CAPÍTULO 3º	TORNILLERÍA.....	152,31 €
CAPÍTULO 4º	ELEMENTOS NEUMÁTICOS.....	926,97 €
CAPÍTULO 5º	FABRICACIÓN.....	2056,00 €
	TOTAL	<u>7471,99 €</u>

Asciende el presupuesto total de **ejecución material** del presente proyecto a la cantidad de SIETE MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON NOVEINTA Y NUEVE CÉNTIMOS (7471,99 €)

Presupuesto de ejecución material.....7471,99 €

12 % de beneficio industrial sobre el presente proyecto de ejecución material.....8966,39 €

Asciende el presupuesto total de **ejecución por contrata** del presente proyecto a la cantidad de OCHO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS (8966,39 €)

El Ingeniero Industrial
Mario García Martínez

Cartagena, 21 de Septiembre de 2015