



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

ADECUACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA MÁQUINA DE IMPACTO POR CAÍDA LIBRE

Alumno: Fernando Gallardo Fernández

Tutores: Prof. D. Luis Antonio Felipe Sesé
Prof. D. Mario Miró Barnés

Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Linares

Junio, 2022.



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica de Linares
Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera

Don Luis Antonio Felipe Sesé y Don Mario Miró Barnés como tutores del Trabajo Fin de Grado titulado: Adecuación y puesta en marcha de una máquina de impacto por caída libre, autorizan su presentación para la defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Linares.

Linares, Septiembre de 2022

Firma del autor

Firma del Tutor



ÍNDICE

RESUMEN.....	4
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Antecedentes e interés.....	5
1.2. Propiedades de materiales influyentes en el comportamiento a impacto	6
1.3. Ensayo de impacto	7
1.4. Objetivos	11
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS	12
2.1. Caída libre	12
2.2. Fenómeno de impacto	13
2.2.1. Coeficiente de restitución.....	14
2.2.2. Deformación debida a impacto.....	15
2.3. Técnicas de medida para ensayos de caída libre	19
2.4. Componentes de control y sensorización	21
2.5. Ensayo de impacto por caída libre	22
2.5.1. Normativas vigentes.....	22
2.5.2. Componentes máquina de ensayo	24
2.5.3. Penetración y perforación del sólido	25
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL DISEÑO	26
3.1. Planteamiento del problema	26
3.2. Diseño y acondicionamiento	27
3.2.1. Ajuste de simetría.....	27
3.2.2. Reducción de fricción del sistema de caída libre	29
3.2.3. Sistema de elevación y liberación	30
3.2.4. Sistemas de control.....	36
3.2.5. Diseños adicionales	42
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES.....	54
4.1. Propuesta de mejora	55
CAPÍTULO 5: PLANOS	56
CAPÍTULO 6: ANEXOS.....	57
CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFIA.....	59



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Representación resiliencia (zona verde) y tenacidad (zona verde y amarilla)	7
Ilustración 2: Esquema péndulo Charpy	8
Ilustración 3: Diferenciación de posición de probeta en ensayo Charpy e Izod	9
Ilustración 4: Máquina de ensayo por caída libre [5]	10
Ilustración 5: Choque elástico [6]	13
Ilustración 6: Choques inelásticos [6]	14
Ilustración 7: Deformación probeta por impactador [7]	15
Ilustración 8: Placa plana apoyada sometida a carga puntual [7]	17
Ilustración 9: Esquema método de medición por célula de carga	19
Ilustración 10: Esquema montaje óptico. A) Esquema sistema con cámara B) Esquema sistema con proyector	20
Ilustración 11: Esquema fijación probeta [9]	23
Ilustración 12: Esquema máquina de impacto vertical	24
Ilustración 13: Tipos de grietas en placas [11]	25
Ilustración 14: Diseño primario de la máquina [11]	27
Ilustración 15: Montaje inicial estructura superior	28
Ilustración 16: Montaje adaptado estructura superior	28
Ilustración 17: Corte transversal de útil para corrección de desviación	28
Ilustración 18: Útil para corrección de desviación	28
Ilustración 19: Corte transversal montaje estructura superior, placa superior y casquillos guía	29
Ilustración 20: Placa superior	29
Ilustración 21: Casquillos para guías	29
Ilustración 22: Montaje casquillos Nylon	30
Ilustración 23: Montaje casquillos autolubricados	30
Ilustración 24: Montaje sistema de liberación y plataforma libre [11]	30
Ilustración 25: Cabrestante eléctrico	31
Ilustración 26: Cabrestante inicial	31
Ilustración 27: Casquillo guía para cable de acero	32
Ilustración 28: Ventosa neumática	32
Ilustración 29: Adaptador ventosa	33
Ilustración 30: Montaje en máquina de ventosa con adaptador	33
Ilustración 31: Puente para ventosa	33
Ilustración 32: Sistema primario plataforma libre	33



Ilustración 33: Centrado ventosa neumática	34
Ilustración 34: Montaje final plataforma libre	34
Ilustración 35: Grafcet máquina de impacto por caída libre	36
Ilustración 36: Electroimán 12V DC.....	37
Ilustración 37: Detalle sensores sistema de seguridad	37
Ilustración 38: Dispositivo de control	38
Ilustración 39: Esquema sistema antirrebote.....	39
Ilustración 40: Soporte sensores fotoeléctricos.....	40
Ilustración 41: Sensores fotoeléctricos.....	40
Ilustración 42: Montaje sensores fotoeléctricos y pistones de simple efecto	40
Ilustración 43: Caja de mandos	41
Ilustración 44: Montaje carril DIN.....	42
Ilustración 45: Montaje componentes eléctricos.....	43
Ilustración 46: Montaje cubierta cajetín eléctrico	44
Ilustración 47: Placa metálica para alojamiento de probeta	45
Ilustración 48: Montaje placa para probeta con bridas rápidas	46
Ilustración 49: Explosión de componentes de útil para corrección de desviación	48
Ilustración 50: Montaje real útil corrección de desviación	48
Ilustración 51: Montaje real casquillos de nylon.....	48
Ilustración 52: Montaje real alojamiento electroimán.....	49
Ilustración 53: Montaje real soporte final de carrera de paso	49
Ilustración 54: Montaje real placa superior con cabrestante	50
Ilustración 55: Montaje real placa superior	50
Ilustración 56: Plegado de puente para ventosa	51
Ilustración 57: Cubierta para cajetín eléctrico (vista inferior)	52
Ilustración 58: Cubierta para cajetín eléctrico (vista superior)	52
Ilustración 59: Soporte sensores fotoeléctricos.....	53
Ilustración 60: Montaje centrador de imán	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 : Coeficiente α [7]	18
Tabla 2: Tabla resumen de sistemas.....	26
Tabla 3: Masa estructura plataforma libre.....	34



RESUMEN

La Escuela Politécnica Superior de Linares goza del departamento de Ingeniería Mecánica y Minera, donde, entre otras áreas, se realizan estudios e investigaciones sobre el comportamiento de materiales sometidos a diversos tipos de sollicitaciones mecánicas mediante ensayos. Sin embargo, hasta el momento no se contaba con una máquina funcional de impacto por caída libre. El objetivo principal es la cuantificación de energía que un material es capaz de absorber cuando se somete a impacto.

En este Trabajo Fin de Grado se pretende adecuar y poner en marcha una máquina ya existente e incompleta. Para ello se comenzó con la acotación y propuesta de soluciones de los problemas que impedían el correcto funcionamiento de la máquina. A continuación, se llevó a cabo el diseño y fabricación ajustándose al presupuesto disponible para ello.

Adicionalmente a la adecuación y puesta en marcha, se diseñó una sensorística adaptada a la máquina para su completa automatización, con el fin de mejorar la seguridad y confort de los usuarios. Dichos sistemas deben ser implementados de manera que pueda convivir con sistema mecatrónicos ya existentes, como puede ser el sistema antirrebote.



CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes e interés

Dada la necesidad de la realización de un Trabajo Fin de Grado para la finalización del plan de estudios del Grado de Ingeniería Mecánica, se ha llevado a cabo dicho proyecto. El fin del mismo es la puesta en práctica de habilidades y conocimientos adquiridos durante el curso.

La puesta en marcha del proyecto ha sido promovida por el afán del alumno por el ámbito de la fabricación y del diseño industrial, pretendiendo la mejora y puesta a punto de una máquina con problemas de diseño iniciales. Se parte de una máquina anteriormente fabricada en otro proyecto sin resultado satisfactorio.

Este tipo de ensayo de materiales es interesante debido al crecimiento del mercado de componentes para asegurar la integridad de los operarios. Se están experimentando avances importantes a causa de la investigación de nuevos materiales y sus aplicaciones en nuevas áreas. Sin embargo, este ensayo no se ha implementado de forma tradicional.

Los ensayos de impacto por caída libre son realmente interesantes para el estudio de la capacidad de un material para absorber energía de impacto, pudiendo así evaluar su idoneidad para la aplicación deseada. En la actualidad, este tipo de ensayo ha ganado un lugar destacado en la industria [1].

Adicionalmente, estos ensayos también son utilizados para funciones más específicas y complejas, como puede ser en el mundo aeronáutico. Durante aterrizajes y despegues, las naves pueden sufrir impactos por el choque con aves. Estos tipos de daños no son visibles con una inspección visual general de la nave, sin embargo, sí que pueden ocasionar daños internos en los materiales compuestos usados en el fuselaje. Con este tipo de ensayos se pueden replicar dichos impactos y estudiar el comportamiento de los materiales. [15]



1.2. Propiedades de materiales influyentes en el comportamiento a impacto

Dentro de las muchas características de los materiales, se va a dar prioridad a aquellas de tipo mecánicas y científicas ya que serán imprescindibles para la asimilación de un ensayo impacto.

- a) **Resiliencia:** Es la propiedad que cuantifica la energía elástica que es capaz de absorber un material cuando es deformado y de cederla cuando cede la carga [2]. En materiales elásticos lineales:

$$U_r = \frac{1}{2} \sigma_Y \varepsilon \quad (1)$$

Dónde σ_Y es el valor del límite elástico y ε la deformación del material para dicha tensión. En la Ilustración 1 queda definida como la zona en verde.

- b) **Tenacidad:** Esta propiedad cuantifica la energía que es capaz de acumular un material antes de alcanzar la tensión de rotura. Los resultados pueden estar afectados debido a imperfecciones en el material, donde interviene la teoría de la mecánica de la fractura [1].

$$T = \int_0^{\varepsilon_R} \sigma d\varepsilon \quad (2)$$

Dónde ε_R es la deformación de rotura y σ la tensión máxima del material.

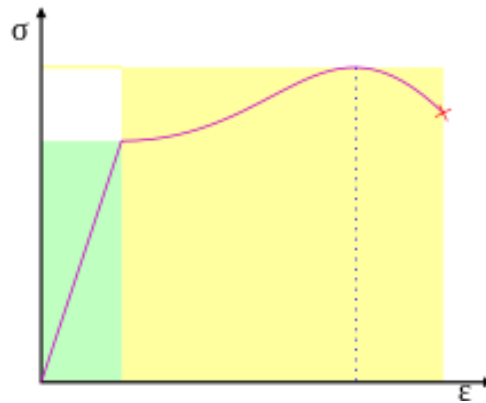


Ilustración 1: Representación resiliencia (zona verde) y tenacidad (zona verde y amarilla)

El punto donde el material llega a la rotura queda representado con una cruz roja. La tenacidad queda representada por la zona en color amarilla más la verde tal y como se muestra en la figura 1.

- c) **Fragilidad:** Es la capacidad de un material para fracturarse presentando poca o ninguna capacidad para deformarse plásticamente.
- d) **Ductilidad.** Es la capacidad de un material a deformarse de manera plástica considerable antes de llegar a la rotura.

1.3. Ensayo de impacto

Una vez acotados los conceptos vistos anteriormente, podemos proceder a la definición de un ensayo de impacto. Se trata de un método por el cual se puede determinar el comportamiento de materiales afectados por cargas de choque en torsión, flexión o tracción. Se trata de un ensayo destructivo, debido a que se mide la energía absorbida, entre otros parámetros, tras la rotura de la probeta ensayada [3].

La tecnología de ensayo de impacto involucra la absorción, transferencia y disipación de energía. En el proceso de modelado de máquinas y estructuras cuya finalidad es soportar cargas con el objetivo de disipar tanta energía como sea posible sin exceder el límite elástico del material [4].

Dichos ensayos buscan realizar controles periódicos de productos manufacturados, garantizando así el cumplimiento de sus funciones.

Se pueden dividir los ensayos dependiendo de la geometría y movimiento del impactador.

a) Ensayo Charpy

El ensayo Charpy este sujeto a la norma UNE-EN ISO 148-3:217. El mecanismo se compone de un brazo giratorio en cuyo extremo se localiza un percutor que será el que impacte con la probeta. La probeta estándar es de 10x10x55 mm con una ranura en forma de U o V [2].

La probeta se apoya sobre dos yunques de forma horizontal, para que se tengan dos puntos de apoyo previos al impacto [2].

El inicio del ensayo comienza elevando el brazo hasta la posición más elevada. Posteriormente se suelta y se produce el impacto con la probeta, provocando la rotura de la misma. El fin de este ensayo es obtener la altura final del impactador para poder realizar un balance de energía [2].

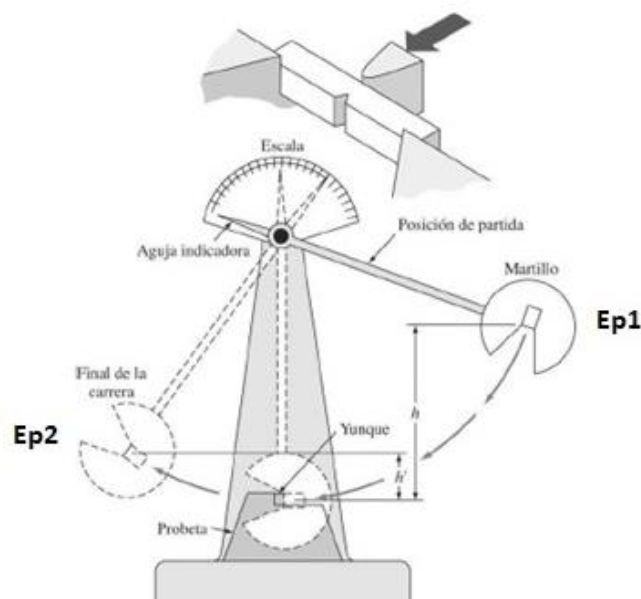


Ilustración 2: Esquema péndulo Charpy

b) Ensayo Izod

Este ensayo está sujeto a la norma UNE-EN ISO 180:2001. Se trata de un ensayo similar al visto anteriormente. En este caso la probeta tiene unas dimensiones de 10x10x75, con ranura a 45° y con una profundidad de 2 mm. La peculiaridad de este ensayo, es que la probeta solo se sujeta por la parte inferior y el impacto se realiza en la cara en la entalla. El procedimiento es el mismo que para el péndulo Charpy, cuya finalidad es realizar un balance de energía y así obtener la tenacidad del material [2].

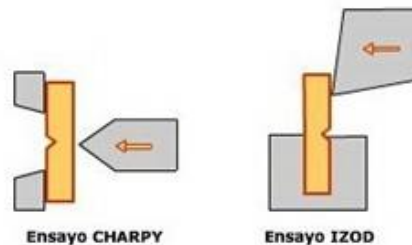


Ilustración 3: Diferenciación de posición de probeta en ensayo Charpy e Izod

c) Ensayo de impacto por caída libre

Este tipo de ensayo no está sujeto a ninguna norma, es específico, pero es interesante apoyarse en la norma UNE-EN 10274. Este ensayo se puede aplicar a materiales de cualquier tipo, o incluso se pueden ensayar materiales utilizados en manufacturas, con el fin de analizar la calidad de los mismos en el mercado. Las probetas planas se posicionan en la parte inferior de la máquina, sujetadas por los cuatro bordes [3].

Adicionalmente, para el caso de materiales compuestos, se ha utilizado la norma ASTM 7136 [9]. Gracias a ella se pueden obtener diferentes datos técnicos de la máquina como la dimensiones para la placa donde se aloja la probeta.

Se dispone de un punzón, perfectamente intercambiable para poder disponer de diferentes geometrías. Este punzón está unido solidariamente a la plataforma libre, con libertad de variación de masa, que es guiada verticalmente [3].

El proceso comienza elevando la plataforma hasta la altura en la que se desee realizar el ensayo, variando así la energía potencial. Simplemente se deja caer hasta que se produce el impacto con la probeta [3].

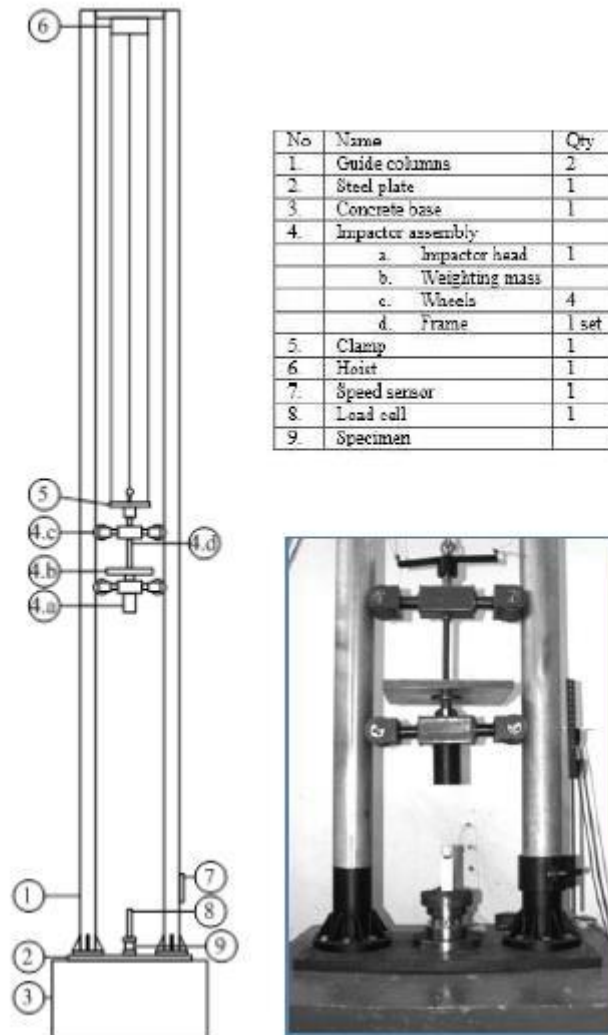


Ilustración 4: Máquina de ensayo por caída libre [5]



1.4. Objetivos

Para la realización de este Trabajo Fin de Grado se ha implementado como objetivo principal el análisis de un sistema de partida incompleto de una máquina de impacto por caída libre, con el propósito de establecer las medidas necesarias a acometer para su puesta en marcha.

Para la puesta en marcha del proyecto se llevarán a la práctica los conocimientos adquiridos sobre modelado 3D, técnicas de fabricación, análisis de materiales y diseño de máquinas. Además, se realizará un autoaprendizaje en el estudio de la sensorización y conocimientos básicos en electricidad.

Se reciclará un sistema mecatrónico diseñado en la primera edición de la máquina. Se trata de un sistema antirrebote cuya finalidad es evitar que el impactador golpee varias veces la probeta y, por tanto, tener una medida errónea del ensayo. Se diseñará otro sistema propio para el control por mando de los diferentes sistemas de control de la máquina, así como diferentes sistemas de seguridad para evitar accidentes durante el ensayo.

Por último, se extraerán una serie de conclusiones tras la puesta en marcha y utilización de la máquina, analizando los puntos a acometer que se propusieron y adicionalmente, se plantearán una serie de mejoras.



CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En este capítulo se detallan los conceptos teóricos que se utilizarán para implementar el diseño del dispositivo. En primera instancia se precisa la física del movimiento sujeta al ensayo por caída libre, además, se analizará el fenómeno de colisiones mediante las teorías y suposiciones actuales. Posteriormente se estudiarán los diferentes métodos para obtener los resultados de los ensayos. Estos conceptos se deben aplicar en conjunto con la normativa aplicable a la máquina.

2.1. Caída libre

En primera instancia se va a estudiar el fenómeno de caída libre, el cual está regido por un movimiento lineal uniformemente acelerado [6]. Es considerado ideal, y las ecuaciones que lo rigen son las siguientes:

- Se define el eje Y vertical hacia arriba con aceleración constante en el momento inicial t_1 . La velocidad final v_1 [6].

$$\frac{dv}{dt} = -g$$

$$\int_{v_0=0}^{v_1} dv = -g \int_{t_0}^{t_1} dt$$

$$v_1 = -g t_1 \quad (3)$$

- Se define como la posición en el Y en cada instante, y_1 [6]:

$$\frac{dy}{dt} = v = -gt; \int_{y_0}^{y_1} dy = -g \int_{t_0}^{t_1} t dt; y_1 - y_0 = -\frac{1}{2}g (t_1^2 - t_0^2)$$

$$y_1 = -\frac{1}{2}g t_1^2 + y_0 \quad (4)$$

- Cantidad de movimiento, aplicando segunda ley de Newton Con la cual se relacionará la masa de un cuerpo y su velocidad. [6]

$$F = m \cdot a + f \quad (5)$$

Donde m es la masa del cuerpo, a su aceleración y f es la fuerza debida del rozamiento del fluido que rodea el cuerpo en movimiento. [6]

2.2. Fenómeno de impacto

Se produce ahora el segundo fenómeno físico durante el ensayo. Es el caso del impacto.

En caso de que las fuerzas producidas por la colisión sean mucho mayores que las externas, se podrán obviar estas y estudiar un caso aislado. Por tanto, se produce la conservación del momento lineal definiéndose este como el producto de la masa por la velocidad de un cuerpo [6].

Los choques se pueden clasificar en:

- **Choque elástico:** Se origina cuando se experimenta una conservación tanto de la cantidad de movimiento como de la energía cinética, es decir, no se produce perdida de energía cinética debido al choque [6]. La deformación no es permanente.

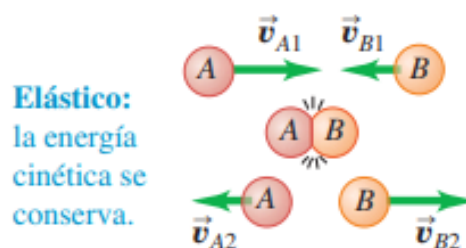


Ilustración 5: Choque elástico [6]

- **Choque inelástico:** En este caso no se produce la conservación de la energía cinética, pero sí del momento lineal. Se experimenta una disipación de energía debido a la deformación en los cuerpos y el aumento de temperatura. Los choques totalmente inelásticos son aquellos en los que tras la colisión los cuerpos se mueven con la misma velocidad pareciendo estar pegados [6].

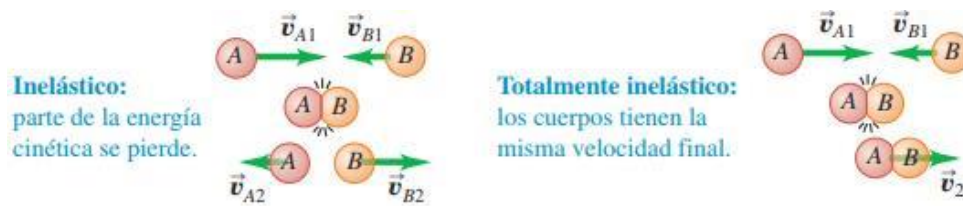


Ilustración 6: Choques inelásticos [6]

2.2.1. Coeficiente de restitución

El coeficiente de restitución (e) es una medida que evalúa el nivel de pérdidas o no de energía cinética. Pudiendo así conocer el nivel de elasticidad de la colisión [6].

- **$e = 1$:** cuando se produce una completa conservación de energía cinética. Por tanto, es un choque perfectamente elástico.
- **$e = 0$:** en este caso no se conserva en absoluto la energía cinética, siendo este un choque totalmente inelástico.

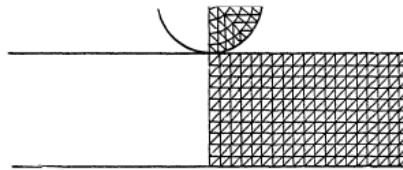
Para el caso específico de ensayo por caída libre, se puede definir como:

$$e = \frac{\sqrt{2gh_1}}{\sqrt{2gh_0}} = \frac{\sqrt{h_1}}{\sqrt{h_0}} \quad (6)$$

2.2.2. Deformación debida a impacto

Debido al impacto, se experimenta una deformación de la probeta e incluso del punzón. Por tanto, deberá ser lo más resistente posible para poder estudiar con exactitud las deformaciones producidas en la probeta. A continuación, se estudiará como afecta el impacto vertical a una placa plana.

Instante antes de impacto



Tras impacto inelástico

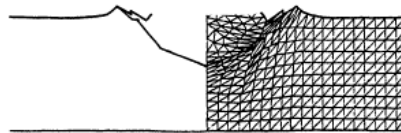


Ilustración 7: Deformación probeta por impactador [7]

Debido a que el estudio a través de máquinas de caída libre es tedioso, ya que suelen estar preparadas para el ensayo de flexión en placas, se simplifica recurriendo a la teoría de láminas y placas de Timoshenko [7].

Dentro de los casos considerados por Timoshenko, se establece que la probeta es considerada una placa plana sometida a una carga puntual transversal. En toda placa plana se formaliza la ecuación diferencial homogénea:

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} \quad (7)$$

Donde w es la deflexión máxima o flecha en cada uno de los ejes x , y o z .



a) Hipótesis de Kirchhoff [7]

Las hipótesis impuestas por Kirchhoff, las cuales se pueden utilizar para la simplificación del cálculo de placas, son:

- Material lineal y elástico.
- Espesor de la placa mucho menos en comparación a las otras dos dimensiones.
- Placa inicialmente plana en su totalidad.
- Deformaciones mínimas.
- Tensiones normales a la placa son consideradas despreciables.
- Esfuerzos producidos en el plano debido a fuerzas situadas en el mismo se consideran despreciables.

b) Condiciones de contorno [7]

Considerando que se encuentran los cuatro bordes apoyados, se puede cumplimentar que:

$$w(x, y)_{x=a=0=y=b} = 0 \quad (8)$$

$$\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)_{x=a=0=y=b} = 0 \quad (9)$$

Donde w es la deflexión máxima o flecha de la placa y su segunda derivada es el giro de la misma.

c) Método de Navier [7]

Aplicando las ecuaciones de Navier a una placa apoyada por los cuatro bordes y con una carga concentrada A, se obtiene que:

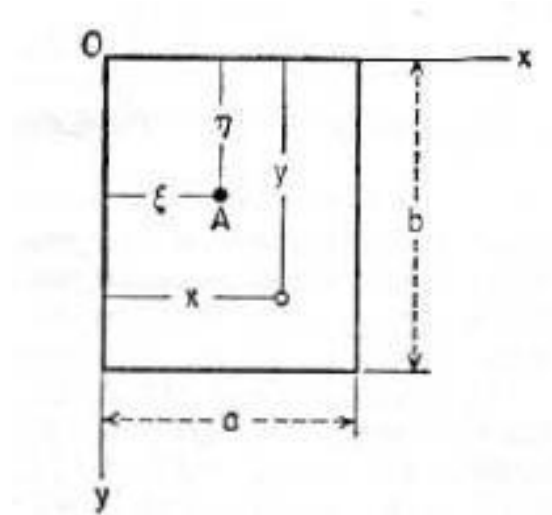


Ilustración 8: Placa plana apoyada sometida a carga puntual [7]

Navier propone:

$$w = \frac{4 P b^3}{\pi^4 a D} \sum_{m=1}^{\infty} s_m \operatorname{sen} \frac{m \pi \epsilon}{a} \operatorname{sen} \frac{m \pi x}{a} \quad (10)$$

Conociendo la ecuación de la flecha:

$$w_{max} = \frac{\alpha P a^2}{D} \quad (11)$$

Siendo P la carga aplicada, a y b son las dimensiones de la probeta y, por último, D es la constante de rigidez de una placa, siendo:



$$D = \frac{Et^3}{12(1 - \nu^2)}$$

Conociendo E como el módulo elástico del material, t el espesor de la probeta y ν el coeficiente de Poisson.

Por último, α es una constante que depende del cociente de los lados de la probeta, dicho valor se puede obtener a través del libro de teoría de placas y láminas de Timoshenko [7].

Tabla 1 : Coeficiente α [7]

b/a	α
1,0	0,01160
1,1	0,01265
1,2	0,01353
1,4	0,01484
1,6	0,01570
1,8	0,01620
2,0	0,01651
3,0	0,01690
∞	0,01695

2.3. Técnicas de medida para ensayos de caída libre

Se pueden obtener resultados realmente precisos gracias a técnicas de post-procesado que se ha ido perfeccionando con el tiempo y, por tanto, se pueden obtener unos resultados fiables y comparables durante el ensayo.

La técnica de medición más utilizada en este tipo de ensayos son las células de carga. Su función es la transformación de una fuerza aplicada a una señal de salida medible. Están compuestas por una resistencia la cual fluctúa dependiendo de la fuerza. [1]. En el caso particular de la máquina de impacto por caída libre, la célula de carga estará localizada en el cabezal del impactador, como se puede observar en la ilustración 9.

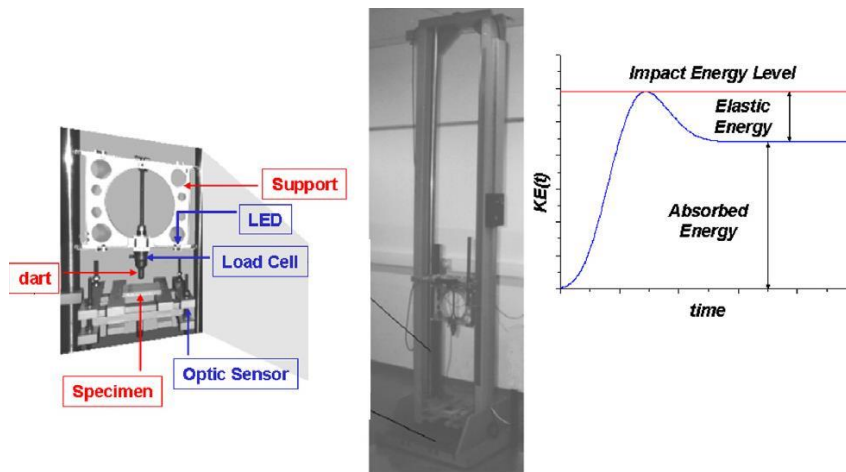


Ilustración 9: Esquema método de medición por célula de carga

Otro método se trata de la técnica de proyección de franjas (FP), basada en la proyección de franjas paralelas en la superficie de la probeta para poder determinar los cambios de forma en el plano. Sin embargo, durante los ensayos de impacto se producen grandes desplazamientos fuera de plano. Debido a esto, en la Universidad de Jaén, se ha realizado el estudio en conjunto con la técnica de correlación de imágenes (DIC), para realizar un estudio la deformación en las tres dimensiones [8].

Se trata de una técnica de campo completo cuyo fin es el estudio de las deformaciones producidas en la probeta. Se emplea un proyector LCD y cámara RGB de alta velocidad. El procedimiento es la toma de imágenes al inicio del ensayo y al final del mismo., Para poder realizar el estudio es necesario una superficie blanca con un patrón irregular de motas rojas. Finalmente, a través de un software específico se pueden comparar ambas imágenes y obtener el campo de deformaciones [8].

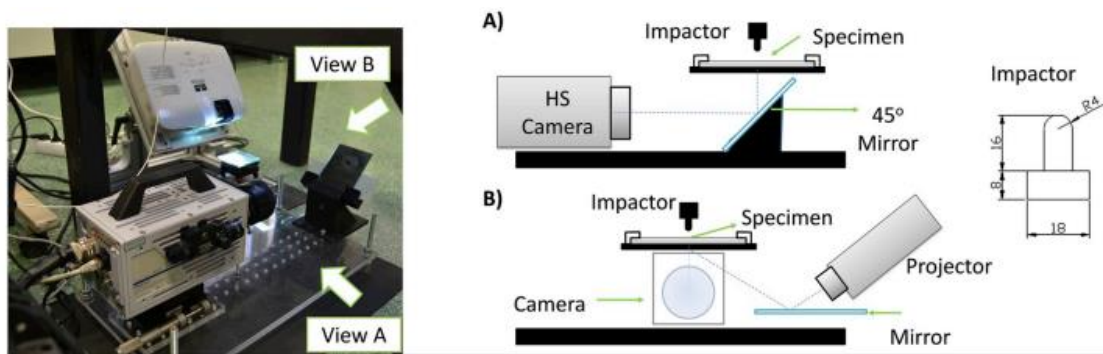


Ilustración 10: Esquema montaje óptico. A) Esquema sistema con cámara B) Esquema sistema con proyector



2.4. Componentes de control y sensorización

Como se verá en el capítulo de la metodología, se ha hecho uso de una sensorística tal que permita la monitorización de diferentes variables de proceso que deben ser medidas. Por tanto, se deben tener ciertas nociones a cerca de los componentes que completan una sensorización:

- **Final de carrera:** Se trata de un dispositivo de tipo mecánico capaz de regular el recorrido de un elemento móvil.
- **Telerruptor:** mecanismo de enclavamiento mecánico accionado por una bobina y un contacto que se excita con un pulso.
- **Electroimán:** tipo de imán accionado por una corriente eléctrica que genera un campo magnético.
- **Sensor fotoeléctrico:** se trata de un sensor de tipo haz de barrera cuya finalidad es la detección de paso de un elemento.
- **Electroválvula:** dispositivo eléctrico compuesto por una o varias bobinas con el objetivo de controlar el flujo neumático. Se dividen en dos grupos:
 - **Monoestables:** Son aquellas en las que cuando se deja de energizar la bobina vuelven a posición inicial.
 - **Biestables:** Necesitan dos señales externas. En este caso, a falta de una segunda señal, permanecen en la posición que se encuentran.



2.5. Ensayo de impacto por caída libre

Este tipo de ensayos se realizan para satisfacer diferentes necesidades, que van desde la comprobación de calidad de un material hasta la obtención de propiedades físicas y químicas específicas de materiales. [4]

Para el diseño de una máquina de ensayo se deberá de estar al tanto de las normativas vigentes y se obtendrán las ideas necesarias para el diseño de la máquina.

2.5.1. Normativas vigentes

Debido a que no existe una norma específica para este tipo de ensayo, se analizarán las normas generales para la realización del ensayo por impacto. Se hará más hincapié en la norma ASTM D7136/D7136M – 12 [9] para la elaboración de utillaje y consideraciones a tener en cuenta a la hora de la realización del ensayo:

- **UNE-EN 10274: Materiales metálicos. Ensayo de caída de masa. [3]**

Se aplicará para el análisis de aceros ferríticos u otro tipo de materiales aplicando la conservación de energía.

- **UNE 56-754-88: Tableros de partículas. Ensayos. Determinación de la resistencia al impacto. [10]**

Aplicable a tableros compuestos unidos por ranuras u otro tipo de unión. En este caso se debe de tener una sujeción perimetral para el ensayo de la probeta en posición horizontal.

- **ASTM D7136/D7136M – 12 [9]**

Incluye un método de estudio para materiales reforzados con fibras y materiales compuestos de matriz polimérica.

Se utiliza una placa simétrica laminada perfectamente equilibrada, en la que se alojará la probeta; El impactador tendrá geometría semiesférica.

Para la puesta en marcha del ensayo no debe haber desviación en la caída; La unión del percutor con la plataforma portante debe ser totalmente rígida para evitar vibraciones tras el impacto; La probeta se debe sujetar por bridas de agarre tal y como se observa en la figura 11.

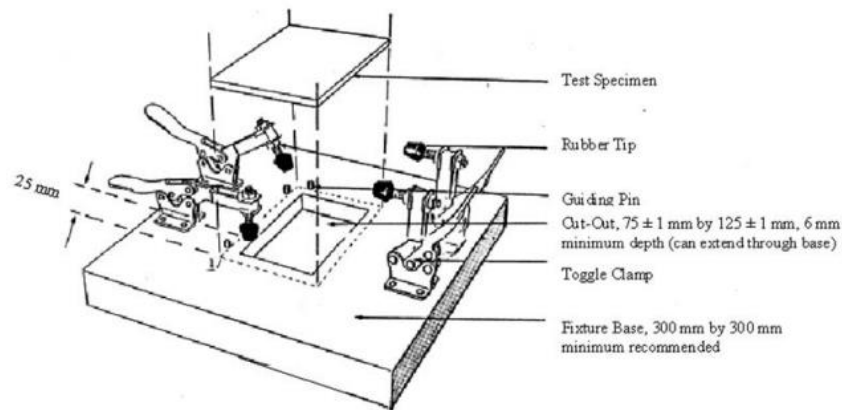


Ilustración 11: Esquema fijación probeta [9]

2.5.2. Componentes máquina de ensayo

Las partes principales e imprescindibles para la composición de una máquina de ensayo por caída libre adecuada son las siguientes:

- **Guías:** cilindros verticales cuya finalidad es mantener la dirección del carro en el eje vertical. Es imprescindible que dichas guías estén rectificadas.
- **Plataforma libre:** compuesta por un alojamiento para la inserción de diferentes pesos y el punzón.
- **Base portante:** rígida, con el objetivo de alojar y amarrar la probeta.
- **Sistema antirrebote:** necesario para obtener resultados reales con un solo impacto.

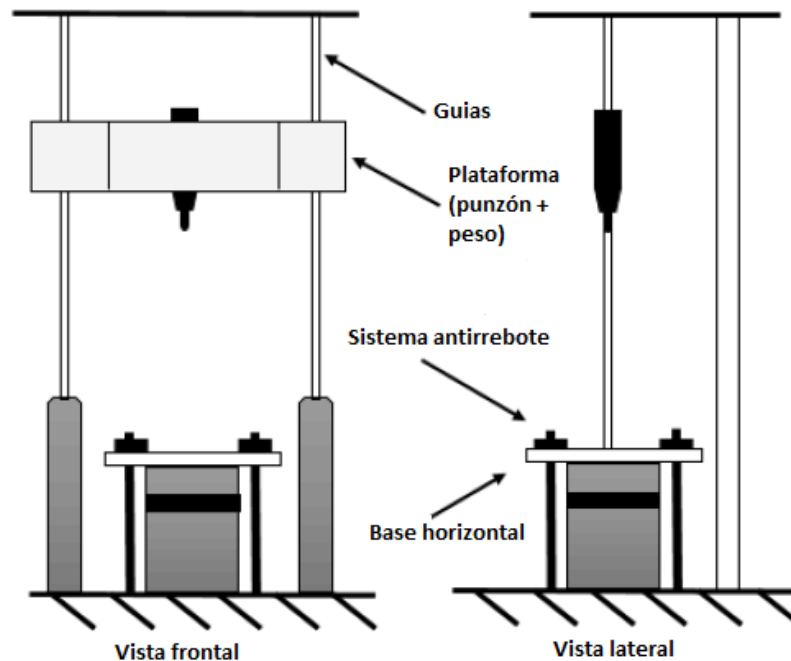


Ilustración 12: Esquema máquina de impacto vertical

2.5.3. Penetración y perforación del sólido

La deformación plástica adquirirá diferentes connotaciones dependiendo del grado de incrustación en la probeta [11].

Se clasifica como penetración en el ensayo de impacto, cuando el impactador no llega a atravesar la placa de ensayo pudiendo o no llegar al límite elástico. En el caso de que sí se llegue a atravesar la probeta se denominará perforación [11].

La penetración depende de diferentes factores como puede ser: la geometría y material del impactador, velocidad de ensayo y dimensiones y sujeción de la probeta [11].

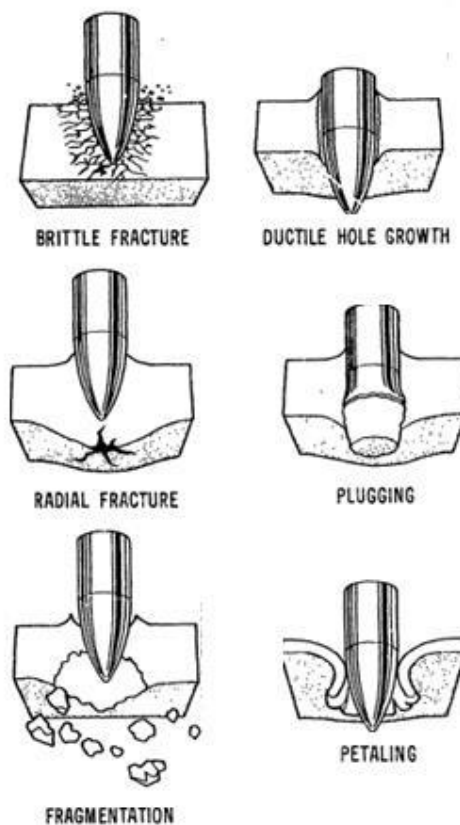


Ilustración 13: Tipos de grietas en placas [11]



CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL DISEÑO

3.1. Planteamiento del problema

Como se ha comentado en capítulos anteriores, se parte de un diseño de una máquina que no llegó a ponerse en marcha, debido a problemas de simetría y fallos en diseño y fabricación.

Primeramente, se analizó el equipo diseñado y fabricado originalmente y el porqué del mal funcionamiento del aparato. De esta forma se ataca el problema de raíz y se pretende solucionar los problemas acaecidos.

Una vez estudiados los problemas de la máquina, se comienza por la fase de diseño de los nuevos componentes, la cual consta de prototipado, diseño y evaluación de resultados.

Por último, se procederá a la fase de fabricación, ensamblaje y puesta a punto de la máquina, respetando los límites de presupuesto, ya que se parte de un modelo que ha tenido un coste elevado.

Tabla 2: Tabla resumen de sistemas

Sistema	Estado
Ajuste de simetría	Modificado
Reducción de fricción	Modificado
Elevación y liberación	Modificado e implementado
Automatización	Implementado
Diseños adicionales	Implementado

3.2. Diseño y acondicionamiento

En primera instancia, el principal problema de la máquina de ensayo es la falta de simetría, la cual es imprescindible respetar en estos tipos de ensayos, ya que la plataforma libre necesita estar perfectamente guiada en el eje vertical para la realización de un ensayo óptimo.

Para llevar a cabo el diseño se ha utilizado el software Inventor de Autodesk, ya que es un software de libre uso para estudiantes de la EPSL. Con él se podrá hacer uso de módulos como el de diseño de chapa y estudio de deformaciones por elemento finitos.



Ilustración 14: Diseño primario de la máquina [11]

3.2.1. Ajuste de simetría

Debido a un fallo inicial de fabricación en la disposición de la tornillería de anclaje de la estructura superior con la mesa principal, se optó por realizar un útil que permitiera corregir dicha desviación. Para ello se realizó un corte transversal a la altura del anclaje original, con el fin de poder acoplar la nueva pieza como se puede observar en la figura 16.

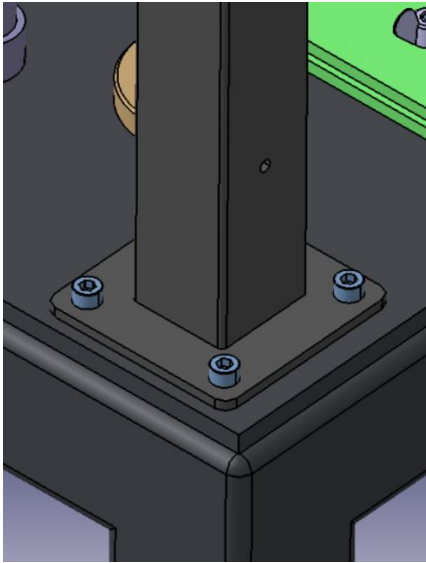


Ilustración 15: Montaje inicial estructura superior

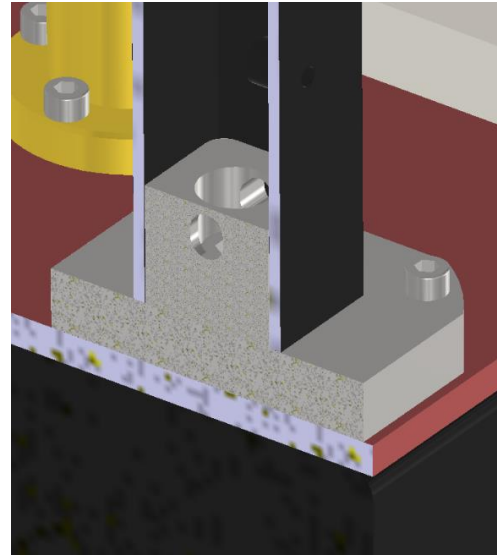


Ilustración 16: Montaje adaptado estructura superior

Debido a las características constructivas de la pieza, se ha diseñado en dos elementos permitiendo de este modo su fabricación mediante CNC. La fijación de ambas partes se ha realizado mediante atornillado.

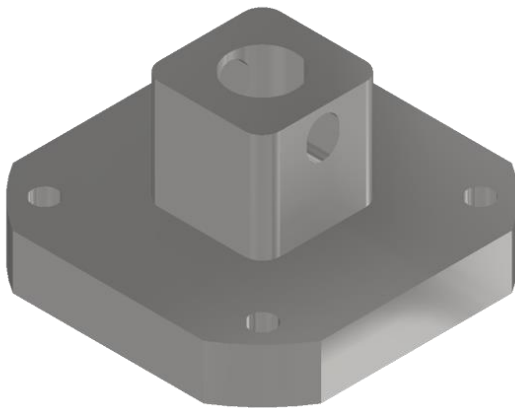


Ilustración 18: Útil para corrección de desviación

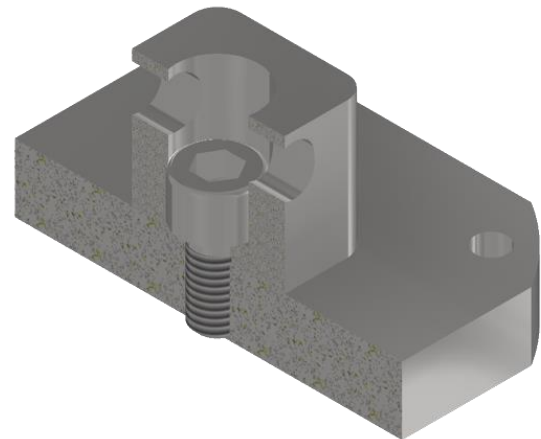


Ilustración 17: Corte transversal de útil para corrección de desviación

3.2.2. Reducción de fricción del sistema de caída libre

Otro problema presentando era la desviación de las guías unido a un mal diseño de unos casquillos demasiado cortos, colocados en la plataforma libre, lo cual causaba atranques en el movimiento del sistema de caída libre.

Las guías se sujetan con dos casquillos, como los mostrados en la ilustración 21, uno en la parte inferior y otro en la parte superior, de manera que estén perfectamente alineados. Analizando la falta de verticalidad de las guías, se llegó a la conclusión de que los taladros de la placa superior, donde se atornillarían posteriormente los casquillos superiores, no estaban completamente alineados con los de la mesa principal (casquillos inferiores). Como consecuencia las guías no estaban perfectamente paralelas con el eje vertical de la máquina.

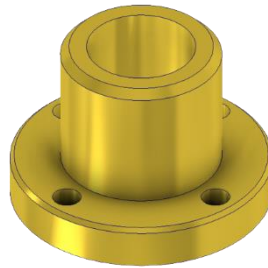


Ilustración 21: Casquillos para guías

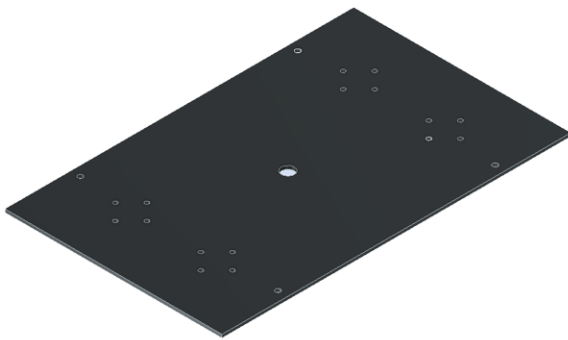


Ilustración 20: Placa superior

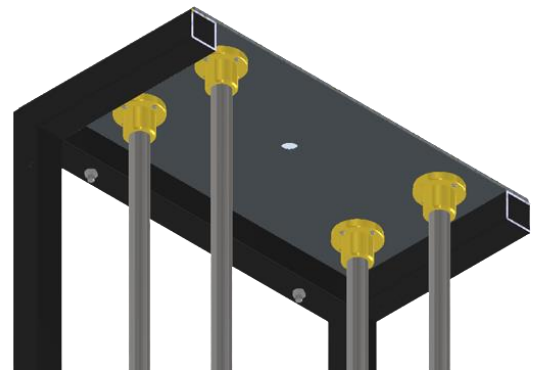


Ilustración 19: Corte transversal montaje estructura superior, placa superior y casquillos guía

La placa superior se ha fabricado por corte laser, con esta técnica nos aseguramos que no hay desviación en las cotas y así conseguir una mejor precisión. En el primer diseño, la placa estaba soldada a la estructura superior. En el nuevo diseño se ha atornillado facilitando su desmontaje en caso de que se necesite elevar la estructura superior.

El siguiente problema acarreado se debe a los casquillos ubicados en la plataforma libre. La función de dichos casquillos es disminuir la fricción entre el sistema de caída libre y las guías.

En primera instancia se optó por la adquisición de unos nuevos casquillos autolubricados, mostrados en la figura 23, cuya finalidad era obtener una mejor lubricación entre el móvil y la guía. Sin embargo, el problema persistía debido a que eran demasiado cortos y se llevó a cabo el diseño de unos propios, fabricados en Nylon y con mayor longitud, evitando así el atranque y favoreciendo la caída por gravedad.



Ilustración 23: Montaje casquillos autolubricados

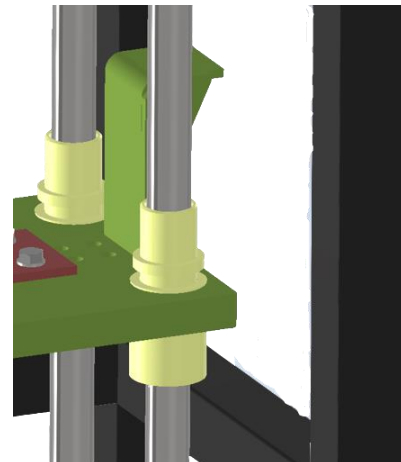


Ilustración 22: Montaje casquillos Nylon

3.2.3. Sistema de elevación y liberación

El antiguo sistema de elevación constaba de una carraca manual con la cual se elevaba la plataforma libre junto con el sistema de liberación, como se puede observar en la figura 24.

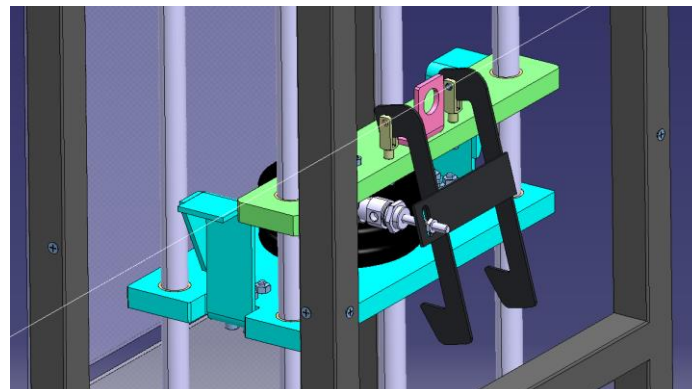


Ilustración 24: Montaje sistema de liberación y plataforma libre [11]

Dicho diseño presentaba ciertas consideraciones que no se tuvieron en cuenta. La escuadra para el gancho, mostrada en color rojo en la ilustración 24, no se encontraba centrada en la plataforma libre, causando la rotación de la misma en el eje perpendicular al del movimiento, produciendo así atranque. Para una mayor comodidad y futura automatización de la máquina se optó por un cabrestante eléctrico y un diseño totalmente nuevo del sistema de liberación.

○ Sistema de elevación

El sistema de elevación por cabrestante manual era totalmente válido para la función deseada, sin embargo, se buscaba la completa automatización de la máquina. Para ello se optó por un cabrestante eléctrico capaz de ser controlado de manera remota.

Teniendo en cuenta que dichos cabrestantes están diseñados para remolcar grandes masas, cualquiera podría servir para la función que se necesita. El coeficiente de seguridad sobrepasa holgadamente los niveles usuales para dichas aplicaciones, por tanto, se sabe que estamos muy por encima del límite de seguridad y se podría seleccionar uno de prestaciones básicas sin necesidad de hacer los cálculos respectivos. Las especificaciones técnicas se pueden encontrar en los anexos.



Ilustración 26: Cabrestante inicial



Ilustración 25: Cabrestante eléctrico

Se decide colocar el cabrestante atornillado en la placa superior. Se opta por dicha posición estratégica para evitar la instalación de poleas y favorecer al guiado del cable de acero en el eje vertical hacia la plataforma libre. Para asegurar que no se produzca un roce no deseado del cable con la rebaba del orificio, se diseña un pequeño casquillo como se muestra en la ilustración 27, favoreciendo el deslizamiento del cable.

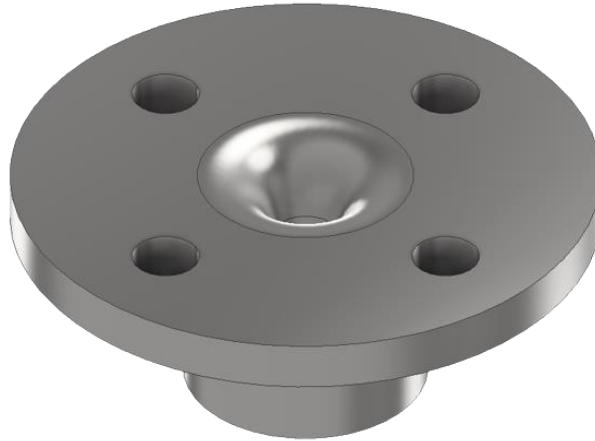


Ilustración 27: Casquillo guía para cable de acero

○ Sistema de liberación

Para el desarrollo del sistema de liberación se decide utilizar una ventosa neumática, cuyo uso es frecuente en cadenas de producción. A grandes rasgos, dicho sistema consta de un cilindro de doble efecto con uno de los extremos imantados. Mediante la conmutación de una válvula se modifica la distancia entre el imán y la base, pudiendo así atrapar el cuerpo deseado. Para más información consultar anexos.



Ilustración 28: Ventosa neumática

Ya que el sistema de agarre de la ventosa utilizado es mediante el gancho proporcionado por el cabrestante, es necesario diseñar y fabricar un adaptador donde poder roscar un cáncamo para el acople de dicho gancho.

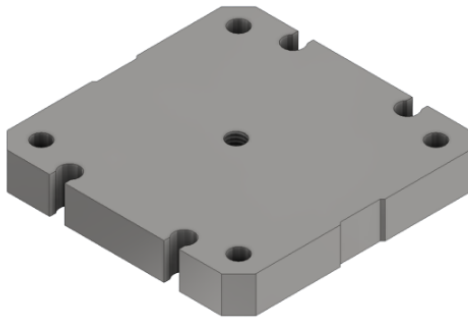


Ilustración 29: Adaptador ventosa



Ilustración 30: Montaje en máquina de ventosa con adaptador

El nuevo sistema requiere de un nuevo diseño de agarre de la plataforma libre. Para ello se han diseñado los componentes necesarios para su perfecto funcionamiento. Debido a la falta de una superficie plana donde poder actuar la ventosa, se ha diseñado un puente de chapa plegada, mostrada en la figura 31, con el fin de salvar el espacio reservado para la modificación de la masa.

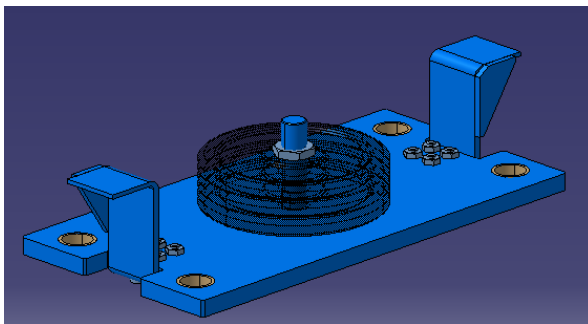


Ilustración 32: Sistema primario plataforma libre

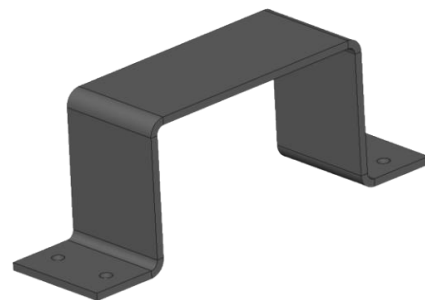


Ilustración 31: Puente para ventosa

Inclusive se ha diseñado un centrador para que la ventosa actúe en la mayor superficie posible y evitar también un agarre descentrado, pudiendo generar un momento flector y, como consecuencia, un mal deslizamiento en el eje vertical de la máquina. Este modelo se ha impreso mediante tecnología aditiva en PLA.

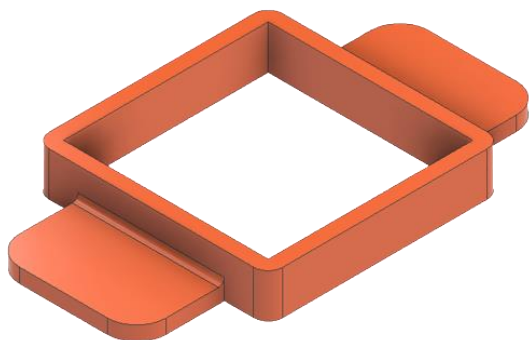


Ilustración 33: Centrado ventosa neumática

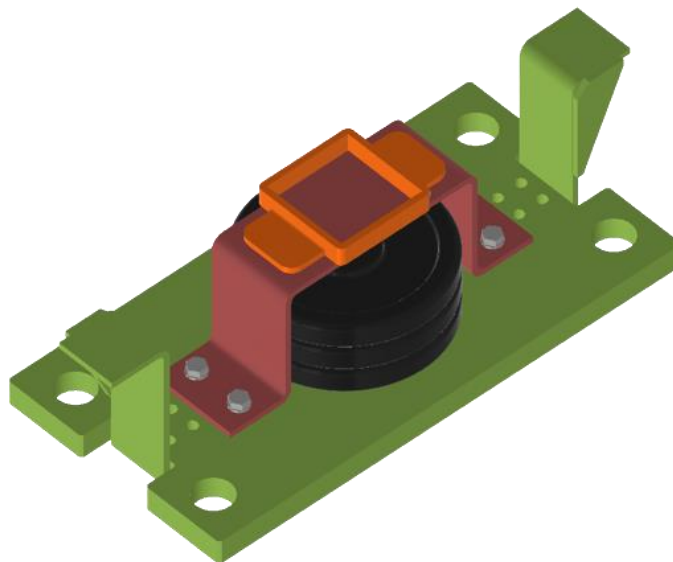


Ilustración 34: Montaje final plataforma libre

El fabricante proporciona varias configuraciones, dependiendo de la masa con la que se vaya a trabajar. Para la elección del tipo de ventosa, se ha realizado un cálculo de las masas que constituyen la plataforma libre.

Tabla 3: Masa estructura plataforma libre

Nº piezas	Denominación	Volumen [m ³]/ud	Densidad [g/cm ³]/ud	Masa [kg]
4	Casquillos Nylon	$6.96 \cdot 10^{-5}$	1.130	0.316
1	Eje pesas	$3.10 \cdot 10^{-5}$	7.850	0.243
1	Punzón	$2.03 \cdot 10^{-5}$	7.850	0.159
2	Escuadra placa antirrebote	$6.13 \cdot 10^{-5}$	7.850	0.962
1	Puente plegado	$1.498 \cdot 10^{-4}$	1.130	1.072
1	Centrador	$3.683 \cdot 10^{-5}$	1.060	0.039
1	Plataforma libre	$1.461 \cdot 10^{-3}$	1.130	10.45
Total				13.24



Se considera la hipótesis de carga máxima, la cual sería con tres discos de 5 kg cada uno. Por tanto, la masa final sería de 28,24 kg. El fabricante proporciona la siguiente ecuación para la elección de la ventosa correcta:

$$W = S * \frac{mg}{n} \quad (12)$$

W: fuerza de sujeción requerida

n: número de ventosas

m: masa de la pieza [kg]

g: aceleración gravitacional [= 9.8 m/s²]

S: factor de seguridad: 3 o más

Se selecciona la opción de ventosa de 1000N que corresponde a un factor de seguridad de 3.61, cumpliendo por tanto con las especificaciones definidas.



3.2.4. Sistemas de control

Como continuación del TFG se busca el control y sensorización de la máquina, facilitando el uso y la posibilidad de replicar ensayos de manera más cómoda. Se dividirán los diferentes sistemas para una mejor comprensión.

Antes de la explicación de cada uno de los sistemas, se muestra en la figura 35 un Grafcet del funcionamiento total desde el momento cero de la puesta en marcha.

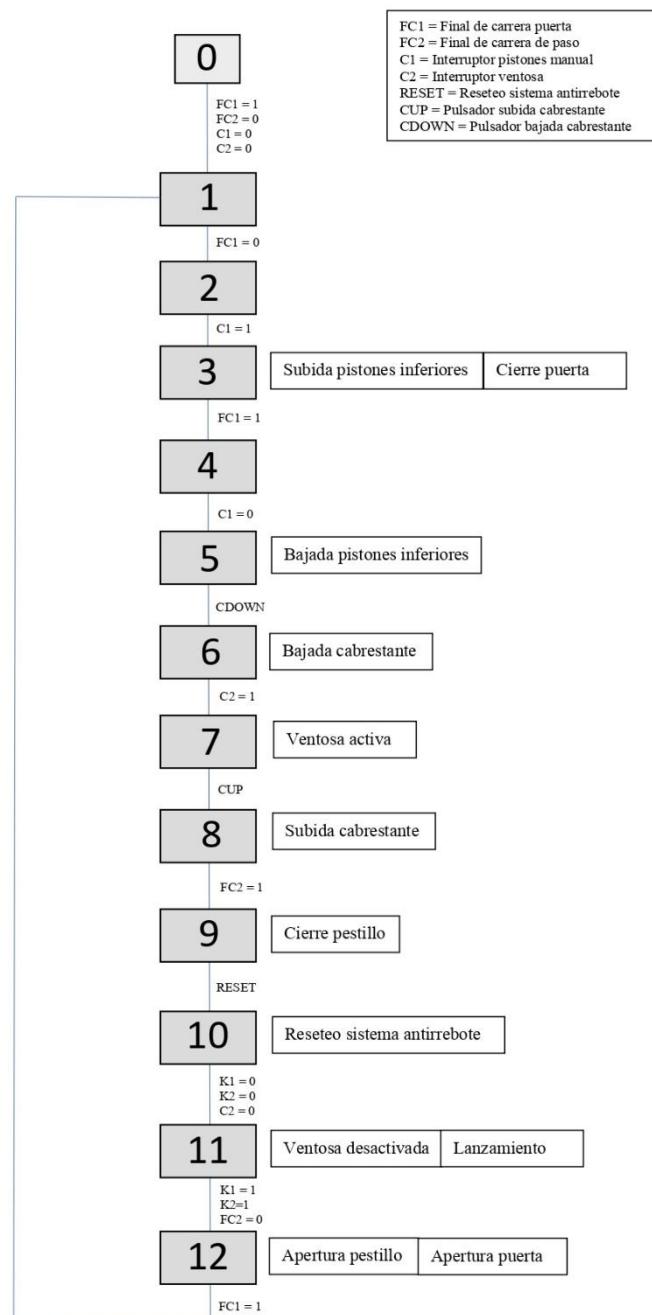


Ilustración 35: Grafcet máquina de impacto por caída libre

○ Sistema de seguridad

En cualquier máquina que se puedan provocar accidentes es imprescindible diseñar un sistema de seguridad para cerciorar la integridad de los operarios.

El primer sistema de seguridad instalado responde a un final de carrera accionado por la apertura y cierre de la puerta, enseriado con una fuente de alimentación de 12V DC, la cual alimenta toda la maquinaria, a excepción de sistema antirrebote, que se describirá posteriormente. Con ello se asegura que no se ponga en marcha la máquina mientras se manipula la probeta.

El siguiente sistema se trata de otro final de carrera, en este caso de paso, el cual es activado cuando la plataforma libre supera cierta altura. Este final de carrera controla un telerruptor que conmuta un electroimán cuya función es la de bloquear la puerta, evitando su apertura cuando la plataforma libre se encuentra a una altura considerada peligrosa.

Los esquemas de ambos circuitos quedan recogidos en el capítulo de anexos.

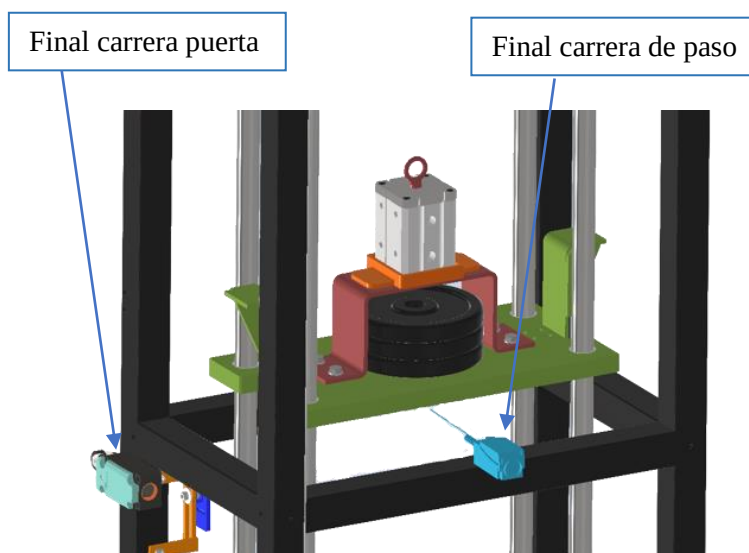


Ilustración 37: Detalle sensores sistema de seguridad



Ilustración 36: Electroimán 12V DC

○ Sistema de liberación

Una vez mencionados los componentes mecánicos usados en el sistema de liberación, se llevará a cabo su automatización.

Dicha automatización involucra una electroválvula biestable que garantiza que la plataforma libre quede asegurada en caso de fallo eléctrico. La electroválvula es accionada por un conmutador de tres posiciones. Cuando el conmutador se gira en sentido antihorario acciona la ventosa neumática capturando así la plataforma libre. Para la liberación del sistema se ha añadido, aparte del conmutador, dos pulsadores enseriados con el fin de asegurar que no se suelta la plataforma por accidente, obligando a que los tres elementos estén activos. Los pulsadores se encuentran separados de modo que el operario este obligado a usar las dos manos. En la figura 38 se muestra el dispositivo de control.



Ilustración 38: Dispositivo de control

○ Sistema antirrebote

El sistema antirrebote se ha diseñado mediante lógica cableada con el uso de relés y sensores fotoeléctricos.

El objetivo principal de dicho sistema es evitar que, tras el impacto, se produzcan varios impactos de menor intensidad provocados por la energía liberada tras el rebote. Con este mecanismo se asegura la realización de un ensayo válido evitando datos erróneos. El funcionamiento es el siguiente:

El sistema consta de una fuente de alimentación de 24V DC, conectada en serie con un conmutador giratorio. A continuación, se dispone de dos sensores fotoeléctricos, conectados al conmutador NC, y a un relé para cada sensor. Este conjunto de sensorística acciona una electroválvula y a su vez dos pistones de simple efecto.

Los sensores se colocan en disposición vertical, siendo el superior K2 y el inferior K1. Durante la caída, el sensor K2 detecta el paso de la plataforma y posteriormente el K1; pero la corriente no llegará a la electroválvula debido a que K2 no se alimenta hasta que K1 recibe la primera señal. Con esto se consigue que, en el momento del impacto los cilindros se encuentran recogidos y tras el rebote son accionados. Para restaurar el sistema se acciona el conmutador cuya función es de “Reset”. En la figura 39 se muestra un esquema del sistema antirrebote.

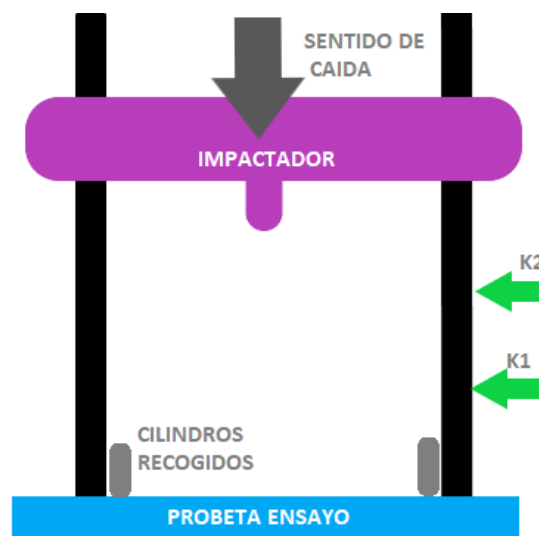
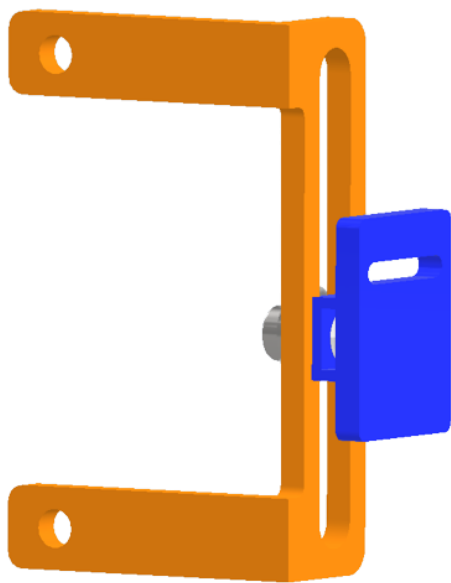
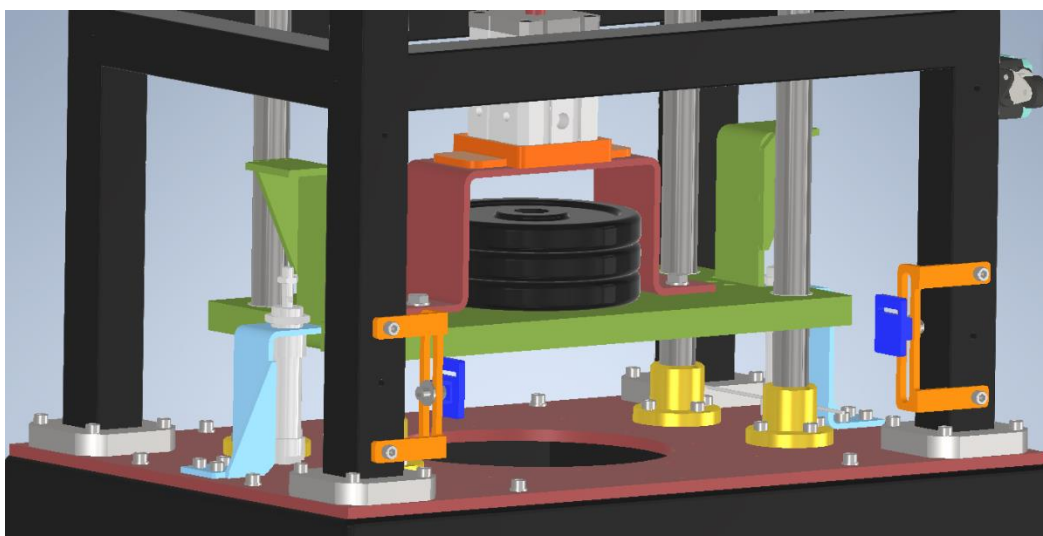


Ilustración 39: Esquema sistema antirrebote

Inicialmente se colocaron los sensores en disposición vertical, sin embargo, durante ensayos donde la distancia de lanzamiento era muy baja, el rebote producido era casi nulo, por lo que el sensor superior no era capaz de detectar el paso de la plataforma. Para ello se ha optado por la colocación de los sensores de manera individual, es decir, posicionados uno a una altura mayor que el otro, pero en extremos diferentes, como se puede observar en la figura 40. En el diseño de los soportes se ha tenido en cuenta la posibilidad de regulación de altura, dependiendo de la altura de lanzamiento. Con ello se consigue tener un mejor ajuste y por tanto mayor precisión.

*Ilustración 40: Soporte sensores fotoeléctricos**Ilustración 41: Sensores fotoeléctricos**Ilustración 42: Montaje sensores fotoeléctricos y pistones de simple efecto*

Adicionalmente se ha instalado un interruptor, el cual acciona de manera manual los pistones de simple efecto destinados al sistema antirrebote. Con esto se consigue elevar la plataforma libre, para poder manipular y realizar el intercambio de la probeta al inicio de cada ensayo.

○ Mando de control

Para una mayor comodidad del operario se ha fabricado un mando de control en el que se tiene acceso a todos los sistemas de la máquina. Se ha dejado cable en demasía, de modo que el operario pueda maniobrar libremente alrededor de la maquinaria para no interferir en los sistemas de captura de información gráfica. En la figura 43 se muestra con detalle cada uno de los componentes del mando de control.

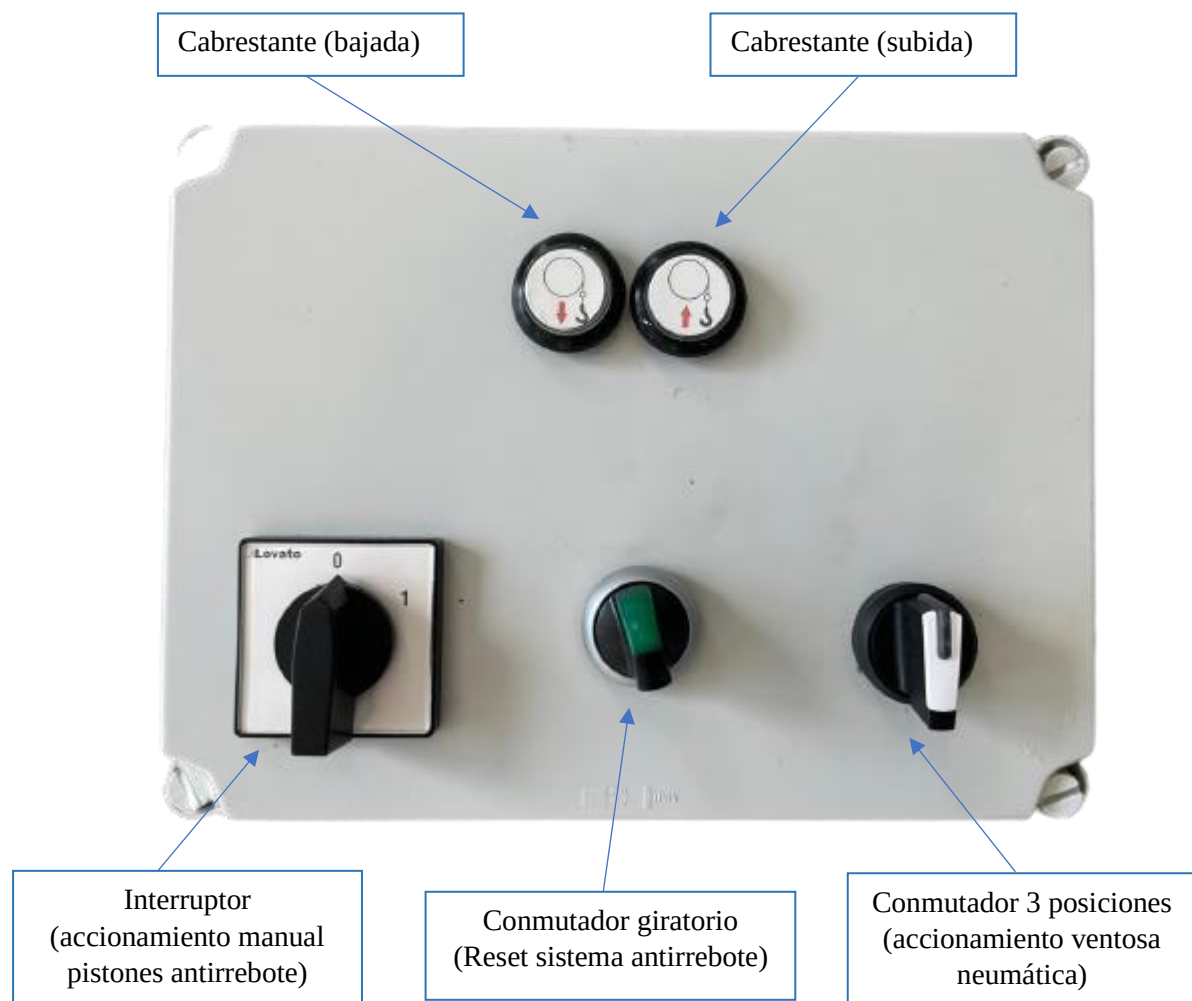


Ilustración 43: Caja de mandos

3.2.5. Diseños adicionales

Además de la mejora de los componentes de la máquina y solución de problemas acarreados en el diseño y fabricación, se han diseñado diferentes piezas adicionales con el fin de mejorar el funcionamiento y estética de la máquina.

- **Cuadro eléctrico**

Es estrictamente necesario el diseño de un armario o este caso un pequeño cuadro eléctrico donde alojar todos los componentes de control mencionados anteriormente. Para ello, desde un primer momento se ha tenido en cuenta la compra de componentes destinados al montaje en carril DIN. Dicho carril se ha cortado a medida para poder ser colocado en un lateral de la máquina como se muestra en la figura 44.



Ilustración 44: Montaje carril DIN

Una vez atornillado el carril se colocan cada uno de los elementos eléctricos de manera cómoda y sencilla. Este sistema de montaje permite el mantenimiento de elementos eléctricos de manera simple, sin ninguna fijación mecánica. El montaje final se muestra en la figura 45.

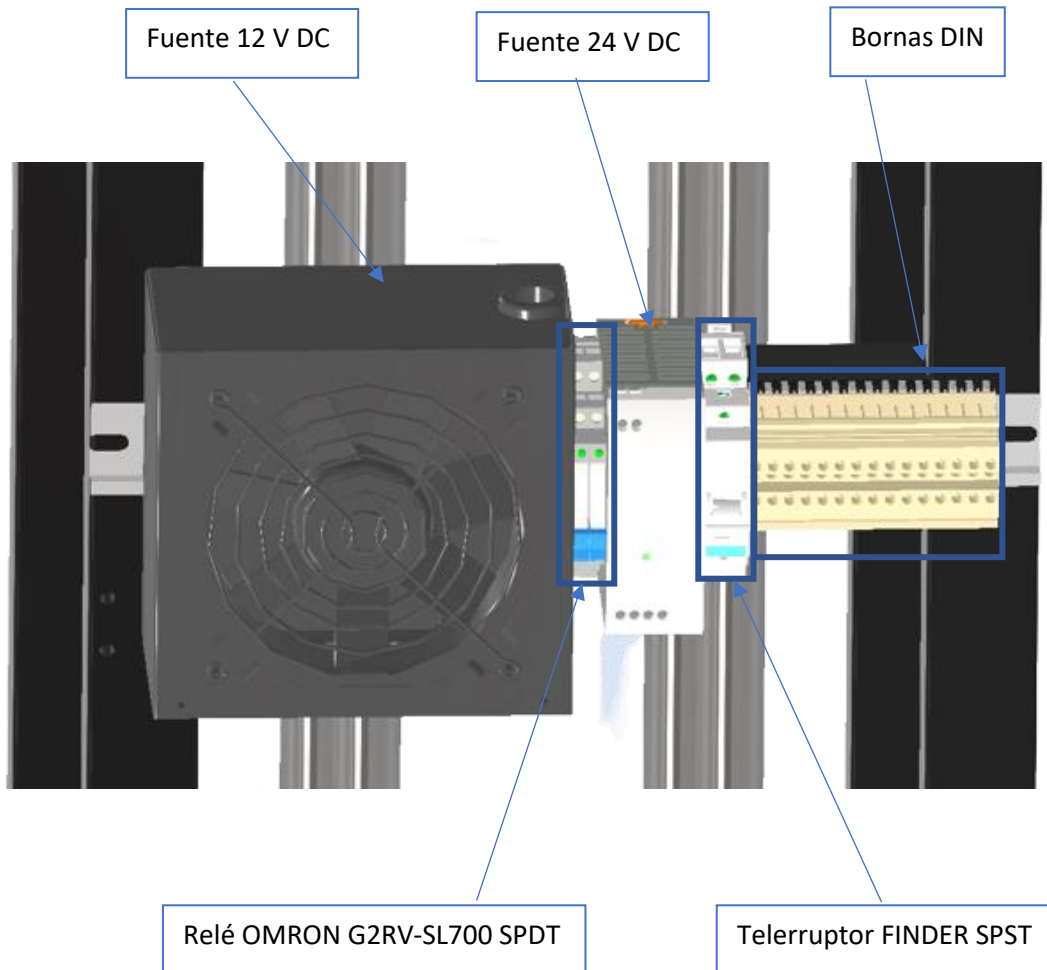


Ilustración 45: Montaje componentes eléctricos

Finalmente, para evitar la manipulación de los elementos eléctricos y asegurar la integridad del operario, en caso de fallo eléctrico, se ha diseñado una cubierta de chapa plegada con una apertura para favorecer la refrigeración de las fuentes de alimentación.



Ilustración 46: Montaje cubierta cajetín eléctrico

○ Soporte para probeta

Finalmente, para la realización de ensayos es necesario disponer de un alojamiento para la probeta suficientemente estable para absorber la energía liberada tras el impacto. Adicionalmente, es necesario diseñar un sistema de sujeción de la probeta que, a la hora de la replicación de ensayos, facilite y agilice el reemplazo de la probeta.

Para la fabricación de la placa metálica que alojará la probeta, se han seguido las pautas definidas en la norma ASTM D7136/D7136M – 12 [9]. En ella se aclara el espesor necesario de la chapa y una propuesta de sujeción de la probeta. Adicionalmente, se ha realizado un cajeado para facilitar la colocación de la probeta y que el punto de impacto sea lo más óptimo posible. Las dimensiones de la placa quedan recogidas en el capítulo de planos.

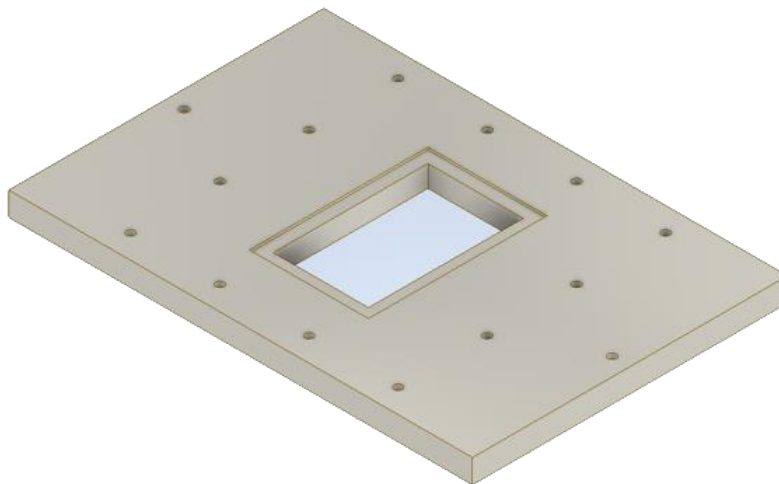


Ilustración 47: Placa metálica para alojamiento de probeta

Respecto a la fijación de la probeta se ha usado el mismo sistema que el propuesto en la norma ASTM D7136/D7136M – 12 [9]. Se trata de cuatro bridas rápidas colocadas en disposición cuadrada, con el fin de no interferir en el movimiento de la plataforma libre y permitir una mayor comodidad del operario a la hora de accionarlas. A continuación, en la figura 48, se muestra el montaje final.

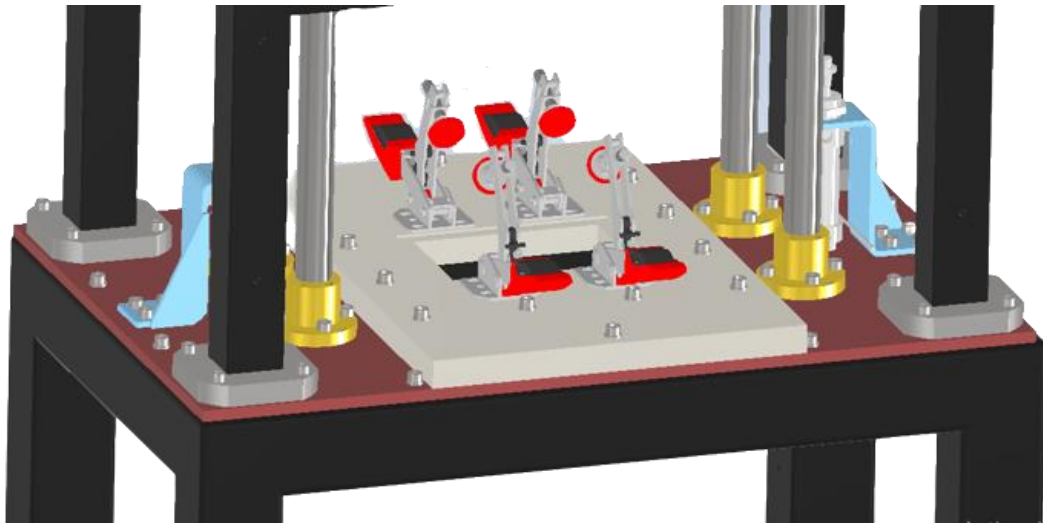


Ilustración 48: Montaje placa para probeta con bridas rápidas



3.3. Métodos de fabricación

A continuación, se detallarán los procesos de fabricación empleados en los elementos mostrados anteriormente.

○ Elementos fabricados por CNC

El taller de la EPSL dispone de una fresadora por control numérico, la cual es una herramienta muy útil para la elaboración de piezas con una exactitud milimétrica. Por ello se ha utilizado para la fabricación de la mayoría de las piezas que componen la máquina.

A grandes rasgos, la fresadora CNC es una máquina controlada por ordenador, que, mediante una herramienta de rotación y corte, llamada fresa, realiza el arranque de viruta, obteniendo la pieza que se ha diseñado desde un principio.

Ya que el procedimiento a seguir es prácticamente igual en todas las piezas, se va a utilizar una como ejemplo. Se trata del útil para corrección de desviación, mencionado anteriormente. La pieza en conjunto está formada por dos subpiezas atornilladas. Se ha optado por dicha configuración para facilitar su fabricación.

Se parte de un tocho cilíndrico de aluminio de 100 mm de diámetro, del cual se sustrae material utilizando las herramientas específicas de corte de la máquina. Una vez obtenida la geometría deseada se realizan los taladros necesarios y, en caso de que sea necesario, se utilizará una terraja para realizar la rosca de los pernos, como es el caso del agujero central para la unión de las dos piezas. En la figura 49 se muestra el conjunto.

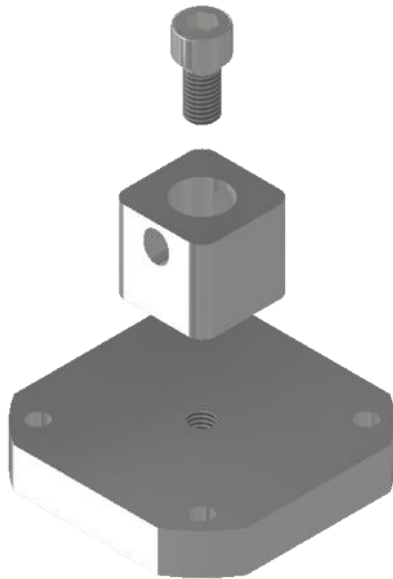


Ilustración 49: Explosión de componentes de útil para corrección de desviación



Ilustración 50: Montaje real útil corrección de desviación

Como se ha comentado anteriormente, se ha optado por el uso de esta herramienta en muchos componentes de la máquina. A continuación, se muestran las piezas finalizadas tras el proceso de fabricación:



Ilustración 51: Montaje real casquillos de nylon

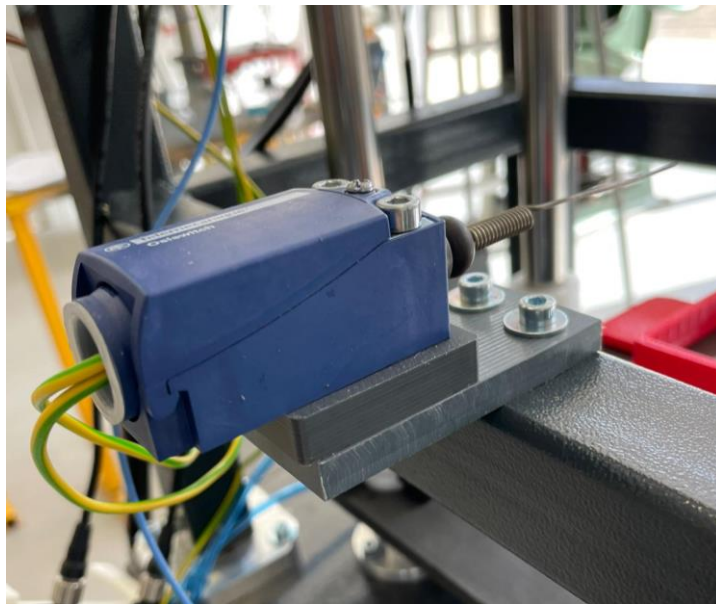


Ilustración 53: Montaje real soporte final de carrera de paso

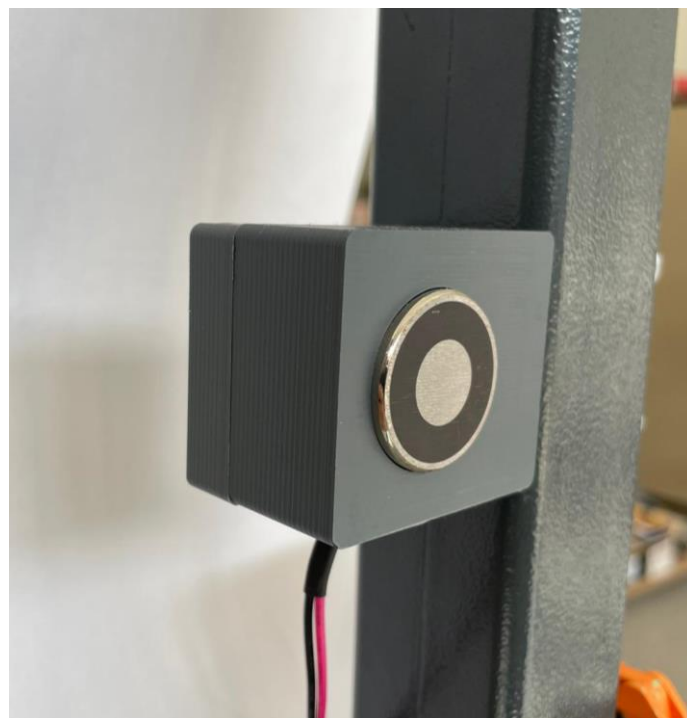


Ilustración 52: Montaje real alojamiento electroimán

○ Elementos fabricados mediante corte plasma

Debido a la necesidad de precisión se ha optado por la fabricación de algunos componentes mediante corte plasma. Se trata de una tecnología cuya función, entre otras, es la del corte de metales conductores. Su fundamento es la de elevar la temperatura del metal a cortar de una forma muy concentrada.

Dicho proceso de fabricación se ha utilizado para la placa superior y la placa portadora de la probeta.



Ilustración 55: Montaje real placa superior



Ilustración 54: Montaje real placa superior con cabrestante

Elementos plegados

Otro método de fabricación por el que se ha optado ha sido por el plegado de chapa. Para una adecuada fabricación, se ha partido del módulo de chapa del software “Autodesk Inventor”, partiendo de un espesor de chapa. Gracias a esta herramienta se pueden conocer los radios de doblado y a que distancia realizarlos, para un producto final óptimo.

Entre las piezas fabricadas mediante dicho proceso, se pueden encontrar el puente para la ventosa y la cubierta para el cajetín eléctrico. Posterior al plegado se realizan los taladros necesarios para su fijación y finalmente se aplica una capa de pintura para evitar el futuro óxido.



Ilustración 56: Plegado de puente para ventosa

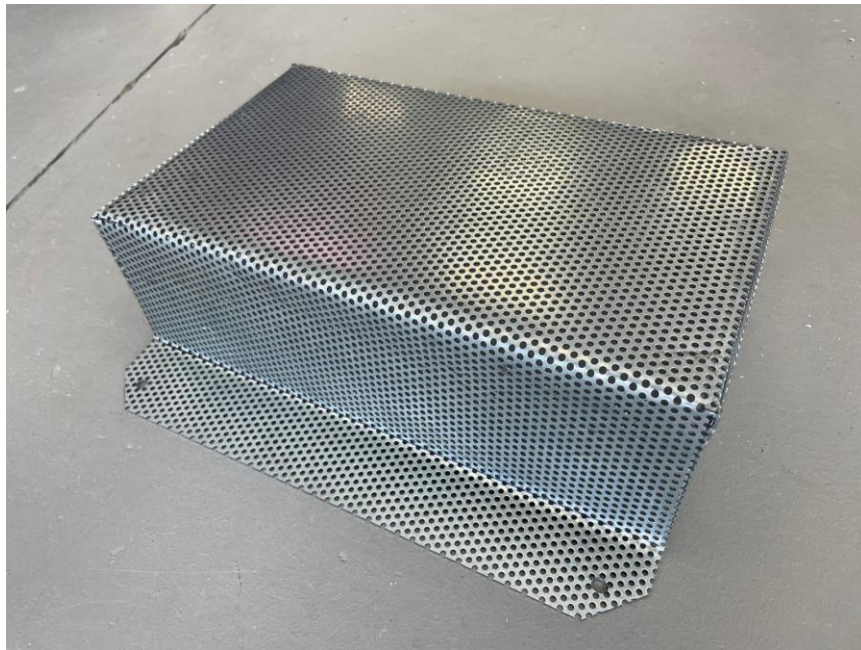


Ilustración 58: Cubierta para cajetín eléctrico (vista superior)

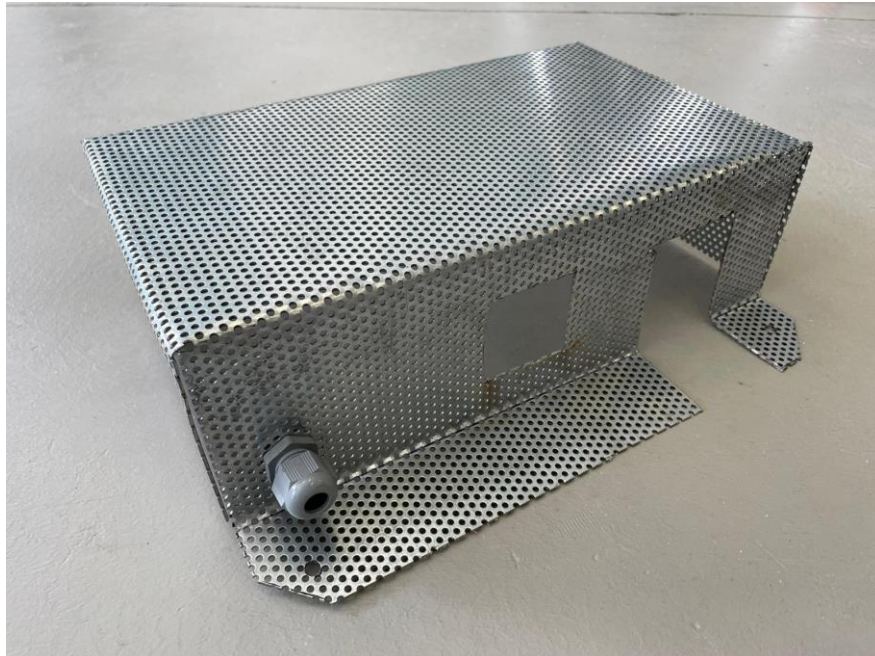


Ilustración 57: Cubierta para cajetín eléctrico (vista inferior)

○ **Fabricación aditiva**

Finalmente, para elementos de sujeción y piezas que no requieren de propiedades físicas específicas, se ha optado por la fabricación aditiva. En este caso se ha optado por el material PLA debido a su sencillo manejo y a su bajo coste.

Los elementos fabricados mediante esta tecnología han sido, entre otros, los soportes regulables para los sensores fotoeléctricos y el centrador para la ventosa neumática.

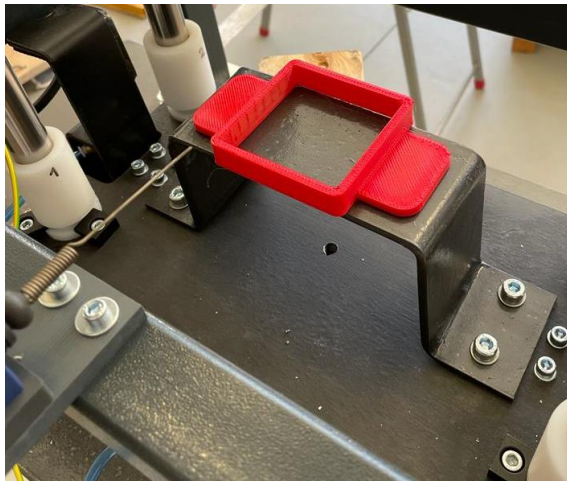


Ilustración 60: Montaje centrador de imán



Ilustración 59: Soporte sensores fotoeléctricos



CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES

Respecto a la etapa de diseño y acondicionamiento se han corregido los problemas acarreados en el primer diseño de la máquina, consiguiendo el perfecto funcionamiento de la misma. Con ella se podrán realizar ensayos con toda seguridad y asegurando el cumplimiento la normativa vigente. A partir del acondicionamiento, se han podido detectar y solucionar los problemas. Todo ello conlleva el aprendizaje y puesta en práctica de nuevas herramientas, tanto manuales, como software de diseño y fabricación.

Se han diseñado diferentes sistemas de control y sensorización con el uso de lógica cableada y neumática, con el fin de cumplir con todos los aspectos de seguridad sobre la máquina y facilitando el uso de ella por cualquier operario. Por otro lado, se ha implementado un sistema novedoso de recogida de elementos libres con la finalidad de mejorar el funcionamiento.

Respecto al feedback personal, me ha aportado un conocimiento íntegro del proyecto con el que no estaba familiarizado. Se ha llevado a cabo el conocimiento y puesta en práctica de normativas y cálculos experimentales. Por otro lado, se han tocado varias ramas de la ingeniería, desde la sensorización y control, ingeniería aditiva, diseño-fabricación e incluso organización y planificación industrial. De esta última, la planificación con varios meses vista del proyecto, estimación de tiempos y provisionamiento de materiales ha sido un verdadero desafío. A su vez, durante el proyecto, he sido capaz de atajar problemas y proponer soluciones válidas de los mismos.

Por último, se aplicó la Directiva 2006/42/CE mediante el expediente técnico de construcción, desarrollado en los anexos, dónde se verifica el cumplimiento de todos los aspectos de higiene y seguridad sobre la máquina y se anexa toda información necesaria para el usuario.



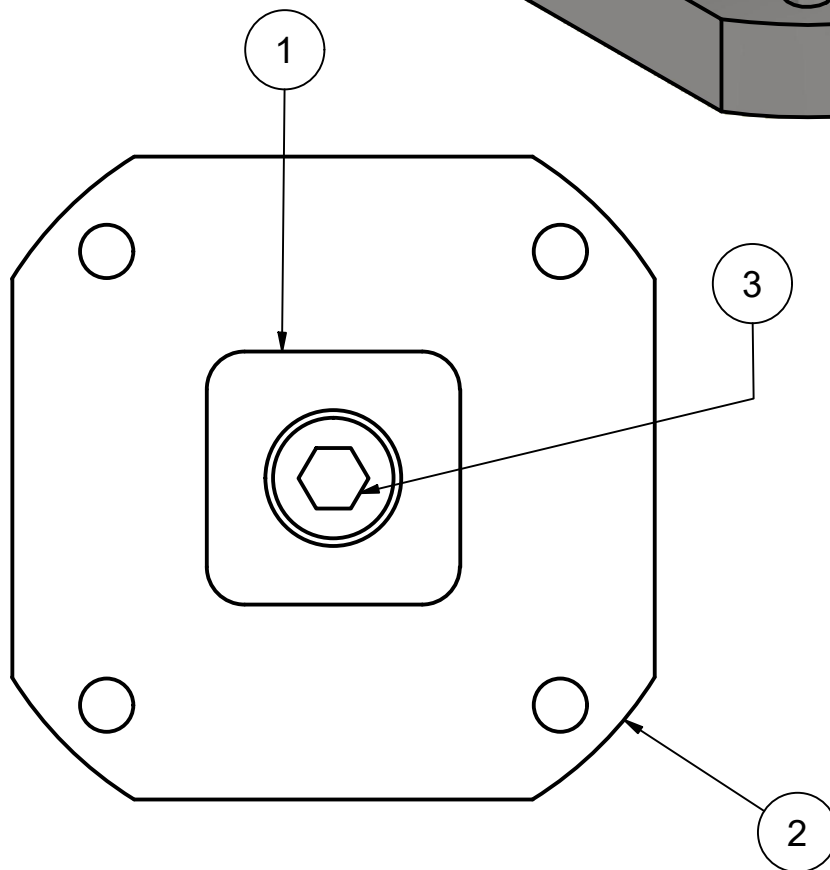
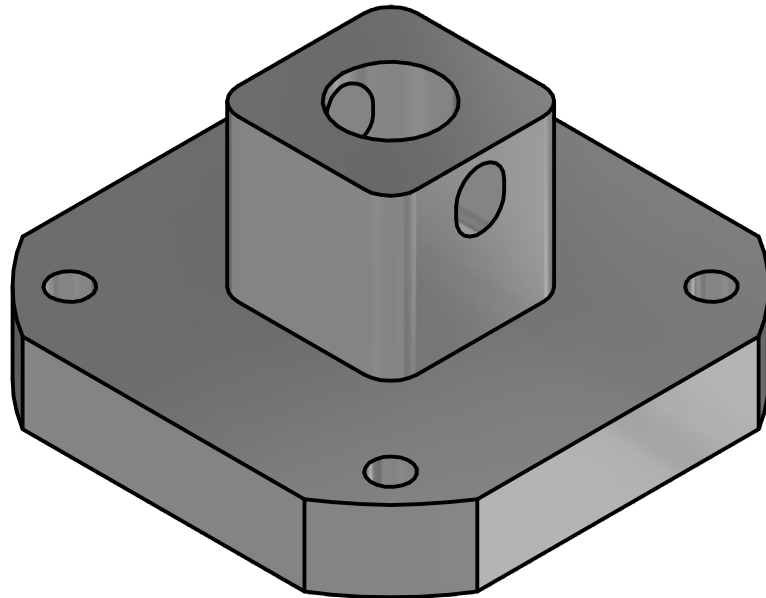
4.1. Propuesta de mejora

Una vez finalizado el proceso de desarrollo de la máquina, se han observado una serie de sugerencias que se pueden tener en cuenta para modificaciones futuras.

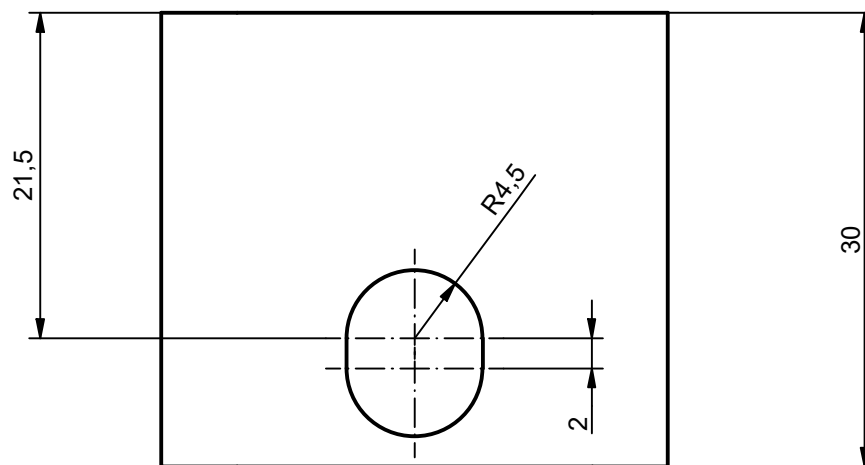
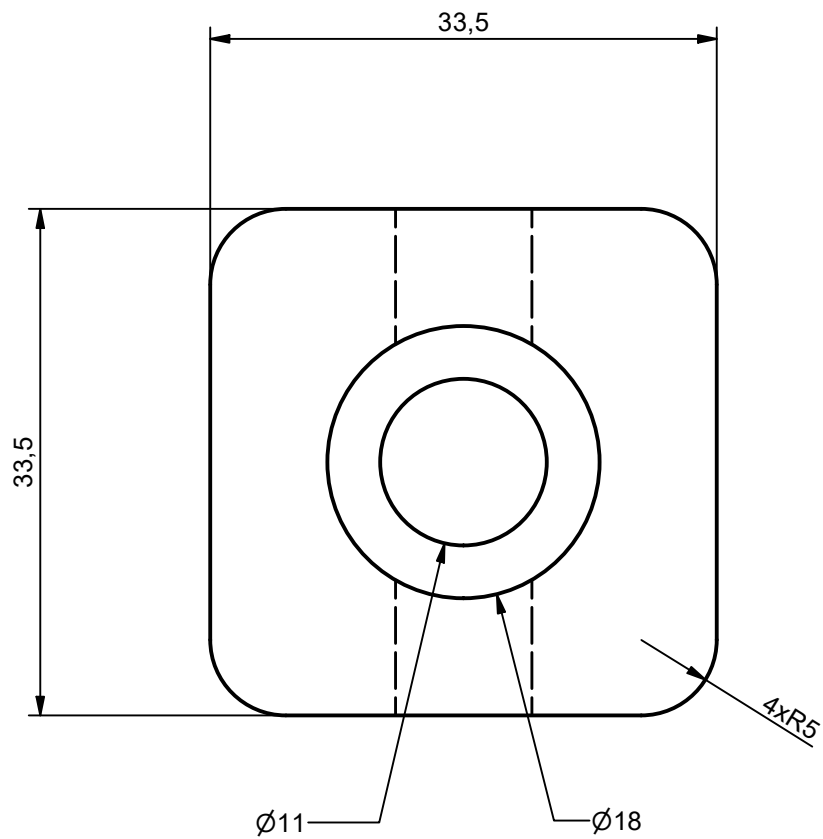
- Aunque el nuevo diseño de casquillos para la plataforma libre mejoró el deslizamiento por las guías, sufren de una pequeña holgura que puede acarrear problemas en el futuro debido al desgaste. En su lugar se puede diseñar un sistema de ruedas que actúen sobre las guías consiguiendo también la disminución del rozamiento.
- Sería interesante la sustitución de la lógica cableada por placas de circuito impreso o PCB. Con ellas se eliminarán todo el volumen de cables quedando la máquina más limpia y evitando también fallos por desconexiones eléctricas. Adicionalmente, con la ayuda de esta tecnología, se podría fabricar un mando de control inalámbrico.



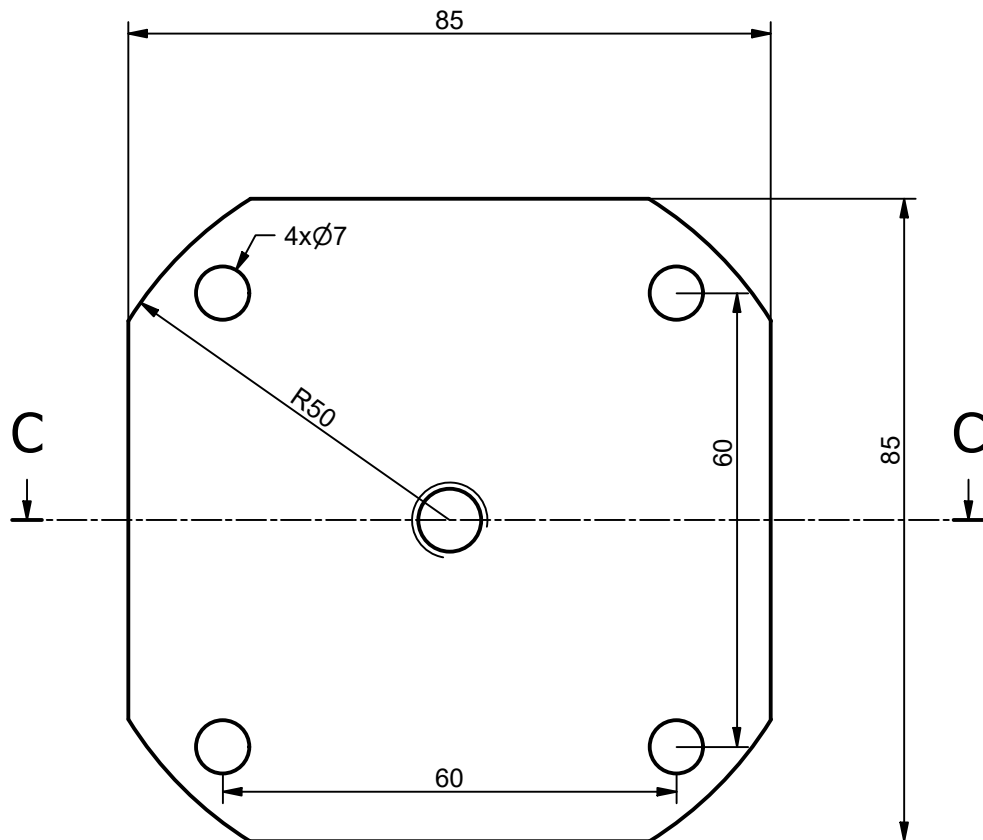
CAPÍTULO 5: PLANOS



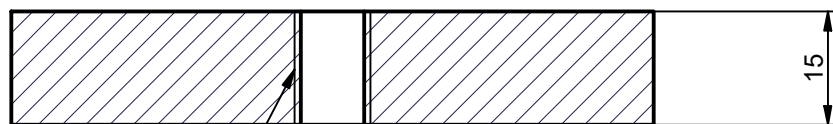
3	1	ISO 4762 - M10 x 20	Hexagon Socket Head Cap Screw	
2	1	Base útil corrección de simetría		
1	1	Macho superior útil corección de simetría		
Marca	Ctd.	Designación		Descripción
		FECHA	NOMBRE	FIRMAS
DIBUJADO		01/02/2021	Fernando	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES UNIVERSIDAD DE JAÉN
COMPROBADO		01/02/2021	Gallardo	
C. CALIDAD		01/02/2021	Fernández	
ESCALA 1:1		DESIGNACIÓN		
		Ensamblaje útil corrección de simetría		
		Nº DE PLANO 1 / 1		
		SUSTITUYE A		
		SUSTITUIDO POR		



	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES UNIVERSIDAD DE JAÉN
DIBUJADO	01/02/2021	Fernando		
COMPROBADO	01/02/2021	Gallardo		
C. CALIDAD	01/02/2021	Fernández		
ESCALA 2:1	DESIGNACIÓN Macho superior útil corrección de simetría			Nº DE PLANO 1 / 1
				SUSTITUYE A
				SUSTITUIDO POR

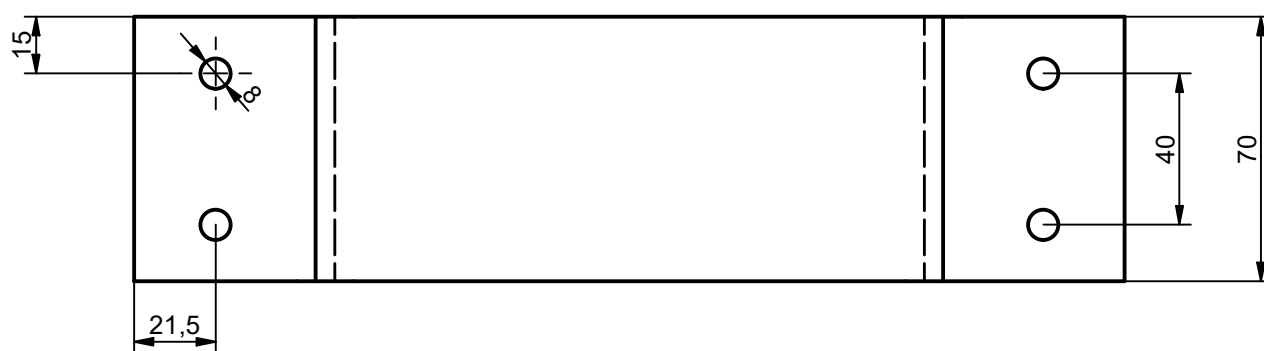
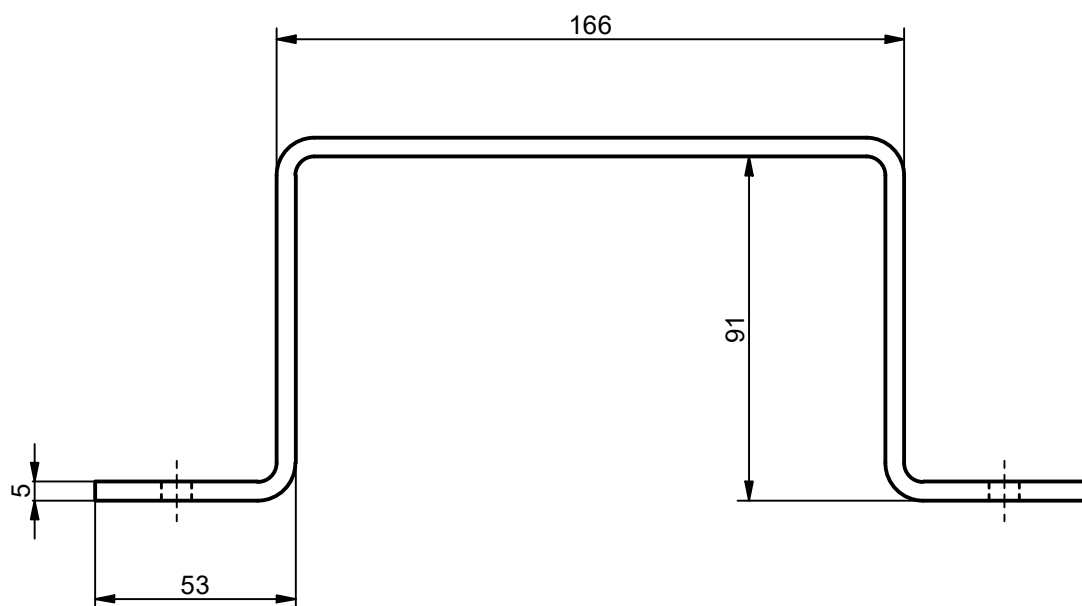
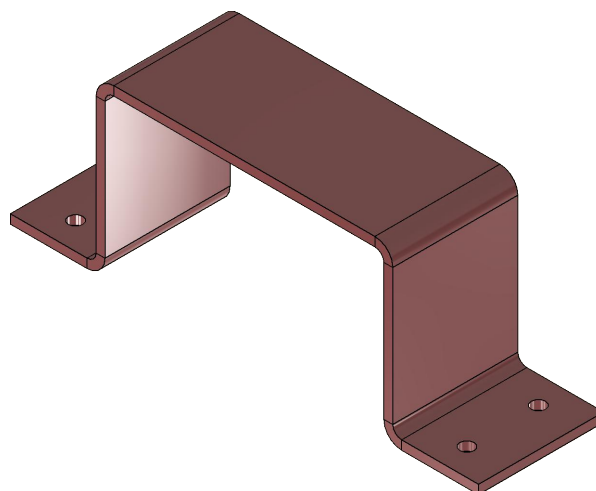


C-C

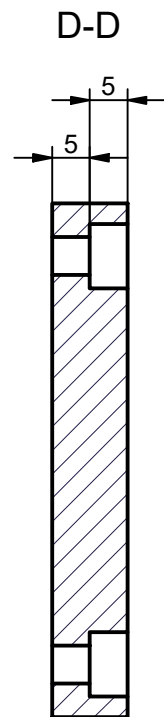
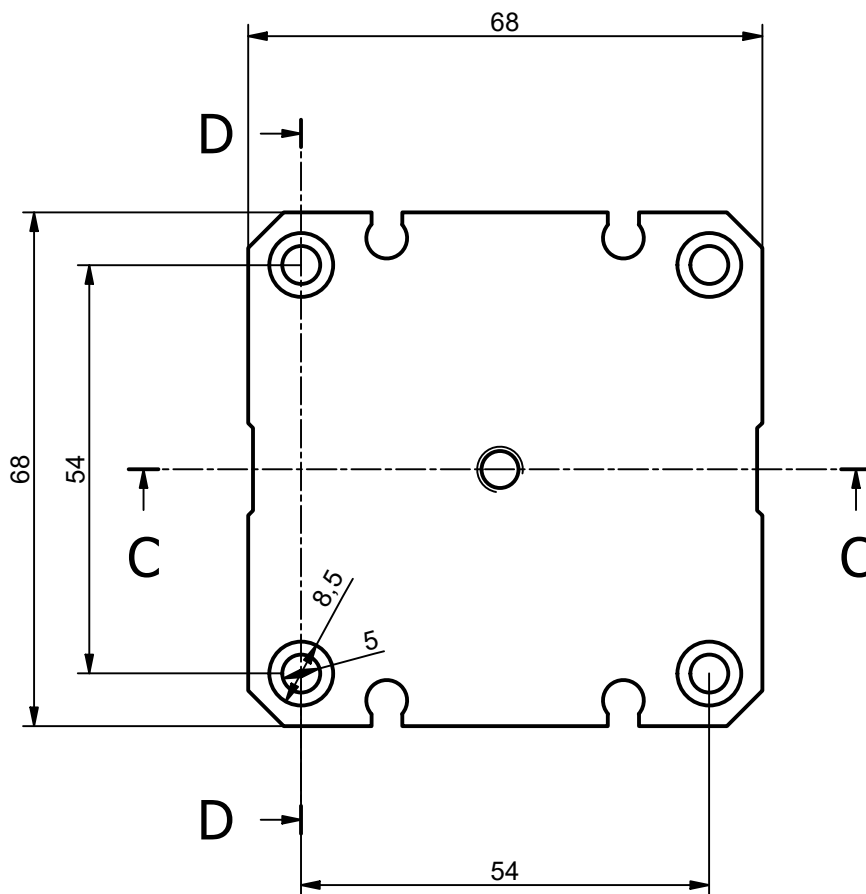
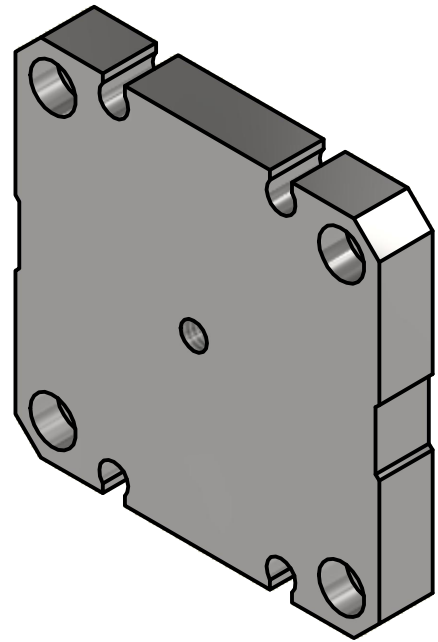
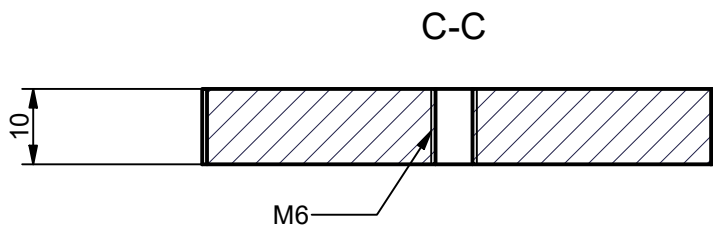


M10

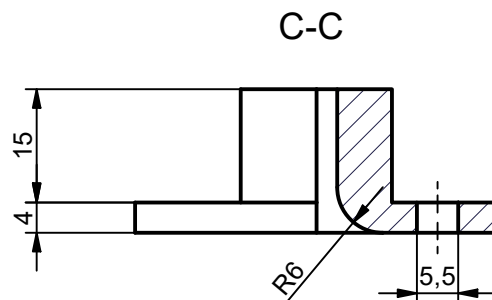
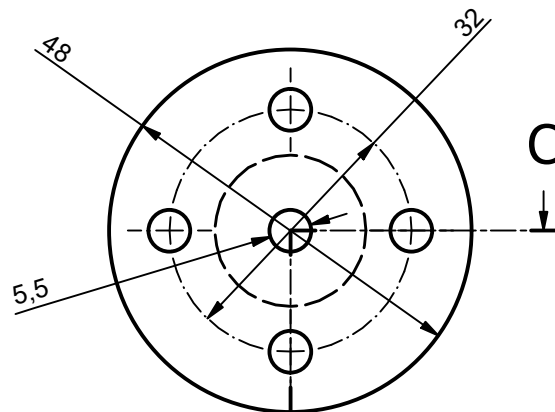
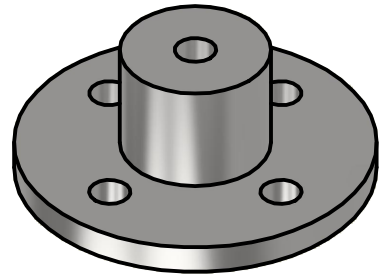
	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES UNIVERSIDAD DE JAÉN
DIBUJADO	01/02/2021	Fernando		
COMPROBADO	01/02/2021	Gallardo		
C. CALIDAD	01/02/2021	Fernández		
ESCALA 1:1	DESIGNACIÓN Base útil corrección de simetría			Nº DE PLANO 1 / 1
				SUSTITUYE A
				SUSTITUIDO POR



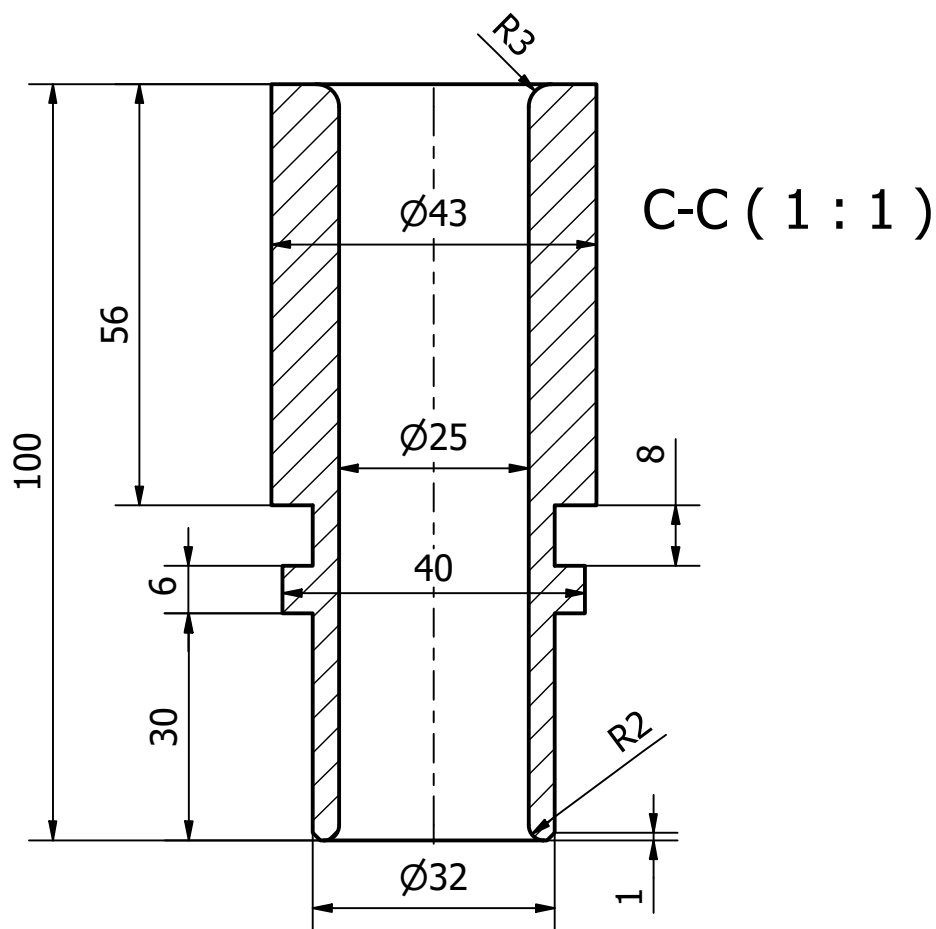
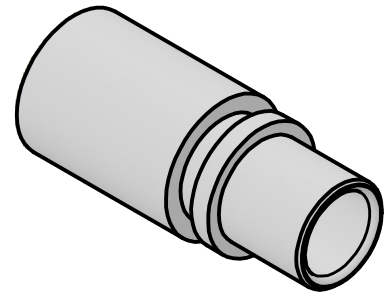
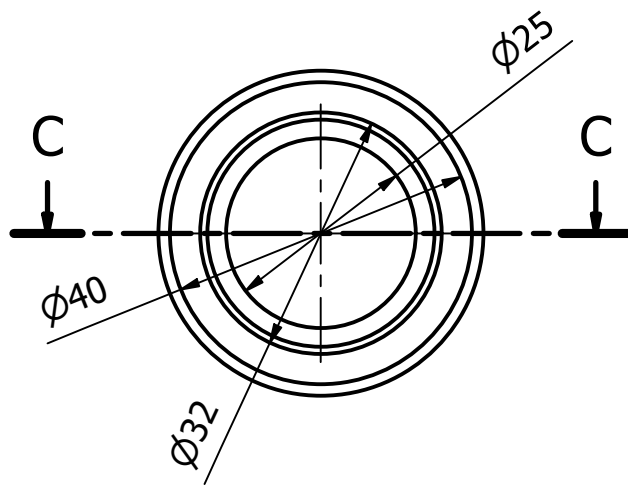
	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES UNIVERSIDAD DE JAÉN
DIBUJADO	01/02/2021	Fernando		
COMPROBADO	01/02/2021	Gallardo		
C. CALIDAD	01/02/2021	Fernández		
ESCALA 1:2	DESIGNACIÓN Puente para ventosa			Nº DE PLANO 1 / 1
				SUSTITUYE A
				SUSTITUIDO POR



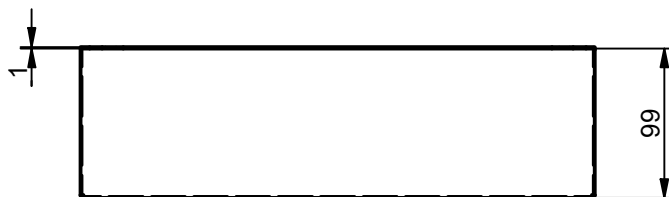
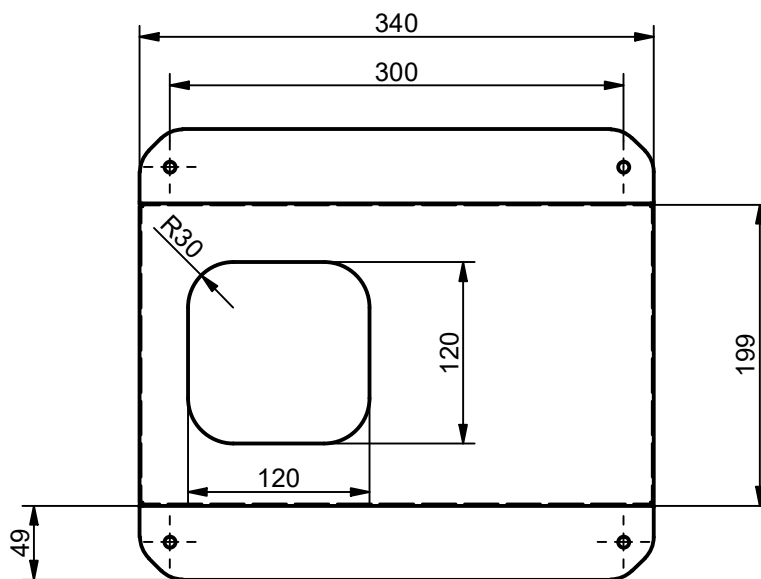
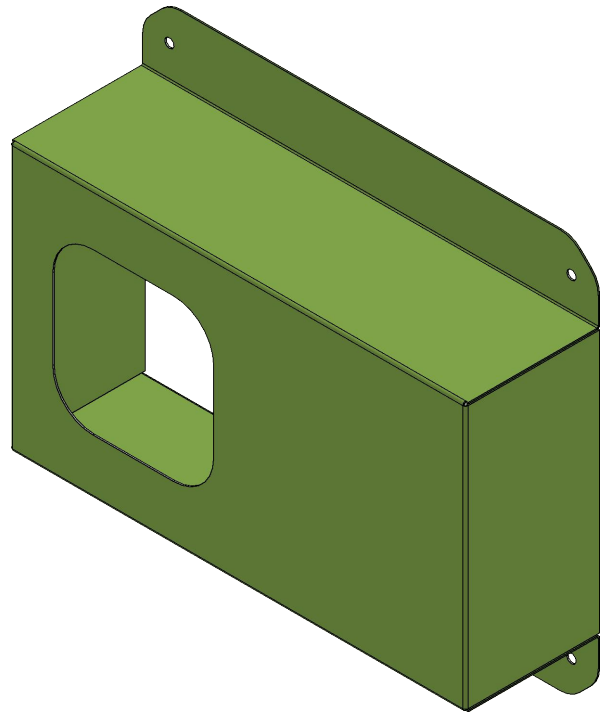
	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES UNIVERSIDAD DE JAÉN
DIBUJADO	01/02/2021	Fernando		
COMPROBADO	01/02/2021	Gallardo		
C. CALIDAD	01/02/2021	Fernández		
ESCALA 1:1	DESIGNACIÓN Adaptador imán			Nº DE PLANO 1 / 1
				SUSTITUYE A
				SUSTITUIDO POR



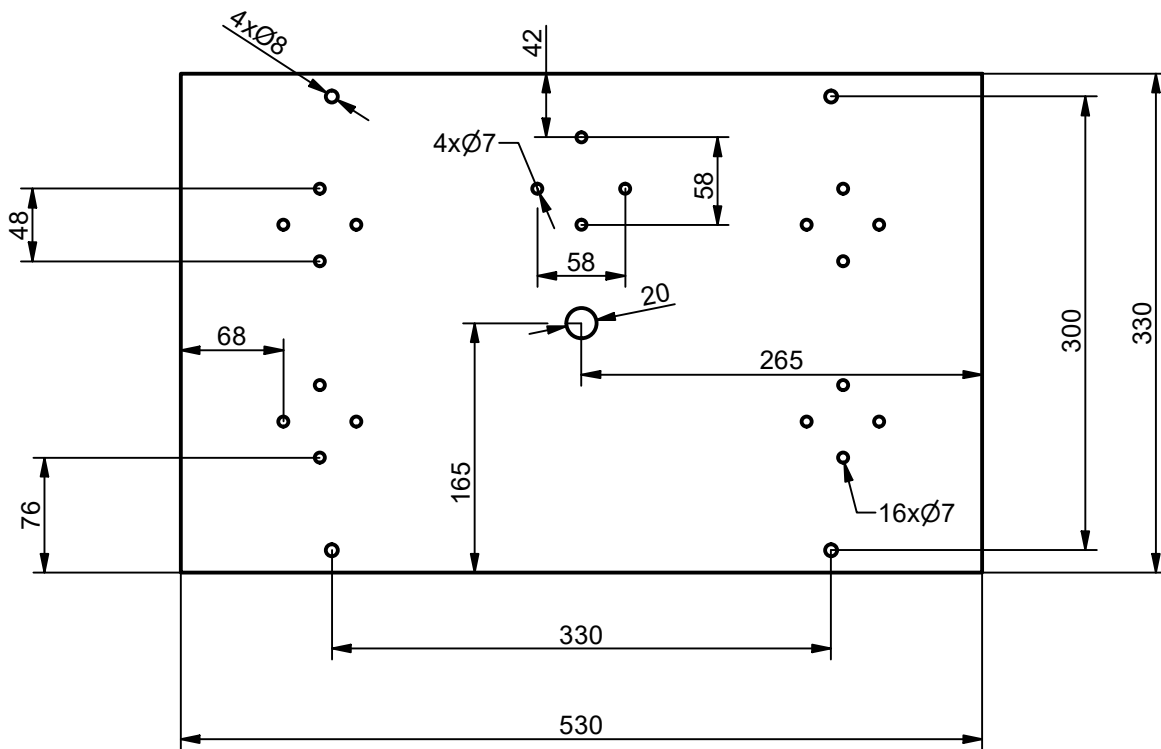
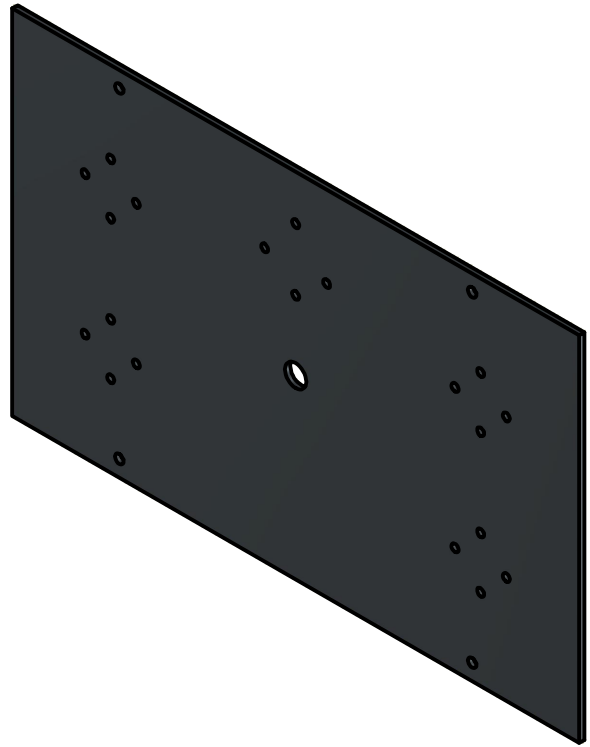
	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES UNIVERSIDAD DE JAÉN
DIBUJADO	01/02/2021	Fernando		
COMPROBADO	01/02/2021	Gallardo		
C. CALIDAD	01/02/2021	Fernández		
ESCALA 1:1	DESIGNACIÓN Casquillo guía cable de acero			Nº DE PLANO 1 / 1
				SUSTITUYE A
				SUSTITUIDO POR



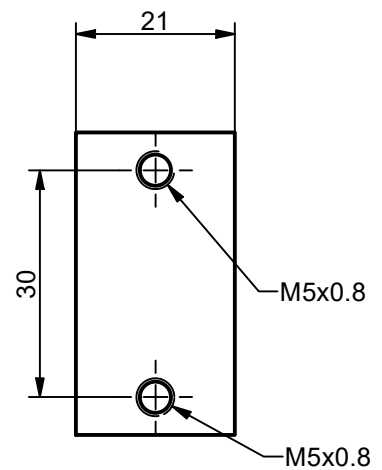
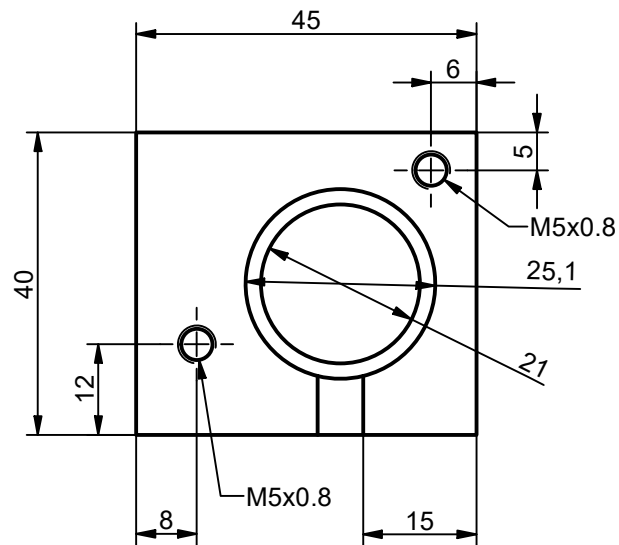
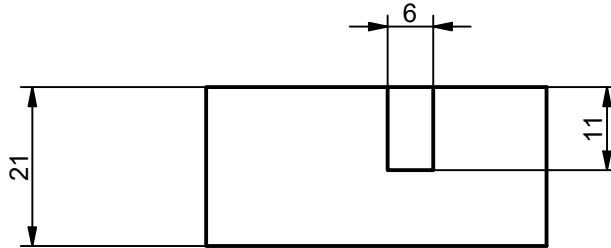
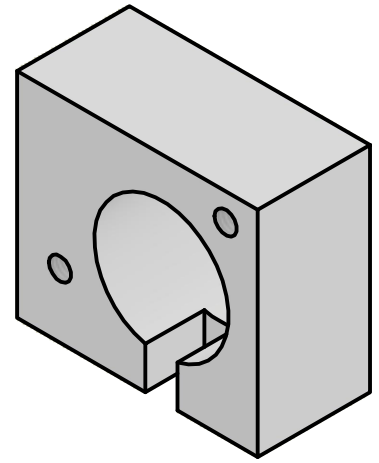
	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES UNIVERSIDAD DE JAÉN
DIBUJADO	01/02/2021	Fernando		
COMPROBADO	01/02/2021	Gallardo		
C. CALIDAD	01/02/2021	Fernández		
ESCALA 1:3	DESIGNACIÓN Casquillo Nylon			Nº DE PLANO 1 / 1
				SUSTITUYE A
				SUSTITUIDO POR



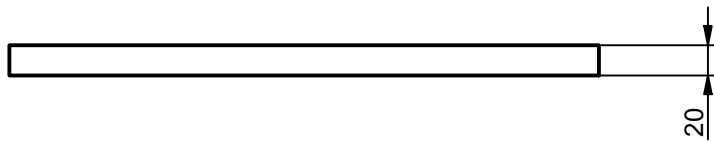
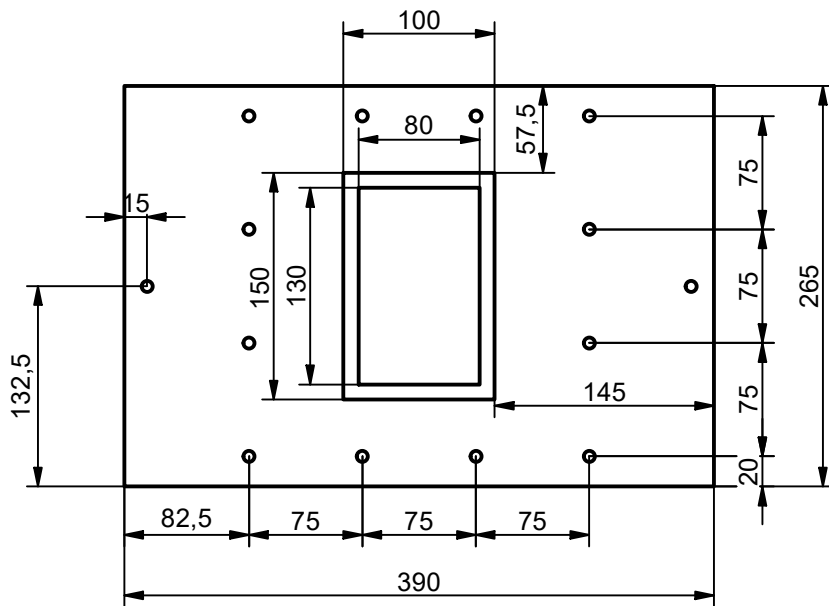
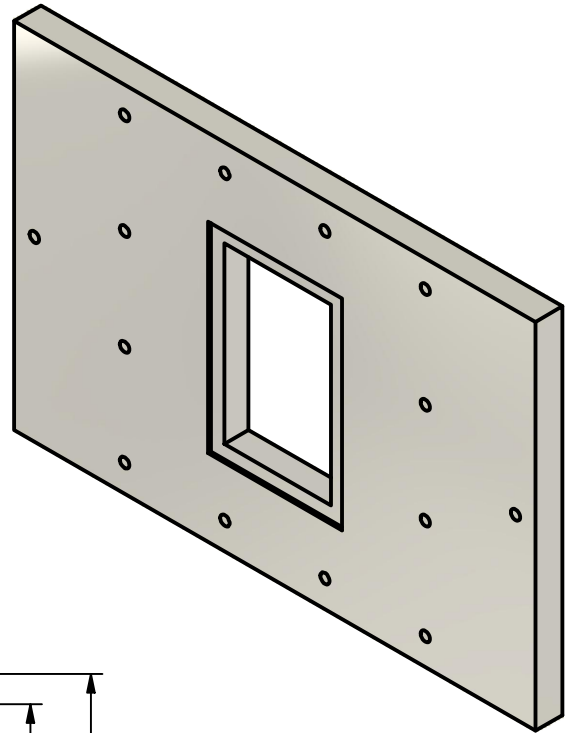
	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES UNIVERSIDAD DE JAÉN
DIBUJADO	01/02/2021	Fernando		
COMPROBADO	01/02/2021	Gallardo		
C. CALIDAD	01/02/2021	Fernández		
ESCALA 1:5	DESIGNACIÓN Cubierta cajetín eléctrico			Nº DE PLANO 1 / 1
				SUSTITUYE A
				SUSTITUIDO POR



	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES UNIVERSIDAD DE JAÉN
DIBUJADO	01/02/2021	Fernando		
COMPROBADO	01/02/2021	Gallardo		
C. CALIDAD	01/02/2021	Fernández		
ESCALA 1:3	DESIGNACIÓN Placa superior			Nº DE PLANO 1 / 1
				SUSTITUYE A
				SUSTITUIDO POR



	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES UNIVERSIDAD DE JAÉN
DIBUJADO	01/02/2021	Fernando		
COMPROBADO	01/02/2021	Gallardo		
C. CALIDAD	01/02/2021	Fernández		
ESCALA 1:1	DESIGNACIÓN Alojamiento electroimán			Nº DE PLANO 1 / 1
				SUSTITUYE A
				SUSTITUIDO POR



	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES UNIVERSIDAD DE JAÉN
DIBUJADO	01/02/2021	Fernando		
COMPROBADO	01/02/2021	Gallardo		
C. CALIDAD	01/02/2021	Fernández		
ESCALA 1:5	DESIGNACIÓN Placa alojamiento probeta			Nº DE PLANO 1 / 1
				SUSTITUYE A
				SUSTITUIDO POR



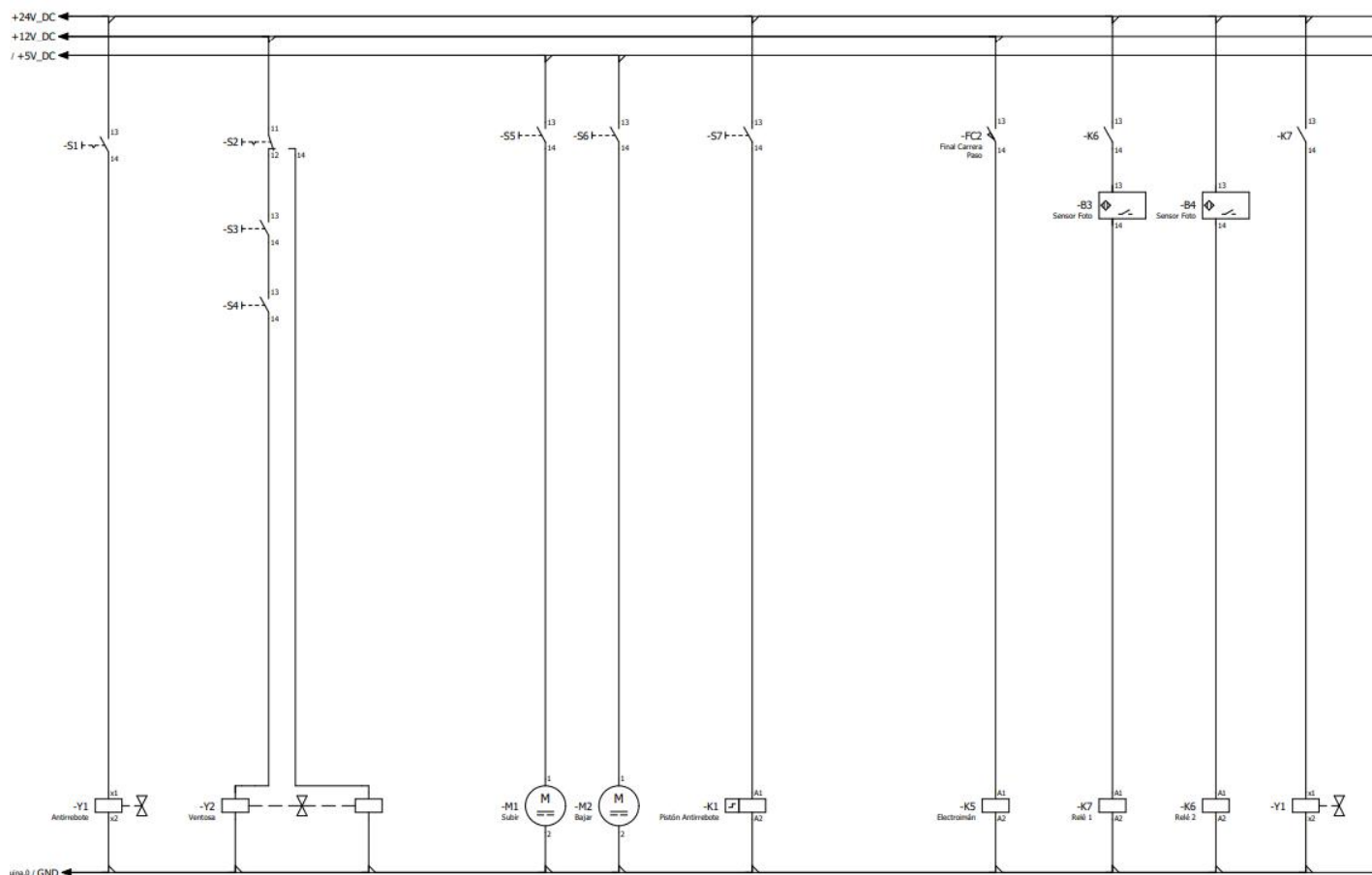
CAPÍTULO 6: ANEXOS



INSTRUCCIONES DE USO

Previo al arranque de la máquina se debe comprobar que se encuentre conectada a la red eléctrica y a una fuente de aire comprimido a una presión entre 2.5 y 8 bar.

0. En el momento inicial de la prueba la plataforma libre estará posicionada en la posición inferior, apoyada sobre los cilindros neumáticos. Se activará el interruptor manual de los cilindros neumáticos para tener acceso al portaprobetas.
1. Abrir la puerta frontal y colocar la probeta en su alojamiento, asegurando la fijación con las bridas rápidas.
2. Cerrar la puerta frontal
3. Descender la ventosa neumática hasta su colocación en el centrador de la plataforma libre. Una vez asegurada su posición, actuar el conmutador de la ventosa neumática.
4. Comenzar con la elevación, mediante los pulsadores indicados en la caja de mandos.
5. Una vez elevada la plataforma libre hasta la posición deseada, realizar un reset del sistema antirrebote asegurando su funcionamiento.
6. Para realizar el lanzamiento, girar el conmutador de la ventosa neumática y posteriormente accionar los pulsadores laterales.
7. Una vez actuado el sistema antirrebote, abrir la puerta frontal y retirar la probeta.



	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES UNIVERSIDAD DE JAÉN
DIBUJADO	01/02/2021	Fernando		
COMPROBADO	01/02/2021	Gallardo		
C. CALIDAD	01/02/2021	Fernández		
ESCALA	DESIGNACIÓN			Nº DE PLANO
	Esquema general máquina impacto			1 / 1
				SUSTITUYE A
				SUSTITUIDO POR

Ventosa magnética

Ø 16, Ø 25, Ø 32, Ø 50

Nuevo

RoHS

Atracción y sujeción de objetos pesados mediante un imán

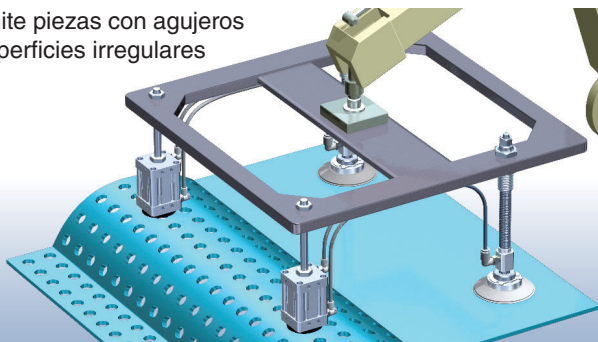
Fuerza de sujeción
Máx. 1000 N

(Ø 50, grosor de la placa 6 mm)



Transfiere placas de acero sin necesidad de vacío

Admite piezas con agujeros y superficies irregulares



Prevención de caída

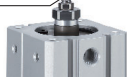
Sujeta las piezas incluso con el aire desconectado

Posibilidad de montar detectores magnéticos en 2 superficies.

Posibilidad de ajustar la fuerza de sujeción (fuerza de atracción).

Fuerza de atracción: pequeña

Tornillo de ajuste para regular la fuerza de sujeción

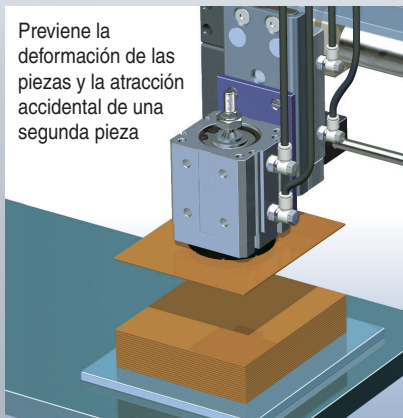


Fuerza de atracción: grande



Modelo con fuerza de sujeción ajustable

Previene la deformación de las piezas y la atracción accidental de una segunda pieza



Serie **MHM**

SVC

CAT.EUS100-131A-ES

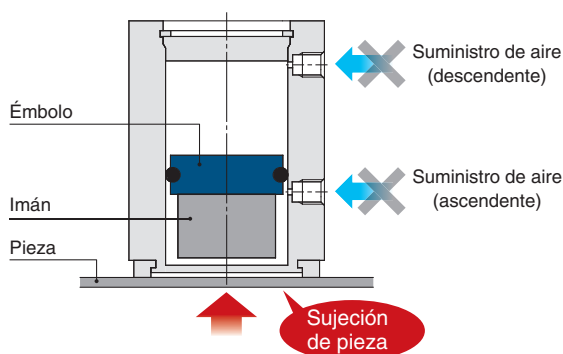
Compacta con gran fuerza de sujeción

Diámetro	Ø 16	Ø 25	Ø 32	Ø 50
Profundidad [mm]	30	40	52	70
Anchura [mm]	30	40	50	68
Altura [mm]	40	52	63	80
Máx. fuerza de sujeción [N] (Grosor de la pieza [mm])*1	50 (6)	200 (6)	500 (6)	1000 (6)

*1 Fuerza de sujeción teórica (valor de referencia) cuando toda la superficie de atracción sujeta una placa de acero de bajo carbono

Prevención de caída

Sujeta las piezas incluso con el aire desconectado

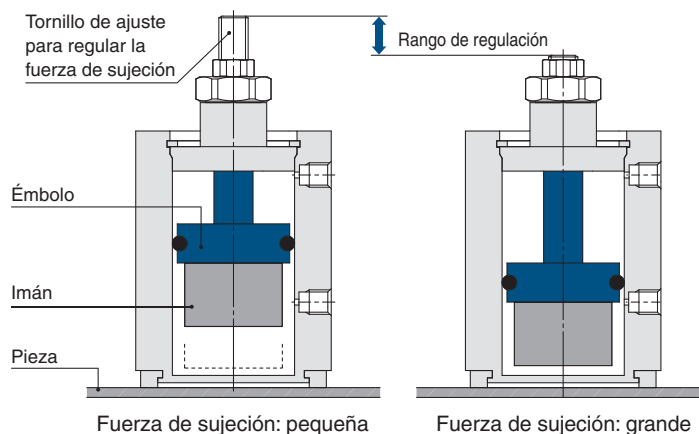


Posibilidad de ajustar la fuerza de sujeción modificando la distancia entre el imán y la pieza.

Diámetro	Ø 16	Ø 25	Ø 32	Ø 50
Fuerza de sujeción*1 [N]	10 a 50	70 a 200	190 a 500	230 a 1000
Rango de ajuste de altura [mm]	5	5	5	5
Grosor de la pieza [mm]	6	6	6	6

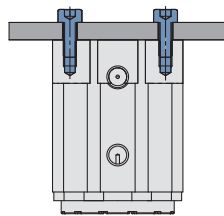
*1 Fuerza de sujeción teórica (valor de referencia) cuando toda la superficie de atracción sujeta una placa de acero de bajo carbono

* Consulta el método de ajuste de la fuerza de sujeción en la página 11.

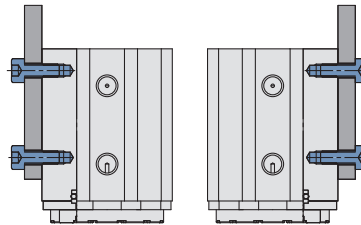


Montaje

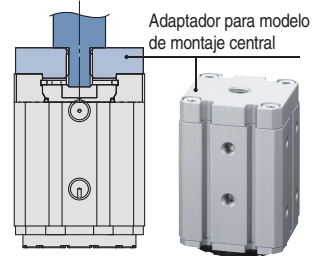
Montaje axial
(roscado en el cuerpo)



Montaje lateral



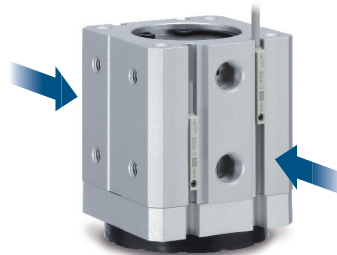
Montaje axial
(modelo de montaje central)



Adaptador para modelo de montaje central



Posibilidad de montar detectores magnéticos en 2 superficies.



Detector magnético resistente a campos magnéticos
D-P3DWA

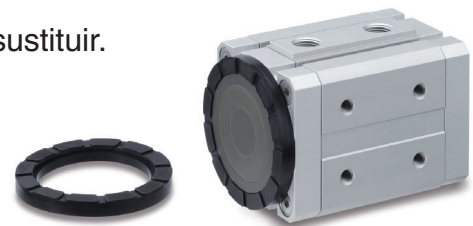


Detector magnético pequeño
D-M9

Anillo elástico

(Anillo para amortiguar el impacto que se produce al entrar en contacto con la pieza)

Los anillos elásticos se pueden sustituir.



Contenido

Selección del modelo.....	p. 3	Ajuste de la fuerza de sujeción.....	p. 11
Forma de pedido.....	p. 5	Montaje de detectores magnéticos.....	p. 12
Especificaciones.....	p. 6	Antes del uso.....	p. 15
Peso.....	p. 6	Precauciones específicas del producto.....	p. 16
Refs.....	p. 6		
Dimensiones MHM-16D.....	p. 7		
MHM-25D.....	p. 8		
MHM-32D.....	p. 9		
MHM-50D.....	p. 10		

Serie *MHM*

Selección del modelo

Procedimiento de selección

Paso 1 Comprueba las condiciones de sujeción.

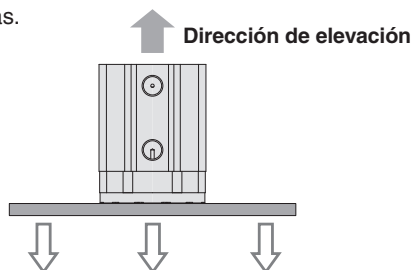
Paso 2 Calcula la fuerza de sujeción requerida.

Paso 3 Selecciona el modelo a partir de la gráfica de la fuerza de sujeción.

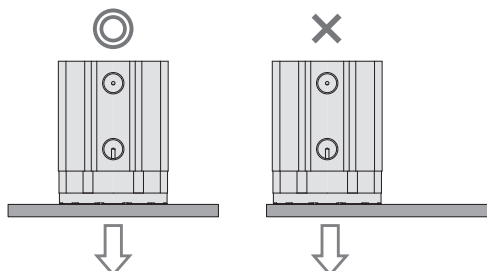
Paso 1 Comprueba las condiciones de sujeción.

Analiza cuidadosamente el equilibrio de la pieza para seleccionar la posición de sujeción, orientación y número de ventosas magnéticas correctos.

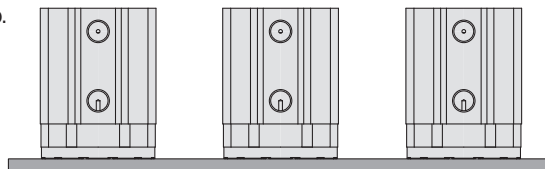
- A la hora de elevar piezas verticalmente, asegúrate de tener en cuenta el índice de aceleración, la presión del aire, el impacto, etc., además de la masa de las piezas.



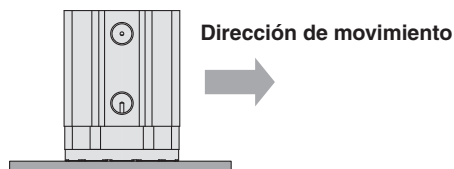
- Ten en cuenta el centro de gravedad de la pieza para evitar en la medida de lo posible que se apliquen momentos a la ventosa magnética.



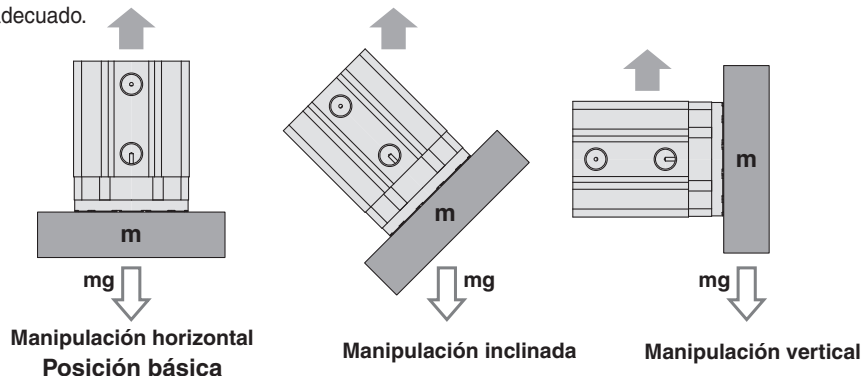
- Si se utilizan varias ventosas magnéticas para trasladar una pieza con una gran superficie, coloca las ventosas magnéticas de forma adecuada para mantener el equilibrio.



- Un movimiento horizontal de la ventosa magnética puede provocar un deslizamiento de la pieza en función de la aceleración o el coeficiente de fricción entre el anillo elástico y la pieza. Por esta razón, debe minimizarse el índice de aceleración del movimiento lateral.



- Utiliza la ventosa magnética para la manipulación horizontal. Para manipulaciones inclinadas o verticales, debe tenerse en cuenta el factor de seguridad adecuado.



- Las piezas finas pueden deformarse durante el transporte. En este tipo de casos, se recomienda utilizar varias ventosas magnéticas.

Procedimiento de selección

Paso 2 [Modelo básico] Calcula la fuerza de sujeción requerida.

$$W = S \frac{mg}{n}$$

W: fuerza de sujeción requerida

n : número de ventosas magnéticas [uds.]

m: masa de la pieza [kg]

g : aceleración gravitacional [= 9.8 m/s²]

S: factor de seguridad Elevación horizontal: 4 o más

Al utilizar el modelo con fuerza de sujeción ajustable, asegúrate de que hay una fuerza de sujeción suficiente para evitar que la pieza no se desprenda ni se deslice lateralmente.

Ejemplo de selección

Masa de la pieza: **m = 5 kg**

Número de ventosas magnéticas: **n = 2 uds.**

Superficie de atracción orientada hacia abajo (**S = 4**)

Fuerza de sujeción requerida: **W = 4 x $\frac{5 \times 9.8}{2}$ = 98 N**

Modelo básico

Grosor de placa de la pieza: **t = 2 mm** (suponiendo que se trata de una placa plana sin orificios)

Para aquellos modelos en que **F** es superior a **W** según la gráfica de la fuerza de sujeción: **MHM-25D**

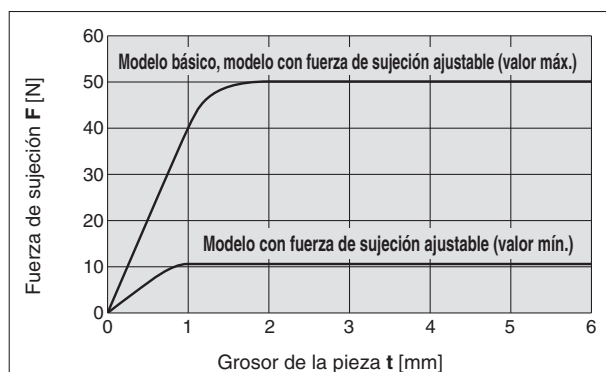
Si la pieza se ve sometida a fuerzas de aceleración elevadas, se recomienda aumentar el diámetro.

Paso 3 Selección del modelo

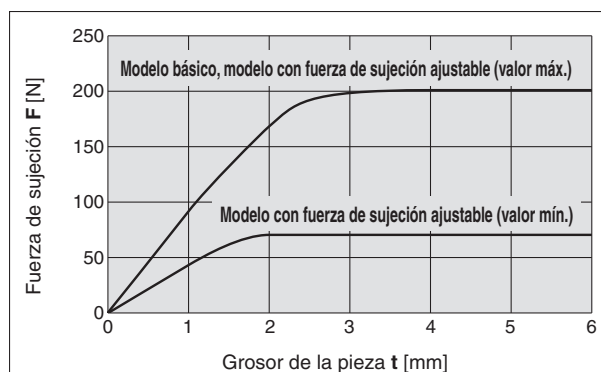
Consultando la gráfica de la fuerza de sujeción teórica, selecciona los modelos en los que **F** es superior a **W**.

La gráfica de la fuerza de sujeción muestra el valor teórico para una placa de acero de bajo carbono. Las fuerzas de sujeción varían en función del material y la forma de la pieza. Deberás realizar una prueba de sujeción con el valor seleccionado en base al gráfico.

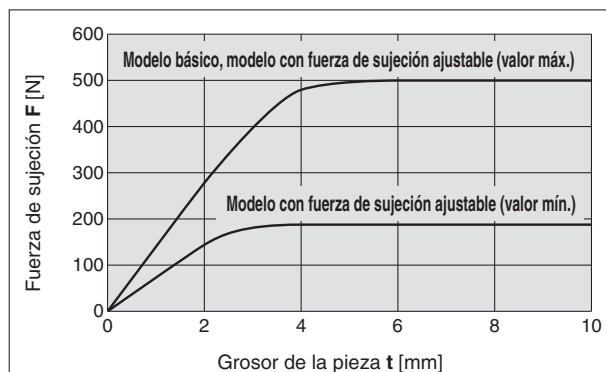
MHM-16



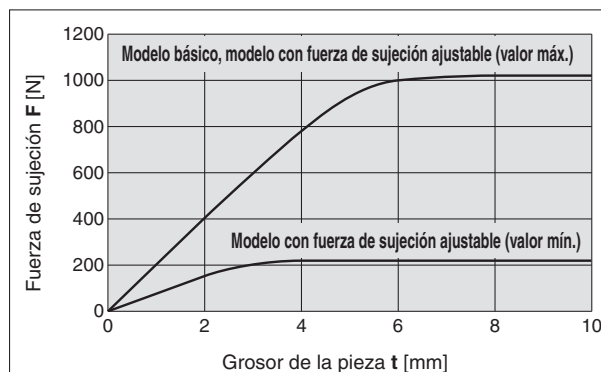
MHM-25



MHM-32



MHM-50



Ventosa magnética

Serie *MHM*

Ø 16, Ø 25, Ø 32, Ø 50

RoHS

Forma de pedido

MHM - 32 D 1 - M9BW

Diámetro

16	16 mm
25	25 mm
32	32 mm
50	50 mm

N.º de detectores magnéticos

—	2
S	1
n	n

Actuación: doble efecto

Detector magnético

—	Sin detector magnético
---	------------------------

Tipo de cuerpo

—	Modelo básico
1	Modelo con fuerza de sujeción ajustable
2	Modelo de montaje central

* Consulta los modelos de detectores magnéticos aplicables en la tabla inferior.

Detectores magnéticos aplicables/Consulta más información acerca de los detectores magnéticos en el **catálogo Web**.

Detectores magnéticos pequeños

Tipo	Funcionamiento especial	Entrada eléctrica	LED indicador	Cableado (Salida)	Tensión de carga		Modelo de detector magnético		Longitud de cable [m]				Conector precableado	Carga aplicable		
					DC		AC	Perpendicular	En línea	0.5 (—)	1 (M)	3 (L)				5 (Z)
Detector magnético de estado sólido	—	Salida directa a cable	Sí	3 hilos (NPN)	24 V	5 V, 12 V	—	M9NV	M9N	●	●	●	○	○	Circuito IC	Relé, PLC
				3 hilos (PNP)				M9PV	M9P	●	●	●	○	○		
				2 hilos				M9BV	M9B	●	●	●	○	○		
	Indicación de diagnóstico (indicación en 2 colores)			3 hilos (NPN)	5 V, 12 V	M9NWV		M9NW	●	●	●	○	○	Circuito IC		
				3 hilos (PNP)		M9PWV		M9PW	●	●	●	○	○			
				2 hilos		M9BWV		M9BW	●	●	●	○	○			
	Resistente al agua (indicación en 2 colores)			3 hilos (NPN)	5 V, 12 V	M9NAV*1		M9NA*1	○	○	●	○	○	Circuito IC		
				3 hilos (PNP)		M9PAV*1		M9PA*1	○	○	●	○	○			
				2 hilos		M9BAV*1		M9BA*1	○	○	●	○	○			

*1 Pueden montarse detectores magnéticos resistentes al agua en los modelos anteriores, si bien en ese caso SMC no puede garantizar la resistencia al agua. Contacta con SMC para informarte acerca de los productos resistentes al agua.

* Símbolos de la longitud de cable: 0.5 m..... — (Ejemplo) M9NW * Los detectores magnéticos de estado sólido marcados con «○» se fabrican bajo demanda.
 1 m..... M (Ejemplo) M9NWM * Los detectores magnéticos se envían junto con el producto, pero sin montar.
 3 m..... L (Ejemplo) M9NWL
 5 m..... Z (Ejemplo) M9NWZ

Detectores magnéticos resistentes a campos magnéticos

Tipo	Modelo de detector magnético	Campo magnético aplicable	Entrada eléctrica	LED indicador	Cableado (Nº de pin en uso)	Tensión de carga	Longitud de cable	Carga aplicable
Detector magnético de estado sólido	P3DWA	Campo magnético AC (campo magnético de soldadura AC monofásica)	Salida directa a cable	2 colores	2 hilos	24 VDC	0.5 m	Relé, PLC
	P3DWAL						3 m	
	P3DWAZ		Conector precableado		2 hilos (3–4)		5 m	
	P3DWASC				2 hilos (1–4)		0.3 m	
	P3DWASE							

Características técnicas



Modelo de montaje central

Modelo básico



Modelo con fuerza de sujeción ajustable

Diámetro [mm]		16	25	32	50
Conexión		M5 x 0.8		Rc1/8	
Fluido		Aire			
Acción		Doble efecto			
Presión de trabajo	Grosor de la pieza ≤ 2 mm	0.2 a 0.6 MPa			
	Grosor de la pieza > 2 mm	0.2 a 0.6 MPa		0.35 a 0.6 MPa	
Presión de prueba		0.9 MPa			
Temperaturas ambiente y de fluido		-10 to 60 °C (sin congelación)			
Fuerza de sujeción*1	Grosor de la pieza: 2 mm	50 N	160 N	250 N	400 N
	Grosor de la pieza: 6 mm	50 N	200 N	500 N	1000 N
Fuerza de sujeción residual		0.3 N o menos			
Lubricación		No requerida			

*1 Fuerza de sujeción teórica (valor de referencia) cuando toda la superficie de atracción sujeta una placa de acero de bajo carbono

Peso

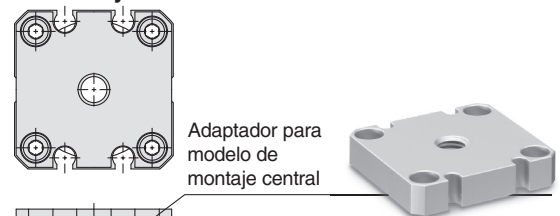
(Unidad: g)

Diámetro [mm]	16	25	32	50
Modelo básico	104	244	483	1110
Modelo con fuerza de sujeción ajustable	107	267	501	1230
Modelo de montaje central	119	283	559	1270

Refs.

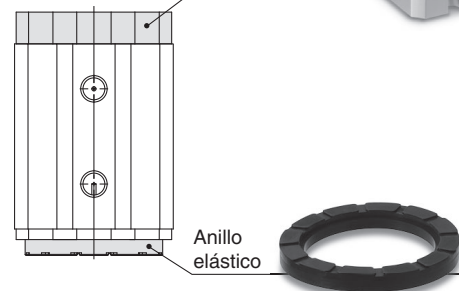
Adaptador para modelo de montaje central

Diámetro [mm]	Referencia
16	MHM-A1612
25	MHM-A2512
32	MHM-A3212
50	MHM-A5012



Ventosa

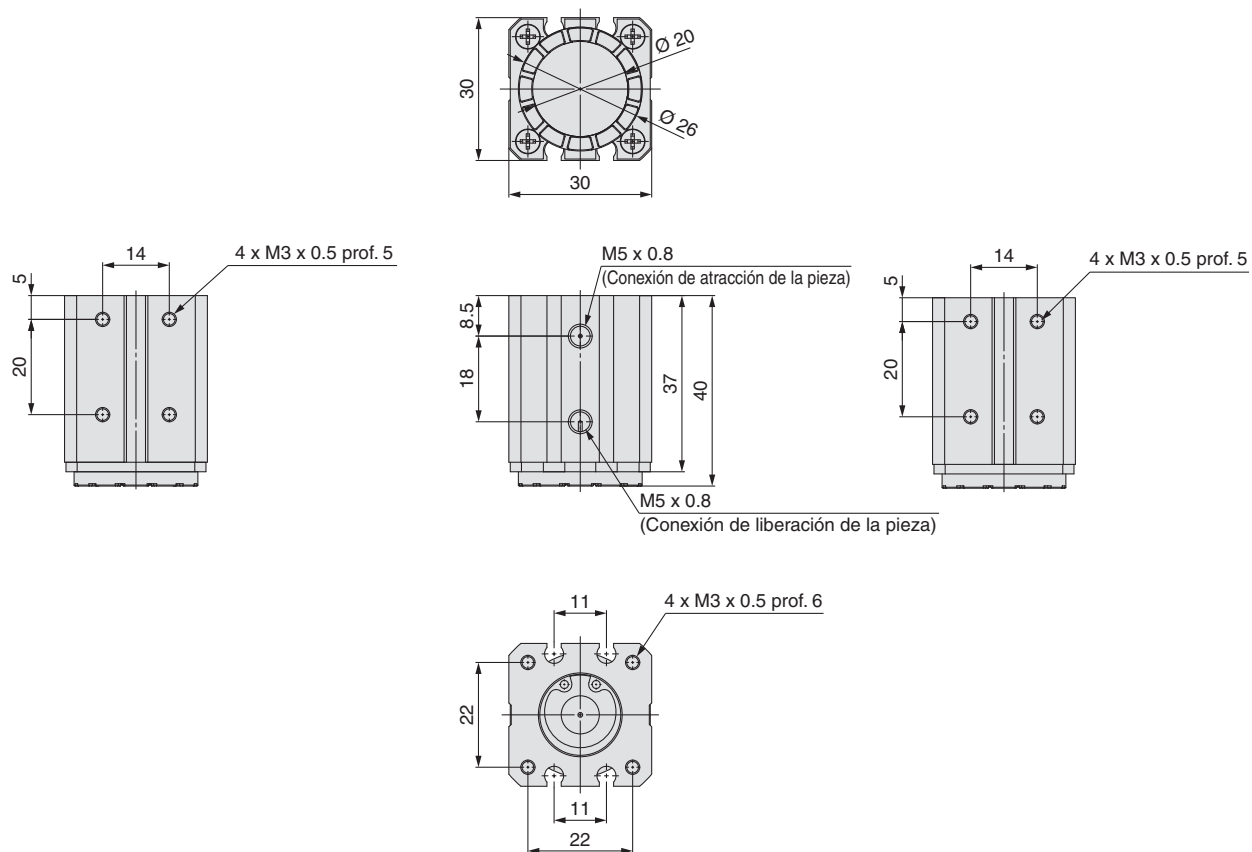
Diámetro [mm]	Referencia
16	MHM-A1613
25	MHM-A2513
32	MHM-A3213
50	MHM-A5013



Dimensiones: **MHM-16D**

MHM-16D

Modelo básico

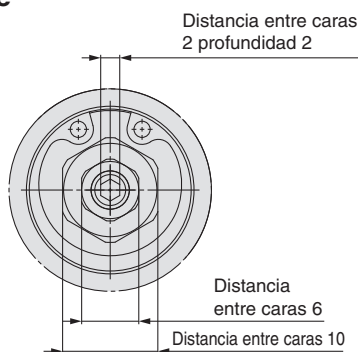
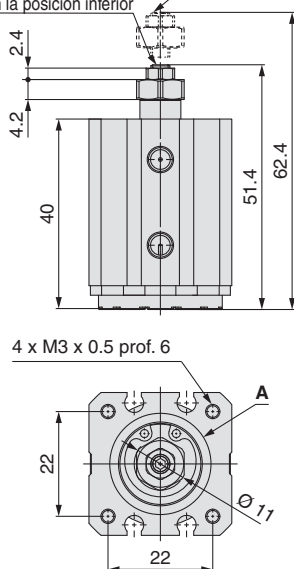


MHM-16D1

Modelo con fuerza de sujeción ajustable

El émbolo está en la posición superior

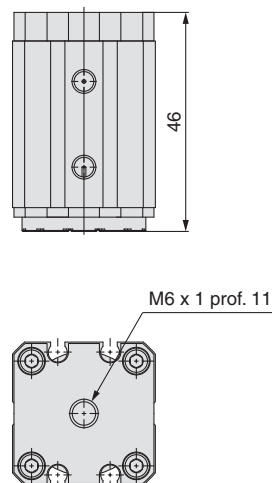
El émbolo está en la posición inferior



Detalle de sección A

MHM-16D2

Modelo de montaje central

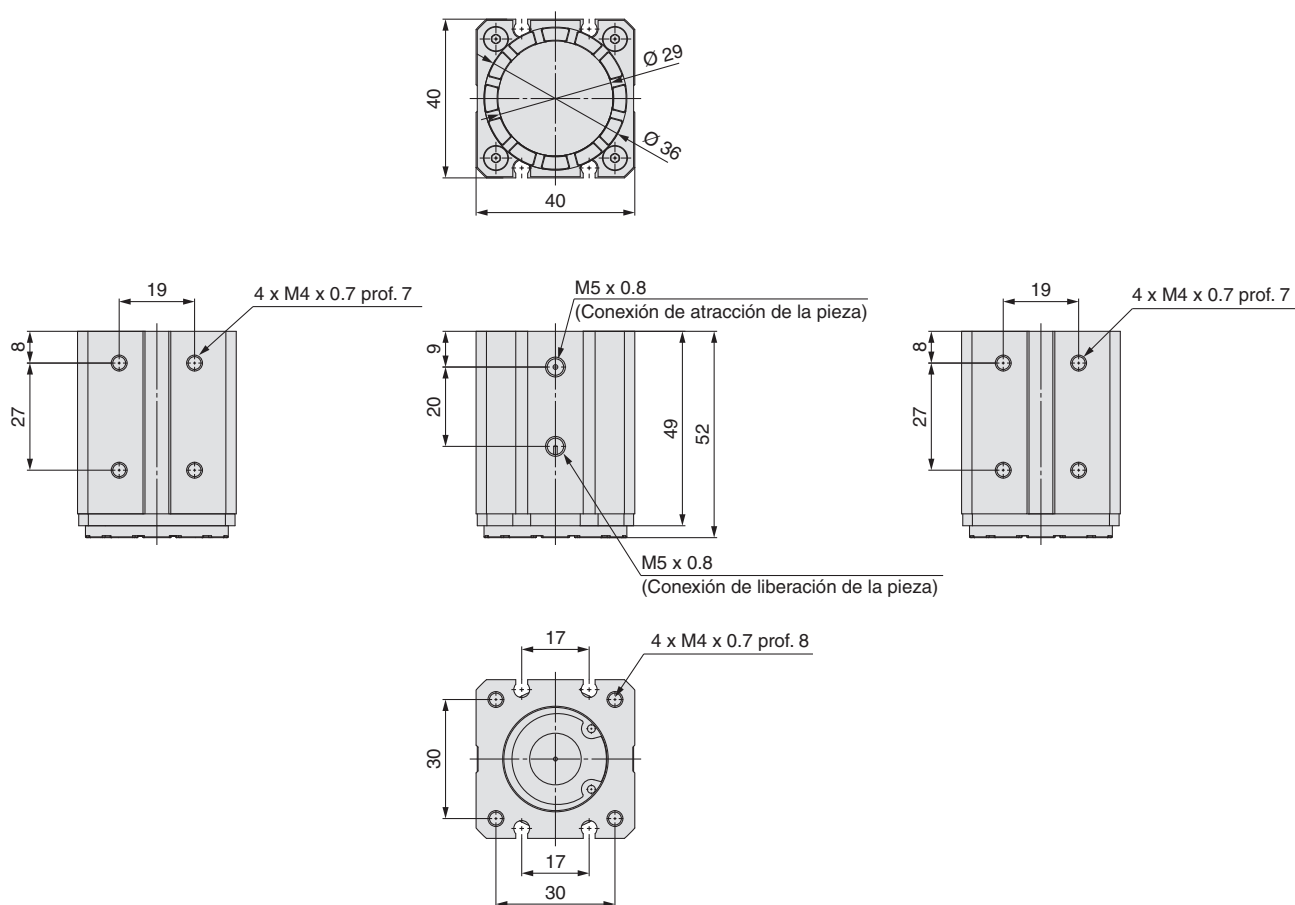


* Consulta el método de ajuste de la fuerza de sujeción en la página 11.

Dimensiones: **MHM-25D**

MHM-25D

Modelo básico

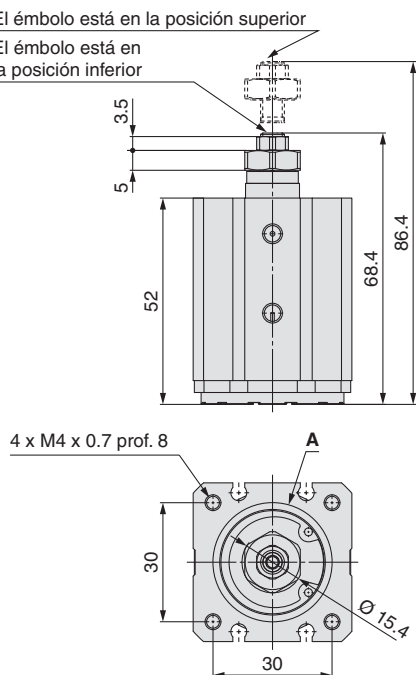


MHM-25D1

Modelo con fuerza de sujeción ajustable

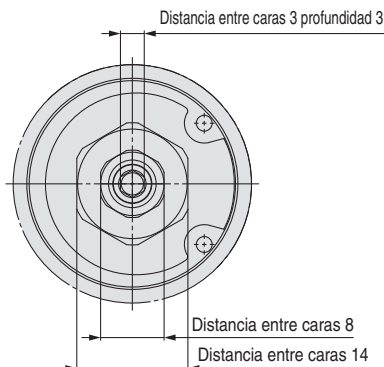
El émbolo está en la posición superior

El émbolo está en la posición inferior

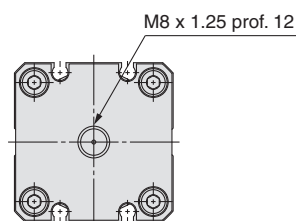
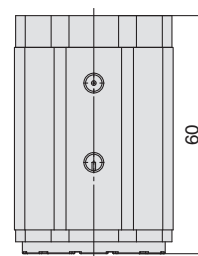


MHM-25D2

Modelo de montaje central



Detalle de sección A

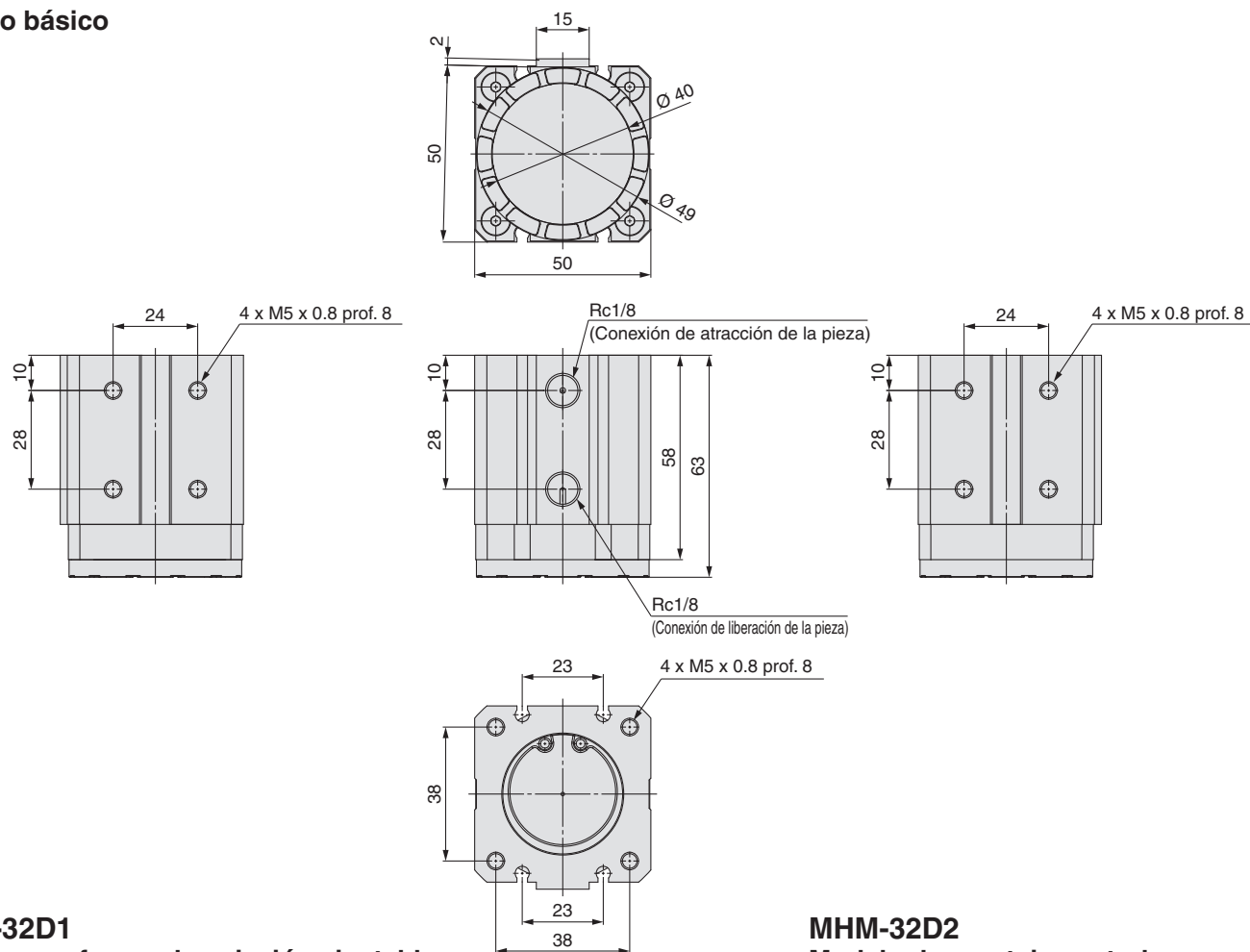


* Consulta el método de ajuste de la fuerza de sujeción en la página 11.

Dimensiones: **MHM-32D**

MHM-32D

Modelo básico

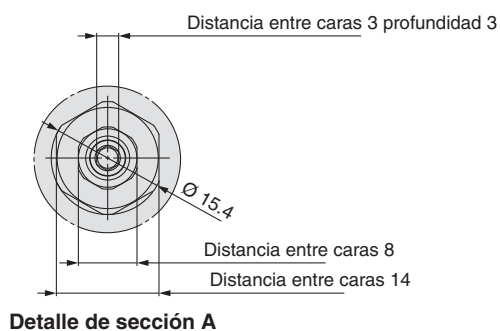
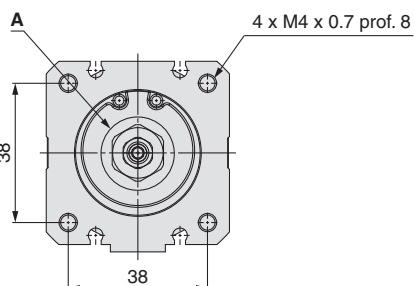
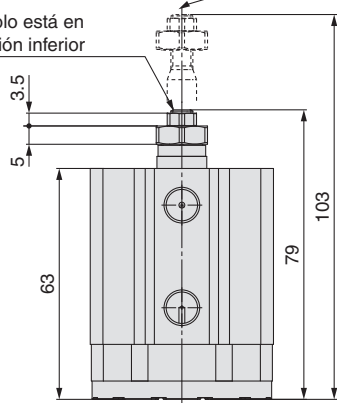


MHM-32D1

Modelo con fuerza de sujeción ajustable

El émbolo está en la posición superior

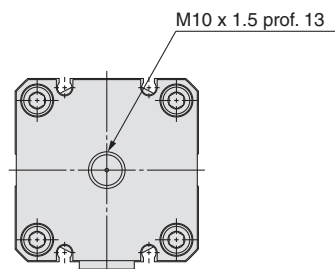
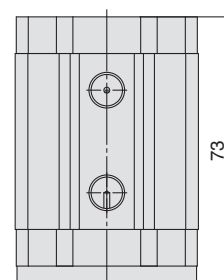
El émbolo está en la posición inferior



Detalle de sección A

MHM-32D2

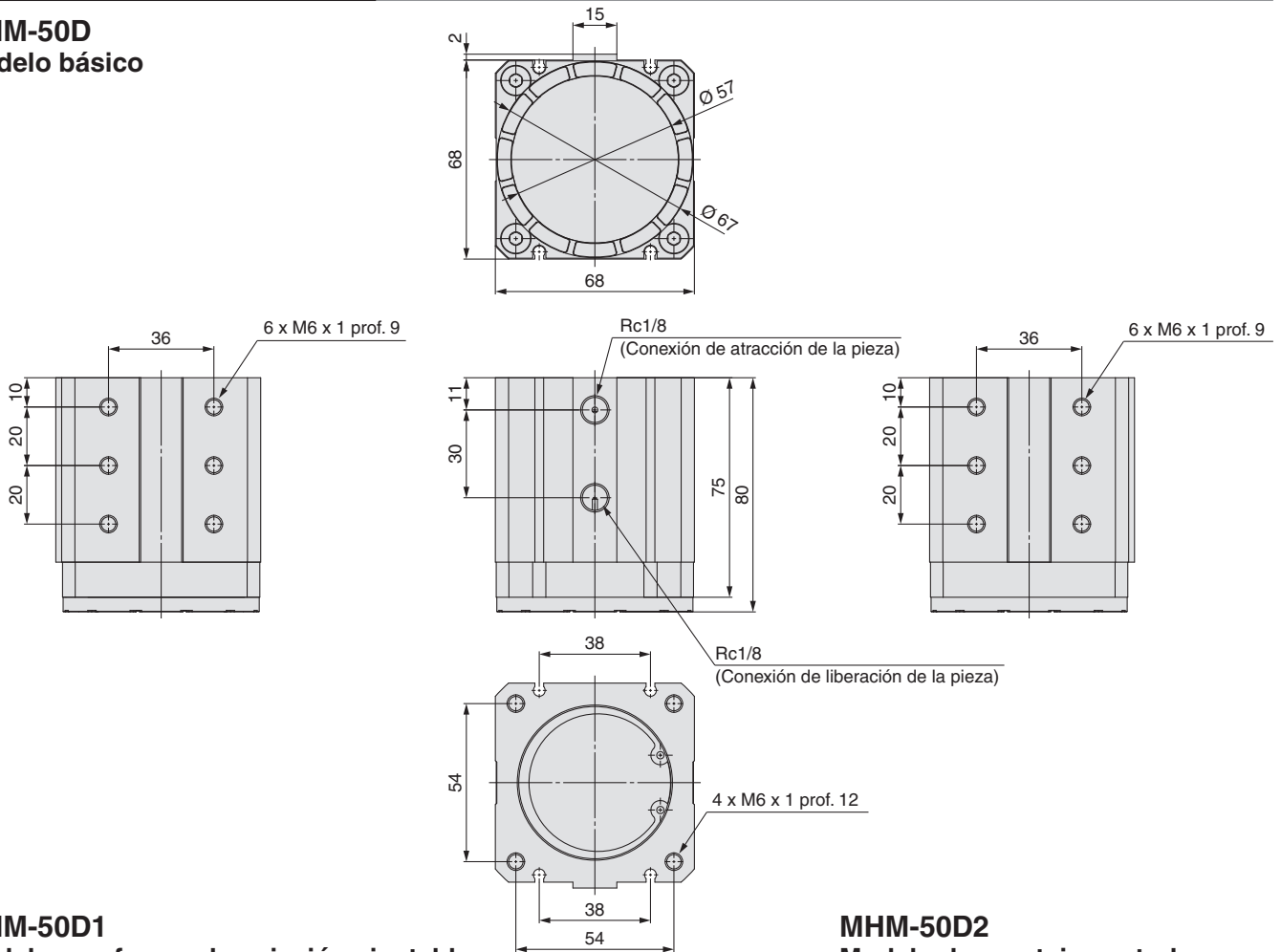
Modelo de montaje central



* Consulta el método de ajuste de la fuerza de sujeción en la página 11.

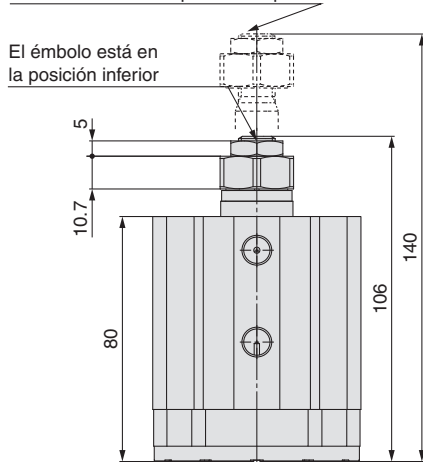
Dimensiones: **MHM-50D**

MHM-50D Modelo básico

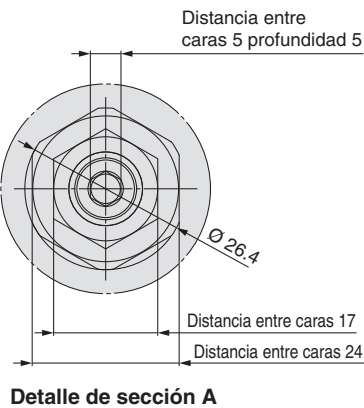
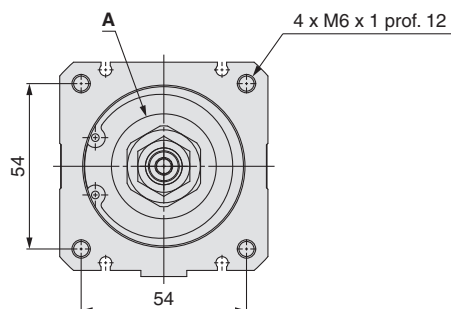


MHM-50D1 Modelo con fuerza de sujeción ajustable

El émbolo está en la posición superior

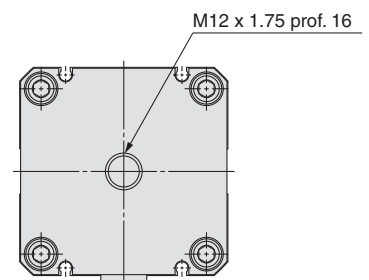
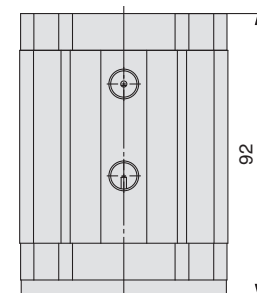


El émbolo está en la posición inferior



Detalle de sección A

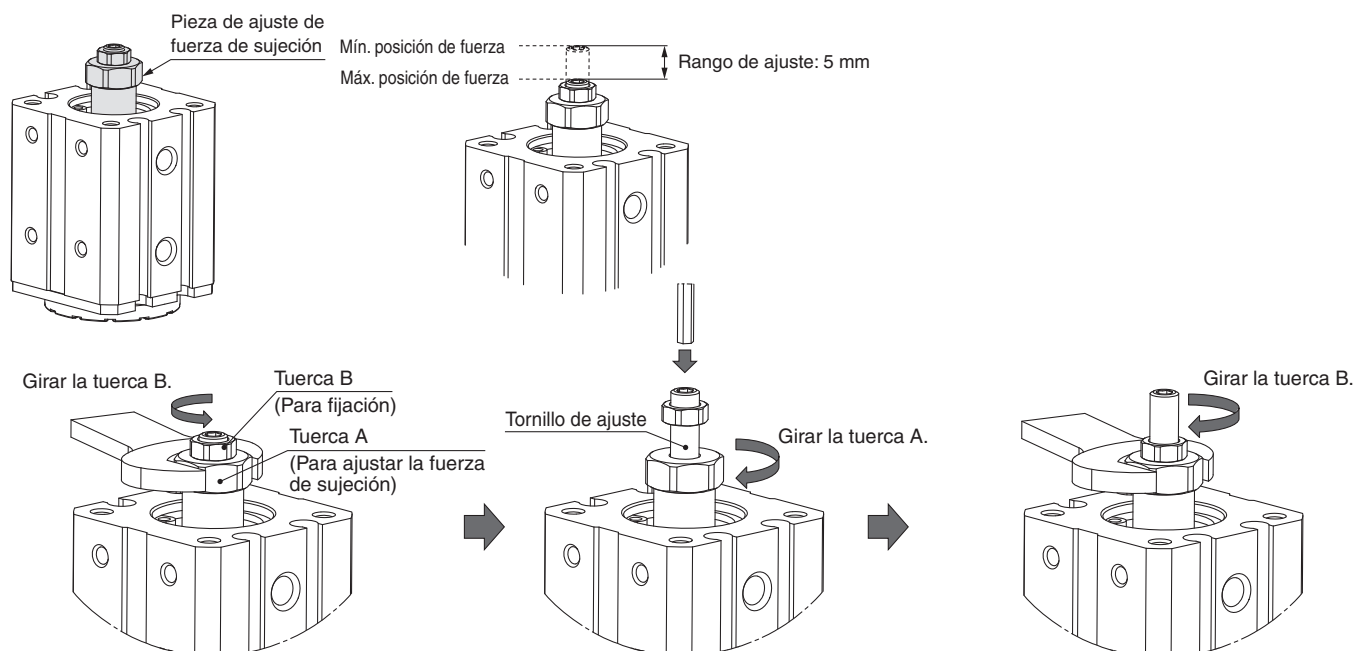
MHM-50D2 Modelo de montaje central



* Consulta el método de ajuste de la fuerza de sujeción en la página 11.

Ajuste de la fuerza de sujeción

Ajuste de la fuerza de sujeción



1. Gira la tuerca B para aflojarla mientras sujetas la tuerca A (las tuercas están apretadas a un par específico alrededor de la posición de fuerza de sujeción máxima (ajuste cero)).
2. Sujeta el tornillo de ajuste al tiempo que sujetas la pieza. Gira la tuerca A para ajustar la fuerza de sujeción.
3. Gira la tuerca B para apretarla al par especificado mientras sujetas la tuerca A.

Modelo	Distancia entre caras			Par de apriete para tuerca B [N·m]	Rango de ajuste de fuerza de sujeción
	Tornillo de ajuste	Tuerca A	Tuerca B		
MHM-16D1	2	10	6	1.5	5
MHM-25D1	3	14	8	5.2	5
MHM-32D1	3	14	8	5.2	5
MHM-50D1	5	24	17	42	5

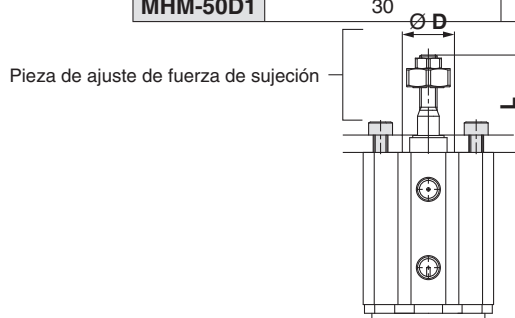
Precauciones

⚠ Precaución

1. No apliques fuerzas externas a la pieza de ajuste de fuerza de sujeción para ningún propósito distinto al de regular la fuerza de sujeción.
No fijas la pieza de ajuste de fuerza de sujeción a la parte exterior ni trates de girarla.
2. Adopta las medidas de seguridad pertinentes al realizar el ajuste de la fuerza de sujeción. La pieza podría caerse.

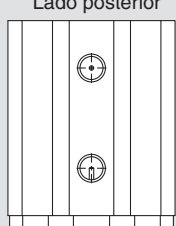
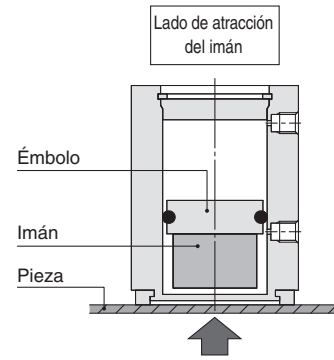
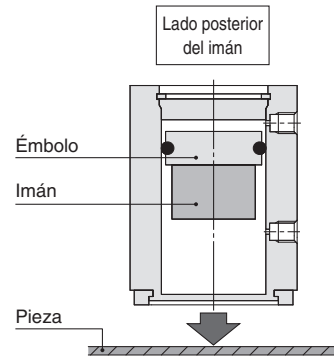
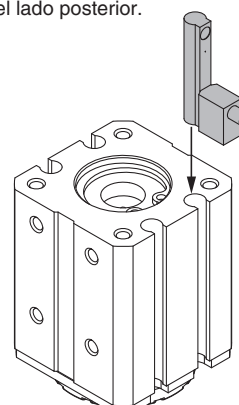
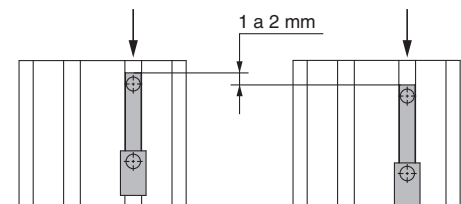
3. Para el montaje vertical del modelo con fuerza de sujeción ajustable, mantén el espacio que se muestra más abajo alrededor de la pieza de ajuste de fuerza de sujeción.

Modelo	Diámetro de orificio requerido Ø D [mm]	Longitud requerida L [mm]
MHM-16D1	14	25
MHM-25D1	19	37
MHM-32D1	19	43
MHM-50D1	30	63



Montaje de detectores magnéticos

Ajuste de posición de montaje del detector magnético

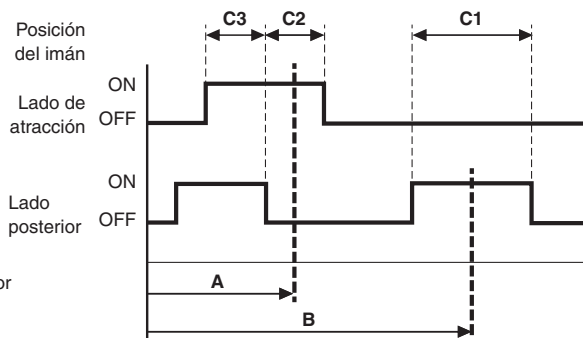
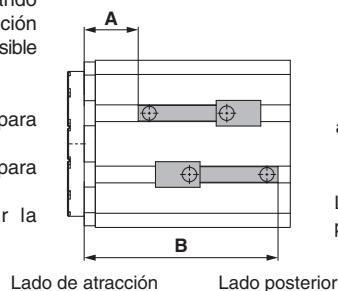
Ejemplo de detección	① Detecta la posición del imán para sujetar la pieza.	② Detecta la posición del imán para soltar la pieza.
Posición que hay que detectar  Lado posterior Lado de atracción	 Lado de atracción del imán Émbolo Imán Pieza	 Lado posterior del imán Émbolo Imán Pieza
Cómo determinar la posición de instalación del detector magnético Conecta el detector magnético a una fuente de alimentación y sigue las instrucciones.	Paso 1) Sujeta la pieza.	Paso 1) Suelta la pieza.
	Paso 2) Introduce el detector magnético en la ranura para detectores magnéticos del lado posterior. 	
	Paso 3) Desliza el detector magnético en la dirección de la flecha hasta que el LED indicador se encienda y fíjalo en una posición de 1 a 2 mm más allá del punto en el que el LED indicador se enciende (en la dirección de la flecha).  Posición en la que el LED se ilumina Posición que hay que asegurar	

* El detector magnético reacciona en 2 puntos cuando el imán se encuentra en el lado posterior (liberación de la pieza). En la zona C3 de la gráfica, no es posible detectar la posición del imán.

C1: Zona de detección de la posición del imán para liberación de la pieza

C2: Zona de detección de la posición del imán para sujeción de la pieza

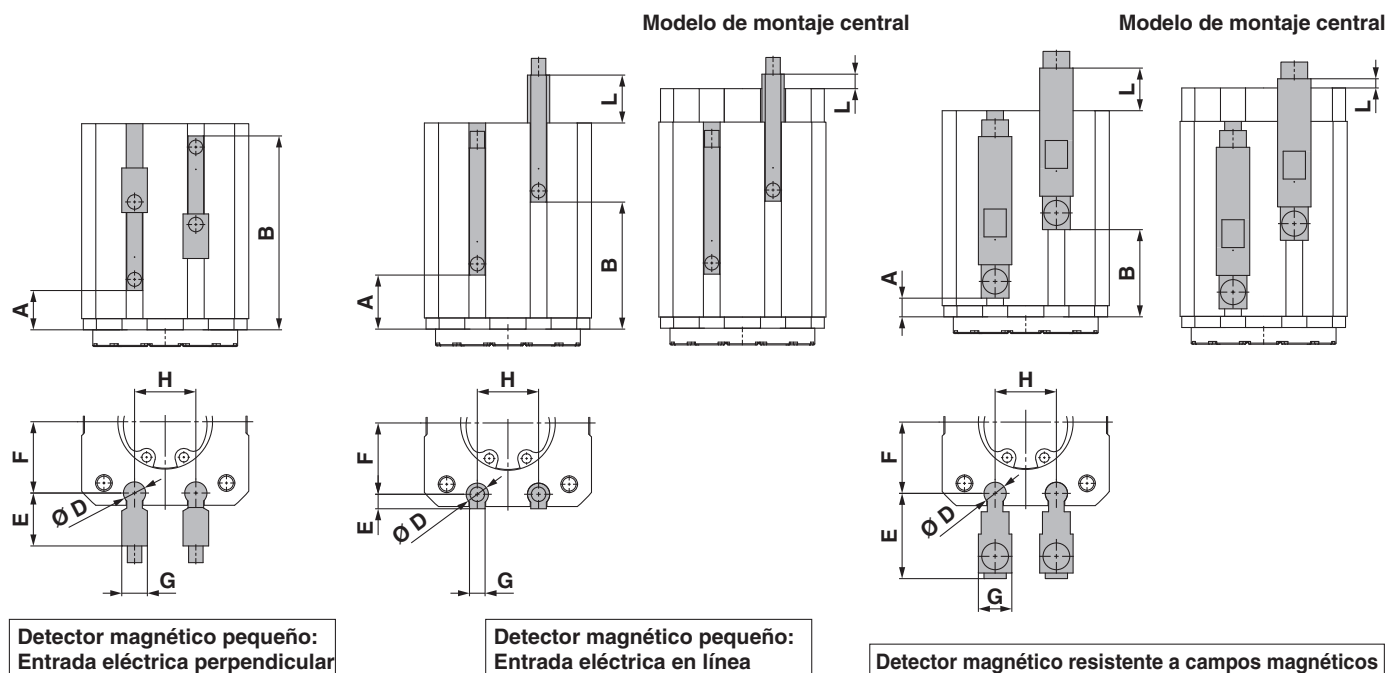
C3: Zona en la que no es posible detectar la posición del imán



Posición de montaje y método de montaje del detector magnético

La siguiente tabla muestra las posiciones de montaje y las dimensiones del detector magnético.

Algunos detectores magnéticos pueden sobresalir de la superficie final del cuerpo. Consulta el espacio en la siguiente tabla.

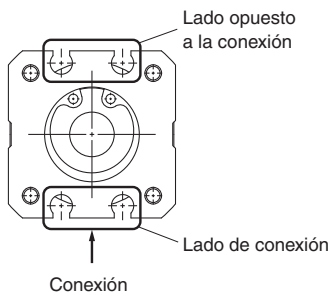


Modelo	Tipo de cuerpo	D-M9□V D-M9□WV D-M9□AV				D-M9□ D-M9□W D-M9□A					D-P3DWA□					Común		
		A	B	E	G	A	B	E	G	L	A	B	E	G	L	D	F	H
MHM-16	Modelo básico	9.1	32.6	9.5	4.6	9.1	20.6	2.6	2.8	5.6	4.6	16.1	14.3	6	8.1	12.8	11	
	Modelo con fuerza de sujeción ajustable	*1				*1					*1				2.1			
	Modelo de montaje central	9.1				9.1					—				4.6			2.1
MHM-25	Modelo básico	14.6	43.6			14.6	31.6			4.6	10.1	27.1			7.1	17.5	17	
	Modelo con fuerza de sujeción ajustable	*1				*1				*1	2.1							
	Modelo de montaje central	14.6				14.6				—	10.1				—			
MHM-32	Modelo básico	19	51.8			19	39.8			3.8	14.5	35.3			6.3	22.5	23	
	Modelo con fuerza de sujeción ajustable	*1				*1				*1	—							
	Modelo de montaje central	19				19				—	14.5				—			
MHM-50	Modelo básico	27.2	66.2			27.2	54.2			1.2	22.7	49.7			3.7	31.5	38	
	Modelo con fuerza de sujeción ajustable	*1				*1				*1	—							
	Modelo de montaje central	27.2				27.2				—	22.7				—			

*1 Al detectar la posición del imán para sujetar una pieza con el modelo con fuerza de sujeción ajustable, debe modificarse la posición de montaje del detector magnético en función del nivel de ajuste de la fuerza de sujeción.

* Las dimensiones anteriores se suministran únicamente como referencia. Mantén una separación de 1 mm o más entre el detector magnético y el equipo periférico para evitar cualquier tipo de interferencia.

* Al montar los detectores magnéticos D-M9□ (W o A) V y D-P3DWA□ en la MHM-16D□, móntalos en la ranura situada en el lado opuesto de la conexión para evitar que se produzcan interferencias entre el racor y el regulador de caudal.



Método de montaje del detector magnético

1. Montaje de detectores magnéticos

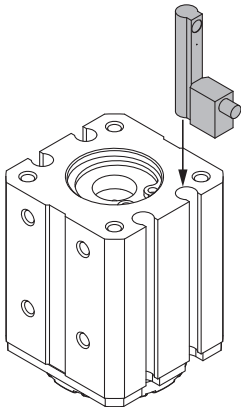
Para apretar el tornillo de montaje del detector magnético (incluido con el detector magnético), usa un destornillador de relojero con un diámetro de mango de 5 a 6 mm.

Par de apriete del tornillo de montaje del detector magnético [N·m]

Modelo de detector magnético	Par de apriete
D-M9□(V) D-M9□W(V) D-M9□A(V) D-P3DWA□	0.05 a 0.15

El LED indicador puede encenderse cuando la punta del destornillador está cerca del tornillo de montaje del detector magnético. No se trata de un fallo.

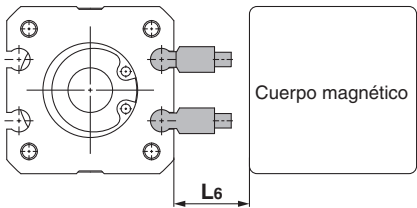
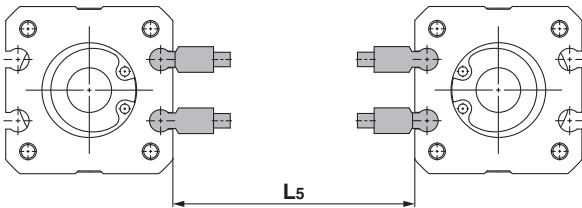
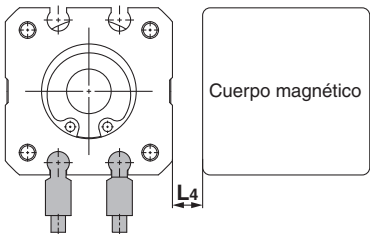
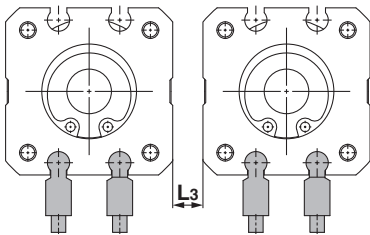
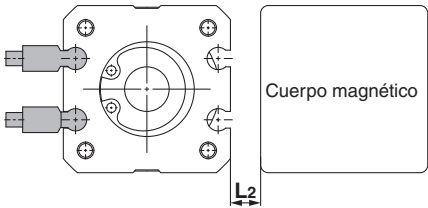
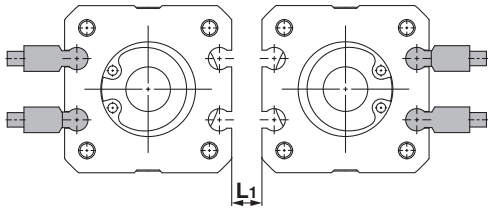
Mantén el destornillador alejado del detector magnético al buscar la posición de montaje del detector magnético en la que funciona correctamente.



2. Al colocar las ventosas magnéticas una al lado de otra o cerca de objetos magnéticos (como hierro), deja un espacio de una anchura superior a los valores indicados en la tabla.

Espacio requerido [mm]

Modelo	L1	L2	L3	L4	L5	L6
MHM-16D□	1	1	1	1	16	5
MHM-25D□					36	34
MHM-32D□					50	24
MHM-50D□			23	25	80	41

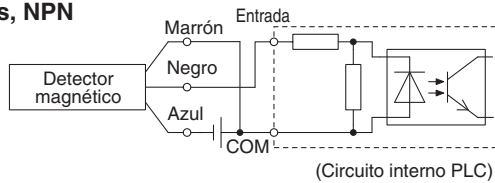


Antes del uso

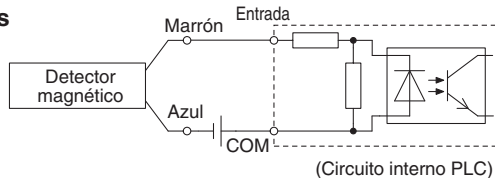
Conexiones del detector magnético y ejemplos

Características técnicas de entrada COM+

3 hilos, NPN

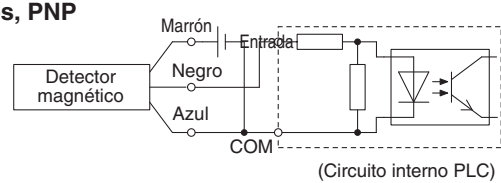


2 hilos

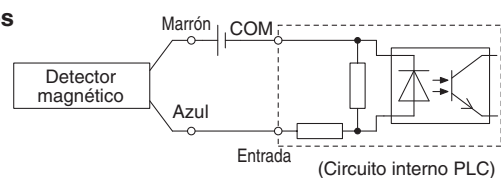


Características técnicas de entrada COM-

3 hilos, PNP



2 hilos



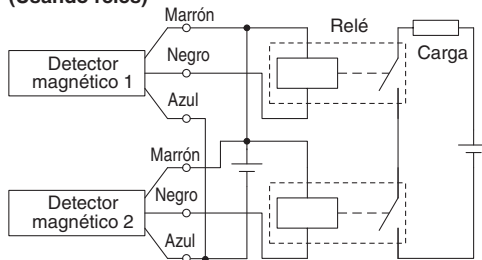
Conecta según las especificaciones, dado que el modo de conexión variará en función de las entradas al PLC.

Ejemplos de conexiones Y (en serie) y O (en paralelo)

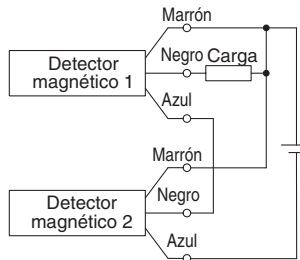
* Cuando uses detectores magnéticos de estado sólido, asegúrate de que la aplicación está configurada de modo que las señales emitidas durante los primeros 50 ms no sean válidas. Dependiendo del entorno de trabajo, el producto puede no funcionar correctamente.

Conexión Y de 3 hilos para salida NPN

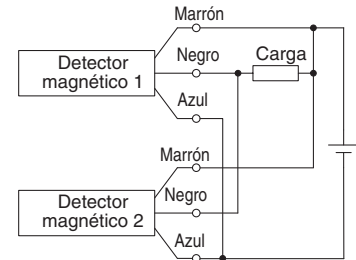
(Usando relés)



(Realizado únicamente con detectores magnéticos)

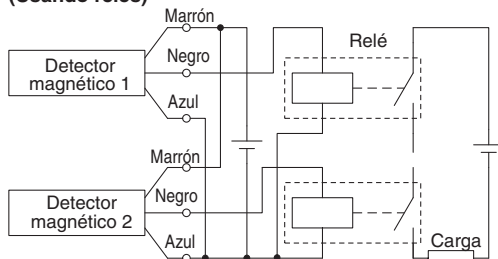


Conexión O de 3 hilos para salida NPN

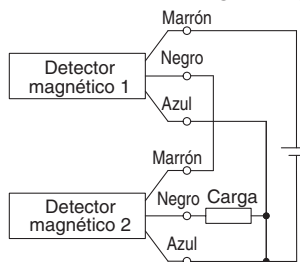


Conexión Y de 3 hilos para salida PNP

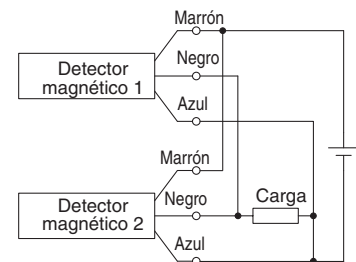
(Usando relés)



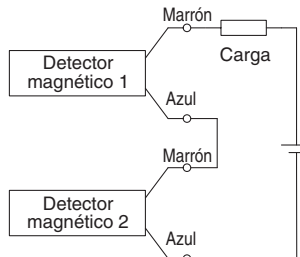
(Realizado únicamente con detectores magnéticos)



Conexión O de 3 hilos para salida PNP



Conexión Y de 2 hilos

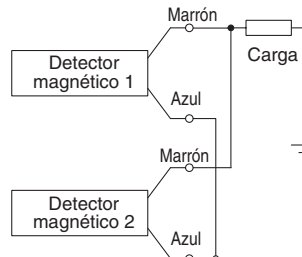


Cuando dos detectores magnéticos se conectan en serie, se puede producir un funcionamiento defectuoso porque la tensión de carga disminuye en el estado ON. Los indicadores LED se encienden cuando ambos detectores magnéticos están activados. No se pueden usar detectores magnéticos con una tensión de carga inferior a 20 V.

$$\begin{aligned} \text{Tensión de carga ON} &= \text{Tensión de alimentación} - \\ &\quad \text{Tensión residual} \times 2 \text{ uds.} \\ &= 24 \text{ V} - 4 \text{ V} \times 2 \text{ uds.} \\ &= 16 \text{ V} \end{aligned}$$

Ejemplo: suministro de alimentación de 24 VDC
La caída de tensión interna en el detector magnético es 4 V.

Conexión O de 2 hilos



(Estado sólido)
Cuando dos detectores magnéticos están conectados en paralelo, se puede producir un funcionamiento defectuoso debido a un aumento de la tensión de carga en el estado OFF.

(Reed)
Dado que no existe corriente de fuga, la tensión de carga no aumentará mientras esté desactivado. No obstante, dependiendo del número de detectores magnéticos activados, los indicadores LED pueden mostrar un brillo más débil o no encenderse debido a la dispersión y reducción de corriente que circula hacia los detectores.

$$\begin{aligned} \text{Tensión de carga en OFF} &= \text{Corriente de fuga} \times 2 \text{ uds.} \times \\ &\quad \text{Impedancia de carga} \\ &= 1 \text{ mA} \times 2 \text{ uds.} \times 3 \text{ k}\Omega \\ &= 6 \text{ V} \end{aligned}$$

Ejemplo: la impedancia de carga es 3 kΩ.
La corriente de fuga del detector magnético es de 1 mA.



Serie MHM

Precauciones específicas del producto 1

Lee detenidamente las siguientes instrucciones antes de usar los productos. Consulta las normas de seguridad en la contraportada. Para más detalles sobre las precauciones del actuador y del detector magnético, consulta las «Precauciones en el manejo de productos SMC» y el «Manual de funcionamiento» en el sitio web de SMC: <https://www.smc.eu>

Diseño / Selección

⚠ Advertencia

1. Comprueba las especificaciones.

Los productos que se muestran en este catálogo están destinados únicamente para su uso en sistemas de aire comprimido (vacío incluido).

No trabajes a presiones, temperaturas, etc. distintas de las especificadas, ya que podría provocar daños o un funcionamiento defectuoso. (Consulta las características técnicas).

Contacta con SMC cuando utilices otro tipo de fluido que no sea aire comprimido (vacío incluido).

No garantizamos la ausencia de daños en el producto cuando se utiliza fuera del rango específico.

2. Adopta medidas de seguridad (p. ej., montar cubiertas protectoras) para evitar el riesgo de que los dedos queden atrapados entre la ventosa magnética y la pieza o, en el caso de piezas móviles, que causen daños corporales.

3. Selecciona un modelo cuya fuerza de sujeción sea compatible con la masa de la pieza.

Dependiendo del material o la forma de la pieza, podría no lograrse la fuerza de sujeción esperada; evalúa las medidas de seguridad necesarias para evitar la caída de la pieza con la máquina real.

4. No utilices este producto en aplicaciones en las que la ventosa pueda verse sometida a una fuerza externa o a una fuerza de impacto excesivas.

5. Ten en cuenta la posibilidad de que se produzca un fallo relacionado con la fuente de alimentación.

Deben adoptarse las medidas necesarias para evitar daños corporales y materiales en caso de producirse un fallo de alimentación en los equipos controlados por presión de aire, electricidad o fuerza hidráulica, etc.

6. Ten en cuenta el funcionamiento del producto en caso de producirse una parada de emergencia.

Diseña un sistema seguro, de forma que si una persona activa la parada de emergencia o si un dispositivo de emergencia se activa durante un fallo del sistema, como un fallo de corriente, el funcionamiento de la ventosa magnética no suponga un peligro para las personas ni dañe el equipo.

7. Ten en cuenta el movimiento al restablecerse el funcionamiento tras una emergencia o una parada anómala.

Dispón la maquinaria de manera que no se produzcan lesiones corporales ni daños materiales al restablecerse el funcionamiento.

8. No desmontes el producto ni lo modifiques, incluyendo la maquinaria adicional.

Puede provocar lesiones personales y/o accidentes.

9. Si utilizas el producto con un detector magnético, consulta las «Precauciones para detectores magnéticos» en el catálogo Web.

10. Riesgo para personas con marcapasos

El producto lleva incorporado un imán, que podría interferir con el funcionamiento de aparatos electrónicos, tales como marcapasos. Las personas con marcapasos deben mantenerse alejadas de la ventosa magnética o adoptar las medidas de seguridad necesarias para bloquear la fuerza magnética.

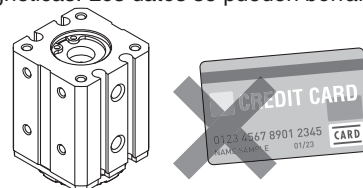
Diseño / Selección

⚠ Precaución

1. Si se ejerce presión en las piezas externas de la ventosa magnética, existe la posibilidad de que penetre aire en el cilindro desde la sección de la junta del vástago (por ejemplo, en el interior de una cámara, etc.).

2. Mantén el producto alejado de objetos que se vean afectados por imanes.

Dado que los imanes del cuerpo están integrados, evita colocarlo cerca de discos magnéticos, tarjetas magnéticas o cintas magnéticas. Los datos se pueden borrar.



Montaje

⚠ Advertencia

1. Guarda el manual en un lugar seguro para futuras consultas. El producto debe instalarse y utilizarse exclusivamente tras haber leído cuidadosamente el manual de funcionamiento y haber comprendido su contenido.

2. Dispón de suficiente espacio libre para las tareas de mantenimiento.

Instala el producto de modo que quede espacio libre suficiente para la realización de actividades de mantenimiento.

3. Observa el par de apriete de los tornillos.

Aprieta los tornillos al par recomendado para el montaje del producto.

4. No coloques objetos magnéticos cerca del producto.

El detector magnético es un producto del tipo de detección magnética. Si se coloca un objeto magnético cerca, el producto podría ponerse repentinamente en funcionamiento, lo que podría suponer un peligro para las personas o dañar las máquinas y equipos.

Al utilizar varias ventosas magnéticas en paralelo, mantén el espacio indicado entre ellas para evitar fallos de funcionamiento.

5. No realices mecanizados adicionales al producto.

Un mecanizado adicional del producto puede provocar una resistencia insuficiente y dañar el producto, lo que podría derivar en lesiones personales o daños al equipo circundante.

6. No expandas el orificio fijo modificando los conectores de tubería.

Si el orificio fijo se expande, la velocidad de cambio entre la sujeción y la liberación aumenta, lo que genera unas fuerzas de impacto superiores. Esto podría producir daños en el producto, lo que a su vez podría provocar lesiones físicas y daños a otros equipos y maquinaria.

7. Cuando el imán se desplaza hacia la superficie de atracción magnética, se genera fuerza de sujeción en la superficie de atracción. Asegúrate de que no se genere fuerza de sujeción al trabajar cerca de la ventosa magnética para evitar que tus dedos queden atrapados en ella.



Serie MHM

Precauciones específicas del producto 2

Lee detenidamente las siguientes instrucciones antes de usar los productos. Consulta las normas de seguridad en la contraportada. Para más detalles sobre las precauciones del actuador y del detector magnético, consulta las «Precauciones en el manejo de productos SMC» y el «Manual de funcionamiento» en el sitio web de SMC: <https://www.smc.eu>

Montaje

⚠ Precaución

1. Evita rayar o mellar la ventosa magnética dejándola caer o golpeándola al montarla.

La más mínima deformación podría causar un fallo de funcionamiento.

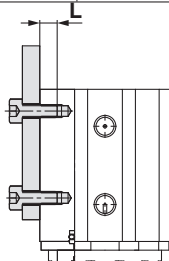
2. Ten cuidado con la atracción magnética de las piezas de objetos situados alrededor de la ventosa magnética al montarla encontrándose en la posición de sujeción (con el émbolo en el lado de atracción), ya que podrían causar lesiones.

3. Al montar el producto, fíjalo utilizando tornillos de la longitud adecuada con el par correspondiente.

Utilizar un par superior al indicado puede provocar fallos de funcionamiento, mientras que un par inferior puede causar deslizamientos y caídas.

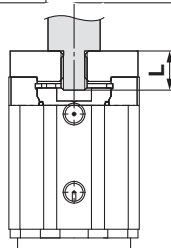
1) Montaje lateral

Modelo	Tornillo aplicable	Par de apriete [N·m]	Máx. profundidad de tornillo L [mm]
MHM-16D□	M3 x 0.5	0.63	5
MHM-25D□	M4 x 0.7	1.5	7
MHM-32D□	M5 x 0.8	3	8
MHM-50D□	M6 x 1	5.2	9



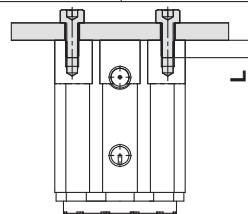
2) Montaje axial (modelo de montaje central)

Modelo	Tornillo aplicable	Par de apriete [N·m]	Máx. profundidad de tornillo L [mm]
MHM-16D□	M6 x 1	5.2	11.5
MHM-25D□	M8 x 1.25	12.5	12.4
MHM-32D□	M10 x 1.5	24.5	13.5
MHM-50D□	M12 x 1.75	42	16



3) Montaje axial (taladro pasante)

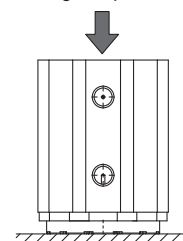
Modelo	Tornillo aplicable	Par de apriete [N·m]	Máx. profundidad de tornillo L [mm]
MHM-16D□	M3 x 0.5	0.63	6
MHM-25D□	M4 x 0.7	1.5	8
MHM-32D□	M5 x 0.8	3	10
MHM-50D□	M6 x 1	5.2	12



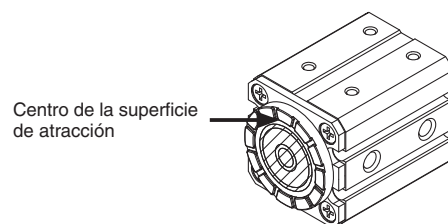
4. La carga de presión aplicada a la pieza debe ser inferior a la carga de presión admisible.

Modelo	Carga de presión admisible [N]
MHM-16D□	100
MHM-25D□	200
MHM-32D□	300
MHM-50D□	500

Carga de presión

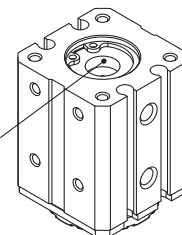


5. No sometas el centro de la superficie de atracción magnética a cargas de impacto, ya que podrían provocar roturas o errores de funcionamiento.



6. El tapón posterior se magnetiza durante la liberación de la pieza, por lo que podría atraer partículas de hierro.

Tapón posterior





Serie MHM

Precauciones específicas del producto 3

Lee detenidamente las siguientes instrucciones antes de usar los productos. Consulta las normas de seguridad en la contraportada. Para más detalles sobre las precauciones del actuador y del detector magnético, consulta las «Precauciones en el manejo de productos SMC» y el «Manual de funcionamiento» en el sitio web de SMC: <https://www.smc.eu>

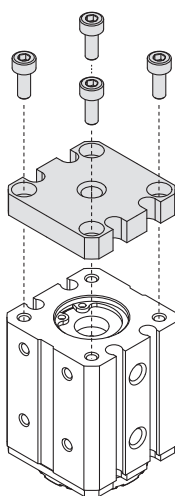
Montaje

⚠ Precaución

7. Al montar el adaptador para el modelo de montaje central, fíjalo utilizando los tornillos accesorios con el par correspondiente.

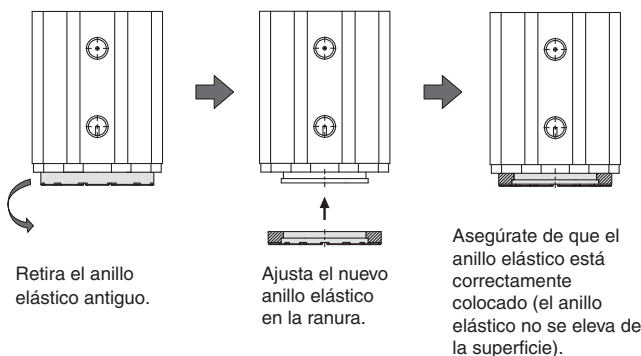
Utilizar un par superior al indicado puede provocar fallos de funcionamiento, mientras que un par inferior puede causar deslizamientos y caídas.

Modelo	Tornillo aplicable	Par de apriete [N·m]
MHM-16D□	M3 x 0.5	0.63
MHM-25D□	M4 x 0.7	1.5
MHM-32D□	M5 x 0.8	3
MHM-50D□	M6 x 1	5.2



Montaje del modelo básico

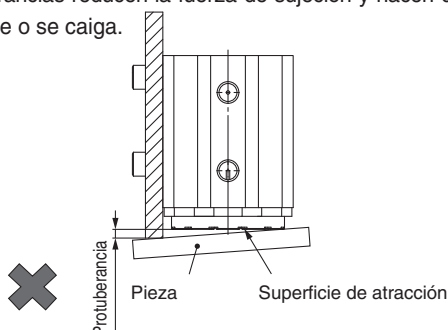
8. Para sustituir el anillo elástico, sigue el proceso siguiente.



9. Consulta las «Precauciones sobre racores y tuberías para el manejo de conexiones instantáneas» en el catálogo Web.

10. Asegúrate de que ni la fijación de montaje ni las piezas periféricas sobresalgan de la superficie de atracción magnética.

Las protuberancias reducen la fuerza de sujeción y hacen que la pieza resbale o se caiga.

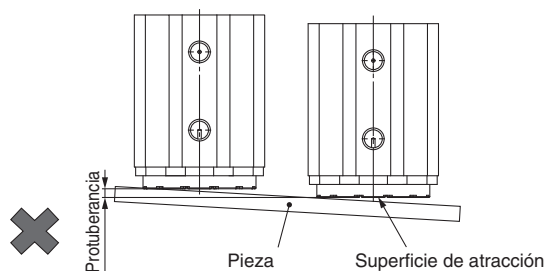


Montaje

⚠ Precaución

11. Si utilizas varias ventosas magnéticas una al lado de otra, instálalas de forma que las superficies de atracción no queden irregulares.

De lo contrario, no se dispondrá de una fuerza de sujeción adecuada y la pieza podría resbalarse o caerse.



Lubricación

⚠ Precaución

1. La ventosa magnética es un modelo sin lubricación (no requiere lubricación adicional).

Sus cilindros se han lubricado de fábrica de por vida y pueden utilizarse sin ninguna lubricación adicional.

No obstante, en caso de utilizar lubricación adicional, asegúrate de emplear aceite para turbinas de clase 1 (sin aditivos) ISO VG 32.

No utilices aceite para maquinaria ni aceite para husillos.

Si más adelante interrumpes la lubricación, esto podría provocar un fallo de funcionamiento, ya que el nuevo lubricante aplicado habrá eliminado el lubricante original.

Por lo tanto, en caso de iniciarse la lubricación, deberá continuarse con ella.

En caso de utilizar aceite para turbinas, consulta la Hoja de datos de seguridad correspondiente (SDS).

Mantenimiento

⚠ Advertencia

1. La ventosa magnética lleva incorporado un potente imán. No desmontes el producto, ya que el imán podría atraer piezas y objetos periféricos que podrían provocar un accidente. En caso de que el desmontaje sea necesario, ponte en contacto con tu representante de ventas de SMC.

Normas de seguridad

El objeto de estas normas de seguridad es evitar situaciones de riesgo y/o daño del equipo. Estas normas indican el nivel de riesgo potencial mediante las etiquetas "**Precaución**", "**Advertencia**" o "**Peligro**". Todas son importantes para la seguridad y deben de seguirse junto con las normas internacionales (ISO/IEC) ¹⁾ y otros reglamentos de seguridad.

-  **Precaución:** **Precaución** indica un peligro con un bajo nivel de riesgo que, si no se evita, podría causar lesiones leves o moderadas.
-  **Advertencia:** **Advertencia** indica un peligro con un nivel medio de riesgo que, si no se evita, podría causar lesiones graves o la muerte.
-  **Peligro:** **Peligro** indica un peligro con un alto nivel de riesgo que, si no se evita, podría causar lesiones graves o la muerte.

- 1) ISO 4414: Energía en fluidos neumáticos – Normativa general para los sistemas.
ISO 4413: Energía en fluidos hidráulicos – Normativa general para los sistemas.
IEC 60204-1: Seguridad de las máquinas – Equipo eléctrico de las máquinas. (Parte 1: Requisitos generales)
ISO 10218-1: Manipulación de robots industriales - Seguridad. etc.

Advertencia

1. La compatibilidad del producto es responsabilidad de la persona que diseña el equipo o decide sus especificaciones.

Puesto que el producto aquí especificado puede utilizarse en diferentes condiciones de funcionamiento, su compatibilidad con un equipo determinado debe decidirla la persona que diseña el equipo o decide sus especificaciones basándose en los resultados de las pruebas y análisis necesarios. El rendimiento esperado del equipo y su garantía de seguridad son responsabilidad de la persona que ha determinado la compatibilidad del producto. Esta persona debe revisar de manera continua la adaptabilidad del equipo a todos los elementos especificados en el anterior catálogo con el objeto de considerar cualquier posibilidad de fallo del equipo.

2. La maquinaria y los equipos deben ser manejados sólo por personal cualificado.

El producto aquí descrito puede ser peligroso si no se maneja de manera adecuada. El montaje, funcionamiento y mantenimiento de máquinas o equipos, incluyendo nuestros productos, deben ser realizados por personal cualificado y experimentado.

3. No realice trabajos de mantenimiento en máquinas y equipos, ni intente cambiar componentes sin tomar las medidas de seguridad correspondientes.

1. La inspección y el mantenimiento del equipo no se deben efectuar hasta confirmar que se hayan tomado todas las medidas necesarias para evitar la caída y los movimientos inesperados de los objetos desplazados.
2. Antes de proceder con el desmontaje del producto, asegúrese de que se hayan tomado todas las medidas de seguridad descritas en el punto anterior. Corte la corriente de cualquier fuente de suministro. Lea detenidamente y comprenda las precauciones específicas de todos los productos correspondientes.
3. Antes de reiniciar el equipo, tome las medidas de seguridad necesarias para evitar un funcionamiento defectuoso o inesperado.

4. Contacte con SMC antes de utilizar el producto y preste especial atención a las medidas de seguridad si se prevé el uso del producto en alguna de las siguientes condiciones:

1. Las condiciones y entornos de funcionamiento están fuera de las especificaciones indicadas, o el producto se usa al aire libre o en un lugar expuesto a la luz directa del sol.
2. El producto se instala en equipos relacionados con energía nuclear, ferrocarriles, aeronáutica, espacio, navegación, automoción, sector militar, tratamientos médicos, combustión y aparatos recreativos, así como en equipos en contacto con alimentación y bebidas, circuitos de parada de emergencia, circuitos de embrague y freno en aplicaciones de prensa, equipos de seguridad u otras aplicaciones inadecuadas para las características estándar descritas en el catálogo de productos.
3. El producto se usa en aplicaciones que puedan tener efectos negativos en personas, propiedades o animales, requiere, por ello un análisis especial de seguridad.
4. Si el producto se utiliza un circuito interlock, disponga de un circuito de tipo interlock doble con protección mecánica para prevenir a verías. Asimismo, compruebe de forma periódica que los dispositivos funcionan correctamente.

Precaución

1. Este producto está previsto para su uso industrial.

El producto aquí descrito se suministra básicamente para su uso industrial. Si piensa en utilizar el producto en otros ámbitos, consulte previamente con SMC. Si tiene alguna duda, contacte con su distribuidor de ventas más cercano.

Garantía limitada y exención de responsabilidades. Requisitos de conformidad

El producto utilizado está sujeto a una "Garantía limitada y exención de responsabilidades" y a "Requisitos de conformidad". Debe leerlos y aceptarlos antes de utilizar el producto.

Garantía limitada y exención de responsabilidades

1. El periodo de garantía del producto es de 1 año a partir de la puesta en servicio o de 1,5 años a partir de la fecha de entrega, aquello que suceda antes. ²⁾ Asimismo, el producto puede tener una vida útil, una distancia de funcionamiento o piezas de repuesto especificadas. Consulte con su distribuidor de ventas más cercano.
 2. Para cualquier fallo o daño que se produzca dentro del periodo de garantía, y si demuestra claramente que sea responsabilidad del producto, se suministrará un producto de sustitución o las piezas de repuesto necesarias. Esta garantía limitada se aplica únicamente a nuestro producto independiente, y no a ningún otro daño provocado por el fallo del producto.
 3. Antes de usar los productos SMC, lea y comprenda las condiciones de garantía y exención de responsabilidad descritas en el catálogo correspondiente a los productos específicos.
- 2) Las ventosas están excluidas de esta garantía de 1 año. Una ventosa es una pieza consumible, de modo que está garantizada durante un año a partir de la entrega. Asimismo, incluso dentro del periodo de garantía, el desgaste de un producto debido al uso de la ventosa o el fallo debido al deterioro del material elástico no está cubierto por la garantía limitada.

Requisitos de conformidad

1. Queda estrictamente prohibido el uso de productos SMC con equipos de producción destinados a la fabricación de armas de destrucción masiva o de cualquier otro tipo de armas.
2. La exportación de productos SMC de un país a otro está regulada por la legislación y reglamentación sobre seguridad relevante de los países involucrados en dicha transacción. Antes de enviar un producto SMC a otro país, asegúrese de que se conocen y cumplen todas las reglas locales sobre exportación.

Precaución

Los productos SMC no están diseñados para usarse como instrumentos de metrología legal.

Los productos de medición que SMC fabrica y comercializa no han sido certificados mediante pruebas de homologación de metrología (medición) conformes a las leyes de cada país. Por tanto, los productos SMC no se pueden usar para actividades o certificaciones de metrología (medición) establecidas por las leyes de cada país.

Normas de seguridad

Lea detenidamente las "Precauciones en el manejo de productos SMC" (M-E03-3) antes del uso.

SMC Corporation (Europe)

Austria	+43 (0)2262622800	www.smc.at	office@smc.at
Belgium	+32 (0)33551464	www.smc.be	info@smc.be
Bulgaria	+359 (0)2807670	www.smc.bg	office@smc.bg
Croatia	+385 (0)13707288	www.smc.hr	office@smc.hr
Czech Republic	+420 541424611	www.smc.cz	office@smc.cz
Denmark	+45 70252900	www.smc.dk.com	smc@smcdk.com
Estonia	+372 6510370	www.smcpeumatics.ee	smc@info@smcee.ee
Finland	+358 207513513	www.smc.fi	smc@info@smc.fi
France	+33 (0)164761000	www.smc-france.fr	info@smc-france.fr
Germany	+49 (0)61034020	www.smc.de	info@smc.de
Greece	+30 210 2717265	www.smchellas.gr	sales@smchellas.gr
Hungary	+36 23513000	www.smc.hu	office@smc.hu
Ireland	+353 (0)14039000	www.smcautomation.ie	sales@smcautomation.ie
Italy	+39 03990691	www.smcitalia.it	mailbox@smcitalia.it
Latvia	+371 67817700	www.smc.lv	info@smc.lv

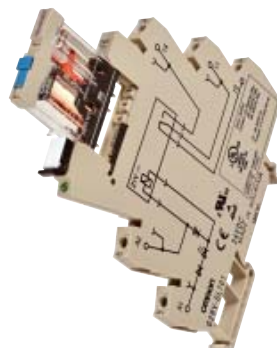
Lithuania	+370 5 2308118	www.smclt.lt	info@smclt.lt
Netherlands	+31 (0)205318888	www.smc.nl	info@smc.nl
Norway	+47 67129020	www.smc-norge.no	post@smc-norge.no
Poland	+48 222119600	www.smc.pl	office@smc.pl
Portugal	+351 214724500	www.smc.eu	apoiocliente@smc.smces.es
Romania	+40 213205111	www.smcromania.ro	smcromania@smcromania.ro
Russia	+7 8123036600	www.smc.eu	sales@smcru.com
Slovakia	+421 (0)413213212	www.smc.sk	office@smc.sk
Slovenia	+386 (0)73885412	www.smc.si	office@smc.si
Spain	+34 945184100	www.smc.eu	post@smc.smces.es
Sweden	+46 (0)86031200	www.smc.nu	smc@smc.nu
Switzerland	+41 (0)523963131	www.smc.ch	helpcenter@smc.ch
Turkey	+90 212 489 0 440	www.smcpnomatik.com.tr	info@smcpnomatik.com.tr
UK	+44 (0)845 121 5122	www.smc.uk	sales@smc.uk

Relé Borna G2RV

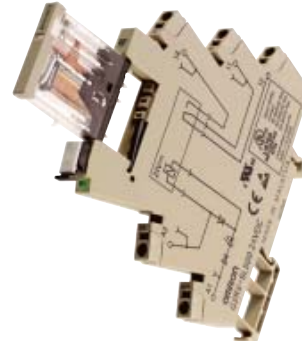
El único relé realmente industrial de 6 mm

- Disponibilidad de modelos con interruptor de prueba bloqueable.
- Robustos terminales enchufables para una conexión fiable.
- Indicadores LED y mecánico para señalar su estado.
- Modelos de entrada con contactos bañados en oro.
- Carcasa transparente que permite inspeccionar el estado de los contactos.
- Diseño reducido de para ahorrar espacio.
- Terminales push in y accesorios para facilitar el cableado.
- Homologado por el Lloyd's.

Relé con interruptor de prueba



Relé sin interruptor de prueba

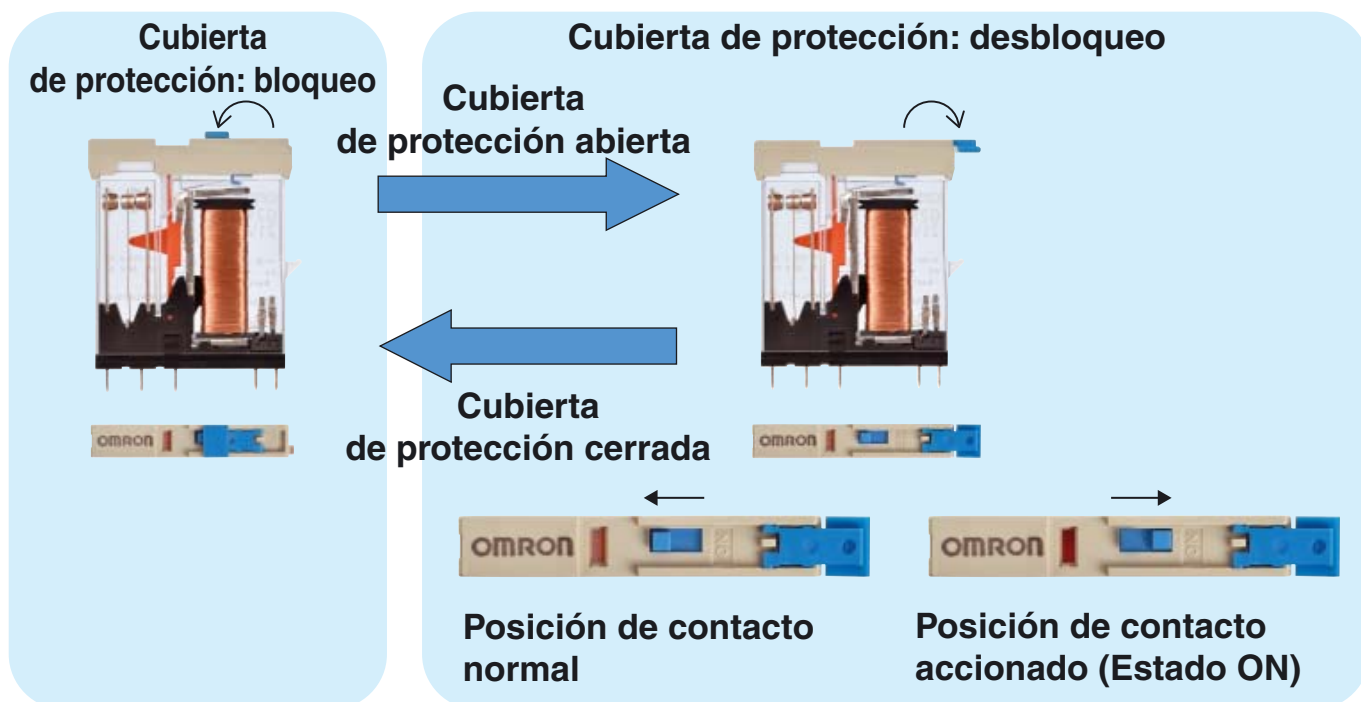


PATENTED

CE cUL US LISTED VDE LR

Características

■ Operación del interruptor de prueba



El interruptor de prueba bloqueable OMRON se puede usar del modo siguiente:

Cuando la cubierta de protección (situada directamente sobre el interruptor de prueba) está cerrada, este se mantiene en posición normal (estado OFF) debido a la cubierta de protección. Al abrir la cubierta de protección, el interruptor de prueba se puede desbloquear. Esto permite llevarlo a la posición de operación (estado ON). Una vez utilizado el interruptor de prueba, se debe llevar a la posición normal (estado OFF) y cerrar la cubierta de protección para evitar una operación no deseada del mismo.

* Compruebe las precauciones (Página 17: Precauciones para la operación del interruptor de prueba) cuando utilice el interruptor de prueba.

Aplicación del interruptor de prueba:

Ejemplo: Operación de comprobación de relés y forzado de elementos desde el relé.

Estructura de la referencia

Composición de la referencia

G2RV-SL ☐ ☐ ☐ - ☐ - ☐

1 2 3 4 5 6

1. Designación de tipo auxiliar

SL: Combinación de relé-borna y base

2. Conexión del cable

7: Terminales de tornillo

5: Terminales por presión

3. LED indicador

0: Sin LED

4. Interruptor de prueba de relé

0: Tipo sin interruptor de prueba

1: Tipo con interruptor de prueba

5. Configuración de contactos

AP: Tipo de entrada

Nada: Tipo estándar

6. Tensión de entrada

Nota: Indicador LED disponible en base.

Tabla de selección

Modelos disponibles

Clasificación		Grado de protección	Tensión de entrada	Tipo de conexión	Interruptor de prueba	Forma del contacto (SPDT)	
						Tipo estándar	Tipo de entrada
Terminales enchufables	Propósito general	Sin sellar	c.a./c.c.	Terminales de tornillo	No	G2RV-SL700	G2RV-SL700-AP
					Sí	G2RV-SL701	---
				Terminales push in	No	G2RV-SL500	G2RV-SL500-AP
					Sí	G2RV-SL501	---

Combinaciones de relé-borna y base

Tipo sin interruptor de prueba

Tensión de entrada	Forma del contacto (SPDT)			
	Tipo estándar (tipo sin interruptor de prueba)		Tipo de entrada (tipo sin interruptor de prueba)	
	Terminales de tornillo	Terminales push in	Terminales de tornillo	Terminales push in
12 Vc.c.	G2RV-SL700 12 Vc.c.	G2RV-SL500 12 Vc.c.	G2RV-SL700-AP 12 Vc.c.	G2RV-SL500-AP 12 Vc.c.
24 Vc.c.	G2RV-SL700 24 Vc.c.	G2RV-SL500 24 Vc.c.	G2RV-SL700-AP 24 Vc.c.	G2RV-SL500-AP 24 Vc.c.
24 Vc.a./c.c.	G2RV-SL700 24 Vc.a./c.c.	G2RV-SL500 24 Vc.a./c.c.	G2RV-SL700-AP 24 Vc.a./c.c.	G2RV-SL500-AP 24 Vc.a./c.c.
48 Vc.a./c.c.	G2RV-SL700 48 Vc.a./c.c.	G2RV-SL500 48 Vc.a./c.c.	G2RV-SL700-AP 48 Vc.a./c.c.	G2RV-SL500-AP 48 Vc.a./c.c.
110 Vc.a.	G2RV-SL700 110 Vc.a.	G2RV-SL500 110 Vc.a.	G2RV-SL700-AP 110 Vc.a.	G2RV-SL500-AP 110 Vc.a.
230 Vc.a.	G2RV-SL700 230 Vc.a.	G2RV-SL500 230 Vc.a.	G2RV-SL700-AP 230 Vc.a.	G2RV-SL500-AP 230 Vc.a.

Tipo con interruptor de prueba

Tensión de entrada	Forma del contacto (SPDT)			
	Tipo estándar (tipo con interruptor de prueba)		Tipo de entrada (tipo con interruptor de prueba)	
	Terminales de tornillo	Terminales push in	Terminales de tornillo	Terminales push in
24 Vc.c.	G2RV-SL701 24 Vc.c.	G2RV-SL501 24 Vc.c.	---	---
24 Vc.a./c.c.	G2RV-SL701 24 Vc.a./c.c.	G2RV-SL501 24 Vc.a./c.c.	---	---

Especificaciones

■ Valores nominales de entrada

Tensión nominal	Corriente nominal ^{*1}			Tensión de operación	Tensión de reposición	Consumo		Tensión de entrada
	c.a.		c.c.	% de la tensión nominal		c.a. (VA) aprox.	c.c. (mW) aprox.	% de la tensión nominal
	50 Hz	60 Hz						
12 Vc.c.	---	---	27,2 mA	80%	10%	---	300 mW	±10%
24 Vc.c.	---	---	13,3 mA			---	300 mW	
24 Vc.a./c.c.	21,1 mA	22,5 mA	13,0 mA			0,5 VA	300 mW	
48 Vc.a./c.c.	8,5 mA	9,0 mA	5,2 mA			0,4 VA	250 mW	
110 Vc.a.	7,1 mA	7,5 mA	---			0,8 VA	---	
230 Vc.a.	7,3 mA	7,9 mA	---			1,7 VA	---	

*1) Corrientes nominales medidas a 23 grados Centígrados (temperatura ambiente)

■ Valores nominales de contacto

Elemento	Tipo estándar (G2RV-SL700, 500, 701, 501)		Tipo de entrada (G2RV-SL700-AP, 500-AP) ^{*2}
Número de polos	1 polo		
Carga	Carga resistiva (cosφ = 1)	Carga inductiva (cosφ = 0,4; L/R = 7 ms)	Carga resistiva (cosφ = 1)
Carga nominal	6 A a 250 Vc.a. 6 A a 30 Vc.c.	2,5 A a 250 Vc.a. 2 A a 30 Vc.c.	50 mA a 30 Vc.a.; 50 mA a 36 Vc.c.
Corriente de transporte nominal	6 A		50 mA
Tensión de conmutación máx.	400 Vc.a., 125 Vc.c.		30 Vc.a., 36 Vc.c.
Corriente de conmutación máx.	6 A		50 mA
Capacidad de conmutación máx.	1.500 VA 180 W	500 VA 60 W	---
Tasa de fallos (valor de referencia) ^{*1}	10 mA a 5 Vc.c. (nivel P)		1 mA a 100 mVc.c. (nivel P)

*1) Nivel P: $\lambda_{60} = 0,1 \times 10^{-6}$ /operación

*2) Si se destruye una capa de oro, se aplican los valores nominales de contacto de tipo estándar.

■ Características

Elemento	Tipo estándar (G2RV-SL700, 500, 701, 501)		Tipo de entrada (G2RV-SL700-AP, 500-AP)
Resistencia de contacto	100 mΩ máx.		
Tiempo de operación (set)	20 ms máx.		
Tiempo de reposición	40 ms máx.		
Frecuencia máx. de operación	Mecánica: 18.000 operaciones/hora Eléctrica: 1.800 operaciones/hora (a carga nominal)		
Resistencia de aislamiento	1.000 MΩ mín. (a 500 Vc.c.)		
Rigidez dieléctrica	4.000 Vc.a., 50/60 Hz durante 1 minuto entre bobina y contactos*; 1.000 Vc.a., 50/60 Hz durante 1 minuto entre contactos de la misma polaridad		
Resistencia a vibraciones	Destrucción: 10 a 55 a 10 Hz, 0,50 mm de amplitud (1,0 mm de amplitud p-p) Funcionamiento incorrecto: 10 a 55 Hz a 10 Hz, 0,50 mm de amplitud (1 mm de amplitud p-p)		
Resistencia a golpes	Destrucción: 1.000 m/s ² Funcionamiento incorrecto: 200 m/s ² cuando recibe alimentación; 100 m/s ² cuando no recibe alimentación		
Vida útil	Mecánica: 5.000.000 operaciones mín. Eléctrica: 100.000 típica; NA 70.000 operaciones mín. ; NC 50.000 operaciones mín.	Mecánica: 5.000.000 operaciones mín. Eléctrica: 5.000.000 operaciones mín.	
Temperatura ambiente	En servicio: -40°C a 55°C (sin formación de hielo ni condensación)		
Humedad ambiente	En servicio: 5% a 85%		
Peso	Aprox. 35 g		
Categoría de sobretensión	III		
Grado de contaminación	2		
Material de los contactos	AgSnIn		AgSnIn + Bañado en oro
Distancia por material	7,0 mm		
Distancia por aire	5,5 mm		

Nota: Los valores de la tabla anterior son valores iniciales.

■ Homologaciones

UL 508 (n° de expediente E41643)

Modelo	Configuración de contactos	Valores nominales de la bobina	Valores nominales de contacto	Operaciones
Serie G2RV-SL	SPDT	12 a 48 Vc.c. 24 a 230 Vc.a.	250 Vc.a. 6 A (carga resistiva) 30 Vc.c. 6 A (carga resistiva) 400 Vc.a. 2 A (carga resistiva)	6.000

IEC/VDE (EN 61810)

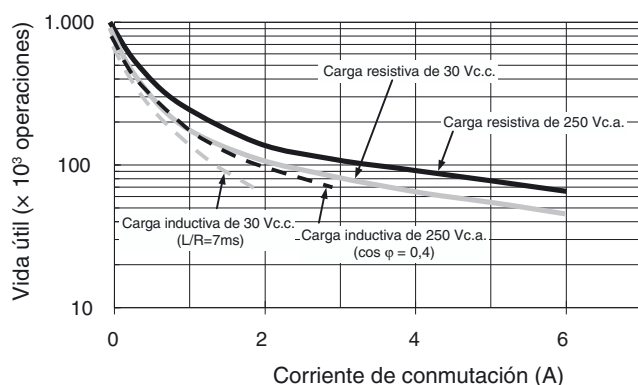
Configuración de contactos	Valores nominales de la bobina	Valores nominales de contacto	Operaciones
SPDT	12, 24 Vc.c. 24, 48 Vc.a./c.c. 110, 230 Vc.a.	250 Vc.a. 6 A (carga resistiva) 30 Vc.c. 6 A (carga resistiva) 400 Vc.a. 2 A (carga resistiva)	50.000 50.000 6.000

Lloyd's (Archivo n° 07/10027 (E2))

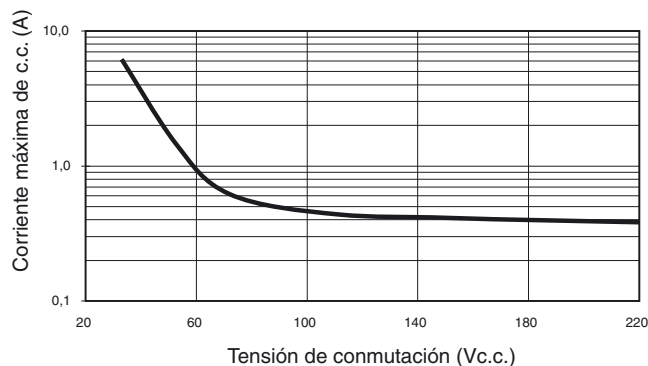
Modelo	Configuración de contactos	Valores nominales de la bobina	Valores nominales de contacto
Serie G2RV-SL	SPDT	12, 24 Vc.c. 24, 48 Vc.a./c.c. 110, 230 Vc.a.	250 Vc.a., 6 A (carga resistiva) 250 Vc.a. 2,5 A (PF0.4) 30 Vc.c., 6 A (carga resistiva) 30 Vc.c. 2 A (L/R = 7ms)

Datos técnicos

■ Vida útil



Capacidad de conmutación para carga resistiva de c.c.



Tiempos de operación y reposición típicos

Referencia	Tiempo de operación típico	Tiempo de reposición típico
G2RV-SL7□□/5□□ DC12	5 ~ 7 ms	5 ~ 8 ms
G2RV-SL7□□/5□□ DC24	5 ~ 7 ms	6 ~ 9 ms
G2RV-SL7□□/5□□ AC/DC24	5 ~ 7 ms	17 ~ 22 ms
G2RV-SL7□□/5□□ AC/DC48	5 ~ 7 ms	22 ~ 30 ms
G2RV-SL7□□/5□□ AC110	12 ~ 15 ms	22 ~ 30 ms
G2RV-SL7□□/5□□ AC230	12 ~ 15 ms	22 ~ 30 ms

Accesorios

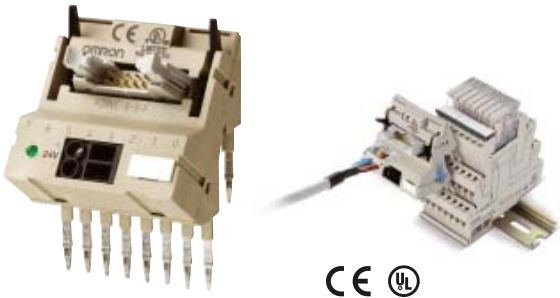
■ Interfaz de PLC P2RVC-8-□-F

Configuración de contactos	Relé	Interfaz de PLC
Tipo estándar	Serie G2RV-SL70□	P2RVC-8-O-F
Tipo de entrada	Serie G2RV-SL700-AP	P2RVC-8-I-F

P2RVC-8-O-F (solo para la serie G2RV-SL70□)

Modelos disponibles

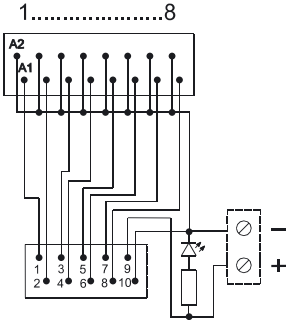
Referencia	Descripción	Conexión
P2RVC-8-O-F	Interfaz de salida de PLC para la serie 8x G2RV-SL70□ Tipo PNP	Conector de cable plano 10 polos, IEC603/1



Especificaciones

Entrada	Tensión nominal	30 Vc.a./Vc.c. máx.
	Capacidad de corriente	0,5 A por canal 2,0 A de corriente total, terminal de fuente de alimentación
Características	Temperatura ambiente	En servicio: 0 a 55°C Almacenamiento: -20 a 85°C
	Categoría de sobretensión	III
	Grado de contaminación	2

Esquema eléctrico P2RVC-8-O-F



P2RVC-8-I-F (solo para la serie G2RV-SL700-AP)

Modelos disponibles

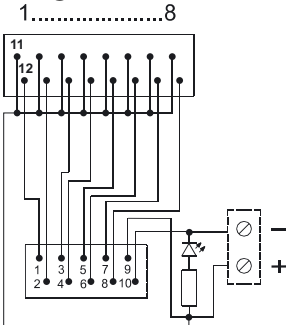
Referencia	Descripción	Conexión
P2RVC-8-I-F	Interfaz de salida de PLC para 8x G2RV-SL700 Tipo PNP	Conector de cable plano 10 polos, IEC603/1



Especificaciones

Entrada	Tensión nominal	30 Vc.a./Vc.c. máx.
	Capacidad de corriente	0,5 A por canal 2,0 A de corriente total, terminal de fuente de alimentación
Características	Temperatura ambiente	En servicio: 0 a 55°C Almacenamiento: -20 a 85°C
	Categoría de sobretensión	III
	Grado de contaminación	2

Diagrama eléctrico P2RVC-8-I-F



Cables para la interfaz de PLC P2RVC-8-□-F

Lista de selección de cables

Salida	
Referencia	Se utilizará para (combinado con P2RVC-8-O-F)
P2RV-4-100C	CJ1W-OD232/OD262
P2RV-4-200C	CJ1W-OD232/OD262
P2RV-4-300C	CJ1W-OD232/OD262
P2RV-4-500C	CJ1W-OD232/OD262
P2RV-A100C	Universal (cables multifilares)
P2RV-A200C	Universal (cables multifilares)
P2RV-A300C	Universal (cables multifilares)
P2RV-A500C	Universal (cables multifilares)
P2RV-A050C-OMR GRT1	GRT1-OD8(G)-1
P2RV-A100C-OMR GRT1	GRT1-OD8(G)-1
P2RV-A050C-OMR NX	NX-OD4256
P2RV-A100C-OMR NX	NX-OD4256
P2RV-200C-SIM S7/300	6ES7 322-1BL00-0AA0, 32DO
P2RV-250C-SIM S7/300	6ES7 322-1BL00-0AA0, 32DO
P2RV-300C-SIM S7/300	6ES7 322-1BL00-0AA0, 32DO
P2RV-500C-SIM S7/300	6ES7 322-1BL00-0AA0, 32DO
P2RV-200C-SIM S7/400	6ES7422-1BL00-0AA0 & 6ES7422-7BL00-0AB0, 32DO
P2RV-250C-SIM S7/400	6ES7422-1BL00-0AA0 & 6ES7422-7BL00-0AB0, 32DO
P2RV-300C-SIM S7/400	6ES7422-1BL00-0AA0 & 6ES7422-7BL00-0AB0, 32DO
P2RV-500C-SIM S7/400	6ES7422-1BL00-0AA0 & 6ES7422-7BL00-0AB0, 32DO

Entrada	
Referencia	Se utilizará para (combinado con P2RVC-8-I-F)
P2RV-4-100IFC	CJ1W-ID231/ID233/ID261
P2RV-4-100IMC	CJ1W-ID233/ID262
P2RV-4-200IFC	CJ1W-ID231/ID233/ID261
P2RV-4-200IMC	CJ1W-ID233/ID262
P2RV-4-300IFC	CJ1W-ID231/ID233/ID261
P2RV-4-300IMC	CJ1W-ID233/ID262
P2RV-4-500IFC	CJ1W-ID231/ID233/ID261
P2RV-4-500IMC	CJ1W-ID233/ID262
P2RV-A100C	Universal (cables multifilares)
P2RV-A200C	Universal (cables multifilares)
P2RV-A300C	Universal (cables multifilares)
P2RV-A500C	Universal (cables multifilares)
P2RV-A050IC-OMR GRT1	GRT1-ID8-1
P2RV-A100IC-OMR GRT1	GRT1-ID8-1
P2RV-A050IC-OMR NX	NX-ID4442
P2RV-A100IC-OMR NX	NX-ID4442
P2RV-200C-SIM S7/300	6ES7 321-1BL00-0AA0, 32DI
P2RV-250C-SIM S7/300	6ES7 321-1BL00-0AA0, 32DI
P2RV-300C-SIM S7/300	6ES7 321-1BL00-0AA0, 32DI
P2RV-500C-SIM S7/300	6ES7 321-1BL00-0AA0, 32DI
P2RV-200C-SIM S7/400	6ES7421-1BL00-0AA0 & 6ES7421-1BL01-0AA0, 32DI
P2RV-250C-SIM S7/400	6ES7421-1BL00-0AA0 & 6ES7421-1BL01-0AA0, 32DI
P2RV-300C-SIM S7/400	6ES7421-1BL00-0AA0 & 6ES7421-1BL01-0AA0, 32DI
P2RV-500C-SIM S7/400	6ES7421-1BL00-0AA0 & 6ES7421-1BL01-0AA0, 32DI

P2RV-4-□□□C

P2RV-4-□□□IMC

P2RV-4-□□□IFC

Cable para conectar CJ1 con 4 × P2RVC-8-□-F

Modelos disponibles

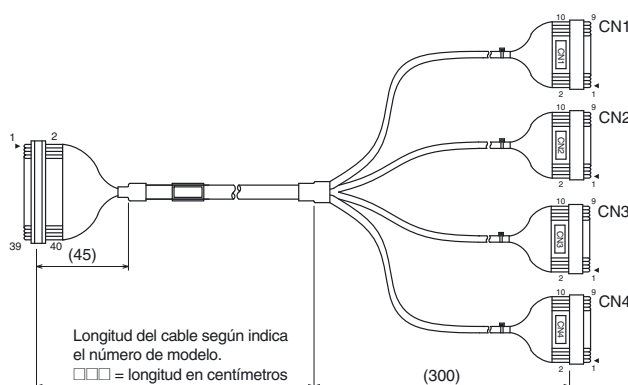
E/S	Referencia	Longitud del cable	Unidad de interfaz	Conexión de PLC	Conectores
Salida	P2RV-4-100C	1,0 m	P2RVC-8-O-F × 4	OMRON PLC Serie CJ1: MIL	MIL40 - MIL10 × 4
	P2RV-4-200C	2,0 m			
	P2RV-4-300C	3,0 m			
	P2RV-4-500C	5,0 m			
Entrada	P2RV-4-100IMC	1,0 m	P2RVC-8-I-F × 4	OMRON PLC Serie CJ1: MIL	MIL40 - MIL10 × 4
	P2RV-4-200IMC	2,0 m			
	P2RV-4-300IMC	3,0 m			
	P2RV-4-500IMC	5,0 m			
Entrada	P2RV-4-100IFC	1,0 m	P2RVC-8-I-F × 4	OMRON PLC Serie CJ1: Fujitsu	FCN40 - MIL10 × 4
	P2RV-4-200IFC	2,0 m			
	P2RV-4-300IFC	3,0 m			
	P2RV-4-500IFC	5,0 m			



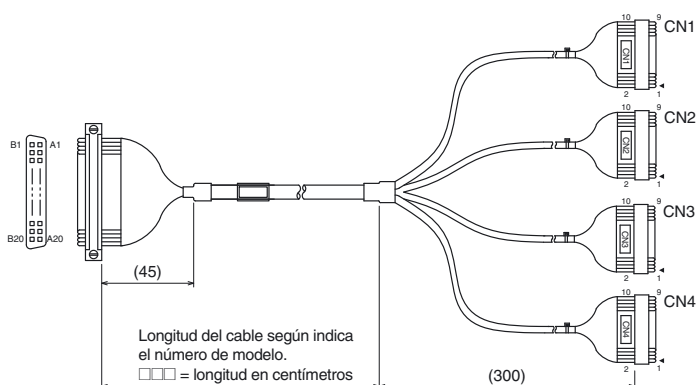
P2RV-4-□□□C/P2RV-4-□□□IMC



P2RV-4-□□□IFC



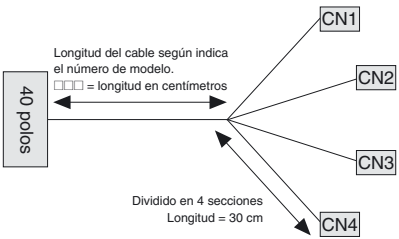
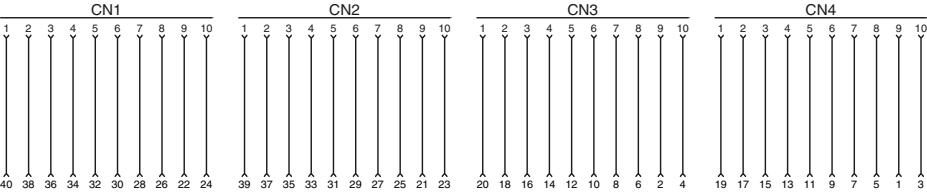
P2RV-4-□□□C/P2RV-4-□□□IMC



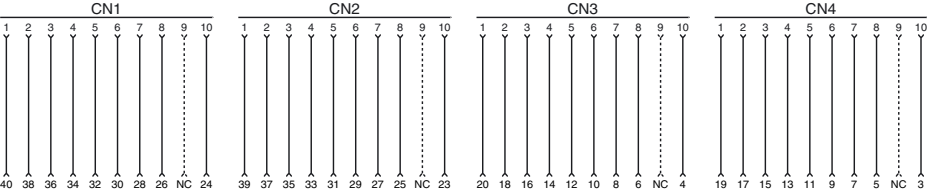
P2RV-4-□□□IFC

Montaje de IDC 4 x 10 polos para 4 x P2RVC-8-□-F

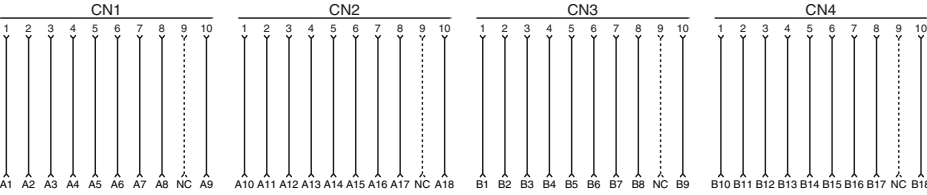
P2RV-4-□□□C



P2RV-4-□□□IMC



P2RV-4-□□□IFC



Montaje IDC de 40 polos para Omron PLC CJ1-OD232

Datos técnicos

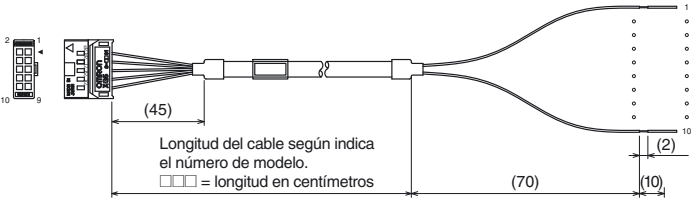
Línea de control	AWG28/0,08 mm ² , cobre con baño de estaño
Diámetro del cable	10,7 mm (un extremo dividido en 4 secciones: A, B, C, D)
Tensión de servicio	60 Vc.c.
Corriente continua por hilo de señal	0,5 A
Corriente total máx., 4 bytes, cada uno	1,0 A
Tensión de prueba	0,5 KV, 50 Hz, 1 min
Rango de temperatura de operación	-20°C a +50°C

P2RV-A□□□C

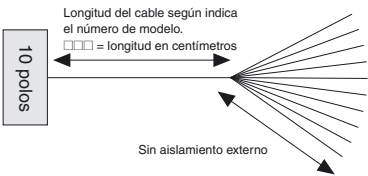
Cable, conector IDC unilateral de 10 polos, para conectar con P2RVC-8-□-F

Modelos disponibles

E/S	Referencia	Longitud del cable	Unidad de interfaz	Interfaz de PLC	Conectores
Universal (Salida/Entrada)	P2RV-A100C	1,0 m	P2RVC-8-□-F	-	MIL10 - Sin conector
	P2RV-A200C	2,0 m			
	P2RV-A300C	3,0 m			
	P2RV-A500C	5,0 m			



Montaje de IDC 10 polos para P2RVC-8-□-F



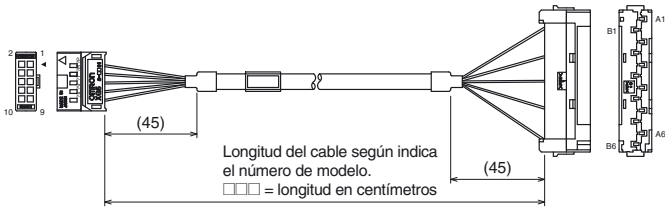
Datos técnicos

Línea de control	AWG26/0,14 mm ² , cobre con baño de estaño
Diámetro del cable	7,6 mm
Tensión de servicio	60 Vc.c.
Corriente continua por hilo de señal	0,5 A
Corriente total máx.	1,0 A
Tensión de prueba	0,5 KV, 50 Hz, 1 min
Rango de temperatura de operación	-20°C a +50°C

P2RV-A□□□C-OMR GRT1
P2RV-A□□□IC-OMR GRT1

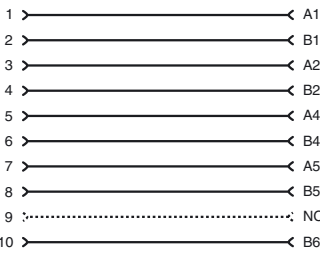
Modelos disponibles

E/S	Referencia	Longitud del cable	Unidad de interfaz	Interfaz de PLC	Conectores
Salida	P2RV-A050C-OMR GRT1	0,5 m	P2RVC-8-O-F	Módulo de E/S SmartSlice Serie GRT1 de OMRON GRT1-OD8(G)-1	XW7E 12 polos - MIL10
	P2RV-A100C-OMR GRT1	1,0 m			
Entrada	P2RV-A050IC-OMR GRT1	0,5 m	P2RVC-8-I-F	Módulo de E/S SmartSlice Serie GRT1 de OMRON GRT1-ID9(G)-1	
	P2RV-A100IC-OMR GRT1	1,0 m			

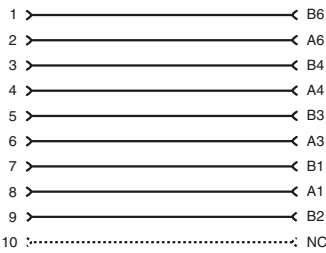


Montaje de IDC 10 polos para P2RVC-8-□-F

P2RV-A□□□C-OMR GRT1



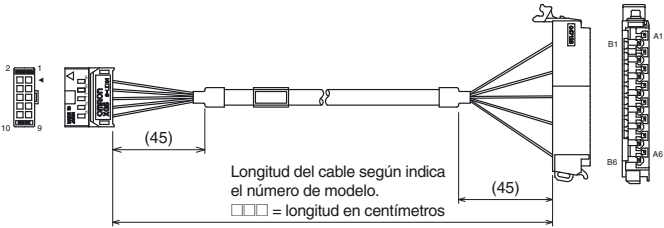
P2RV-A□□□IC-OMR GRT1



P2RV-A□□□C-OMR NX
P2RV-A□□□IC-OMR NX

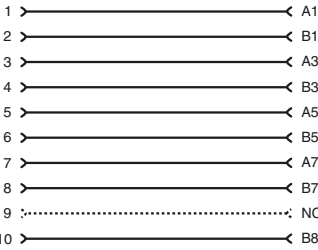
Modelos disponibles

E/S	Referencia	Longitud del cable	Unidad de interfaz	Interfaz de PLC	Conectores
Salida	P2RV-A050C-OMR GRT1	0,5 m	P2RVC-8-O-F	Módulo de E/S Serie NX de OMRON	XW7F 16 polos - MIL10
	P2RV-A100C-OMR GRT1	1,0 m			
Entrada	P2RV-A050IC-OMR GRT1	0,5 m	P2RVC-8-I-F		
	P2RV-A100IC-OMR GRT1	1,0 m			

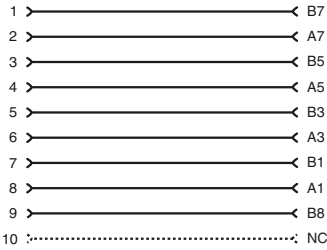


Montaje de IDC 10 polos para P2RVC-8-□-F

P2RV-A□□□C-OMR NX



P2RV-A□□□IC-OMR NX



P2RV-□□□C-SIM S7/□00

Cables para conectar Siemens S7/300 o S7/400 con 4 x P2RVC-8-□-F

Modelos disponibles

Referencia	Longitud del cable	Tipo PLC	Configuración
P2RV-200C-SIM S7/300	2,0 m	Siemens S7/300 4x1 Byte	
P2RV-250C-SIM S7/300	2,5 m		
P2RV-300C-SIM S7/300	3,0 m		
P2RV-500C-SIM S7/300	5,0 m		
P2RV-200C-SIM S7/400	2,0 m	Siemens S7/400 4x1 Byte	
P2RV-250C-SIM S7/400	2,5 m		
P2RV-300C-SIM S7/400	3,0 m		
P2RV-500C-SIM S7/400	5,0 m		

■ Relés individuales para mantenimiento

Composición de la referencia

G2RV-□ - □ □ □ - □ - □
1 2 3 4 5 6

- Número de polos**
1: 1 polo
- Terminales**
S: Enchufable
- LED indicador**
Nada: Sin LED
- Interruptor de prueba de relé**
Nada: Sin interruptor de prueba
I: Interruptor de prueba
- Material de los contactos**
Nada: AgSnIn
AP: AgSnIn bañado en oro
- Tensión nominal de bobina**
11 Vc.c., 21 Vc.c., 48 Vc.c.

Modelos disponibles

Referencia	Sustitución de
G2RV-1-S 11 Vc.c.	G2RV-SL700/500 12 Vc.c.
G2RV-1-S 21 Vc.c.	G2RV-SL700/500 24 Vc.c. G2RV-SL700/500 24 Vc.a./c.c.
G2RV-1-S 48 Vc.c.	G2RV-SL700/500 48 Vc.a./c.c. G2RV-SL700/500 110 Vc.a. G2RV-SL700/500 230 Vc.a.
G2RV-1-S-AP 11 Vc.c.	G2RV-SL700/500-AP 12 Vc.c.
G2RV-1-S-AP 21 Vc.c.	G2RV-SL700/500-AP 24 Vc.c. G2RV-SL700/500-AP 24 Vc.a./c.c.
G2RV-1-S-AP 48 Vc.c.	G2RV-SL700/500-AP 48 Vc.a./c.c. G2RV-SL700/500-AP 110 Vc.a. G2RV-SL700/500-AP 230 Vc.a.
G2RV-1-SI 21 Vc.c.	G2RV-SL701/501 24 Vc.c. G2RV-SL701/501 24 Vc.a./c.c.

G2RV-1-SI



G2RV-1-S



■ Barras de conexión

Composición de la referencia

P2RVM -□ □
1 2

- Número de polos**
020: 2 polos
030: 3 polos
040: 4 polos
100: 10 polos
200: 20 polos
- Color**
R: Rojo
S: Azul
B: Negro



Modelos disponibles

Referencia	Polos	Color
P2RVM-020□	2	Rojo (R) Azul (S) Negro (B)
P2RVM-030□	3	
P2RVM-040□	4	
P2RVM-100□	10	
P2RVM-200□	20	

□ color seleccionado: R = rojo, S = azul, B = negro

Especificación

Corriente má x. (EN60947-7-1 apartado 8.3.3/1991)	32 A
Tensión má x.	400 Vc.a.
Tensión má x. cuando se corta la barra de conexión sin utilizar placa de separación o soporte final	250 Vc.a.

■ Etiquetas de plástico para bases G2RV

Referencia	Cantidad por caja	Color
R99-15 para G2RV	1 unidad = 1 hoja = 120 etiquetas	Blanco



■ Etiquetas para bases G2RV

Referencia	Cantidad por caja	Color
R99-16 para G2RV	1 unidad = 1 hoja = 484 etiquetas adhesivas	Blanco



■ Placas de separación

Referencia	Descripción
P2RV-S	Proporciona aislamiento entre relés adyacentes para conseguir aislamiento de 400 V.



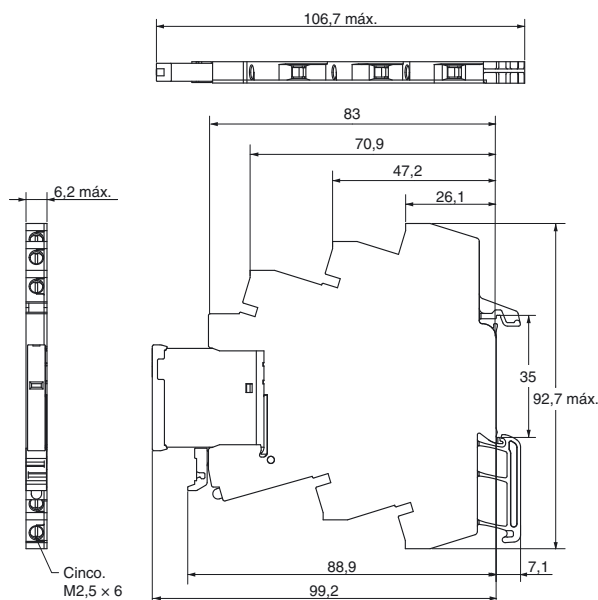
Dimensiones

Nota: Todas las dimensiones se expresan en milímetros, a menos que se especifique lo contrario.

Unidad completa

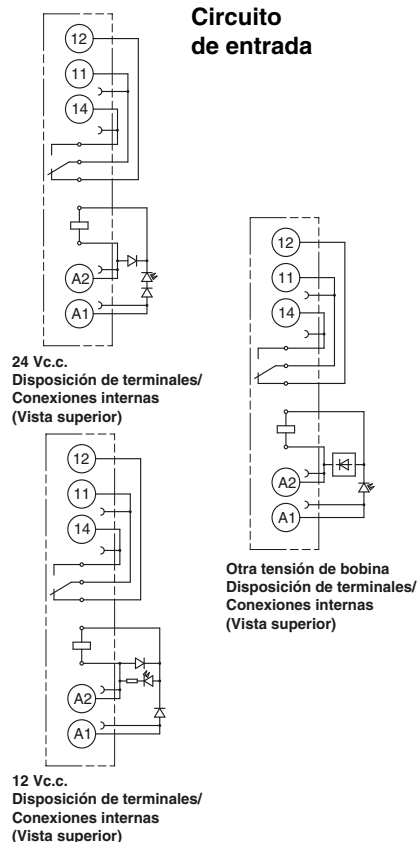
G2RV-SL700
G2RV-SL700-AP

Dimensiones



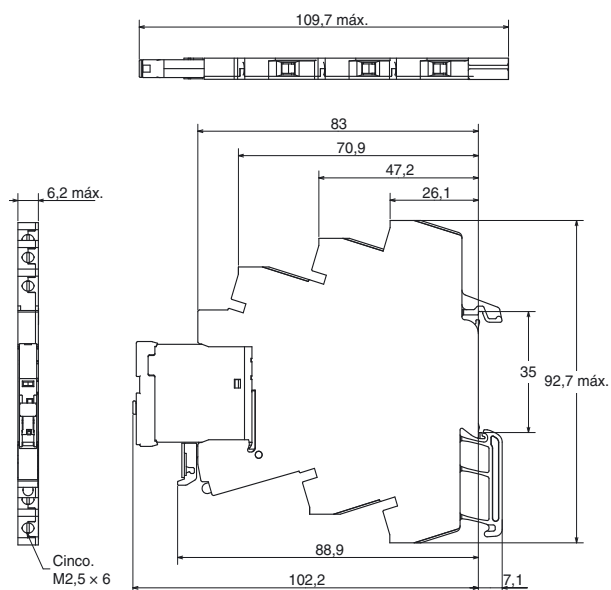
Disposición de terminales

Circuito de entrada



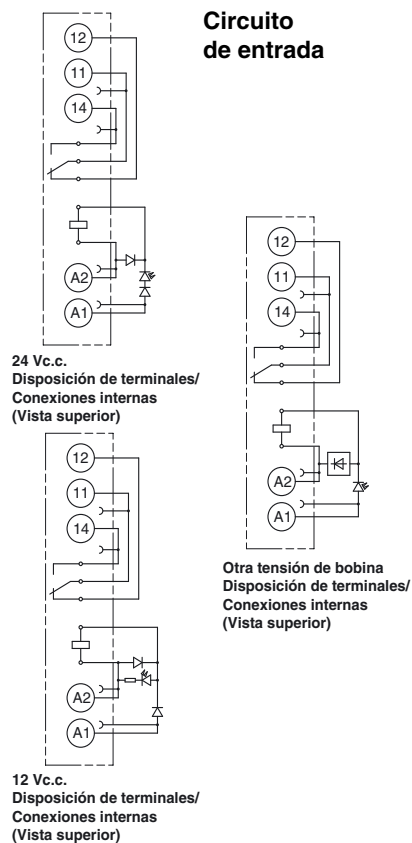
G2RV-SL701

Dimensiones



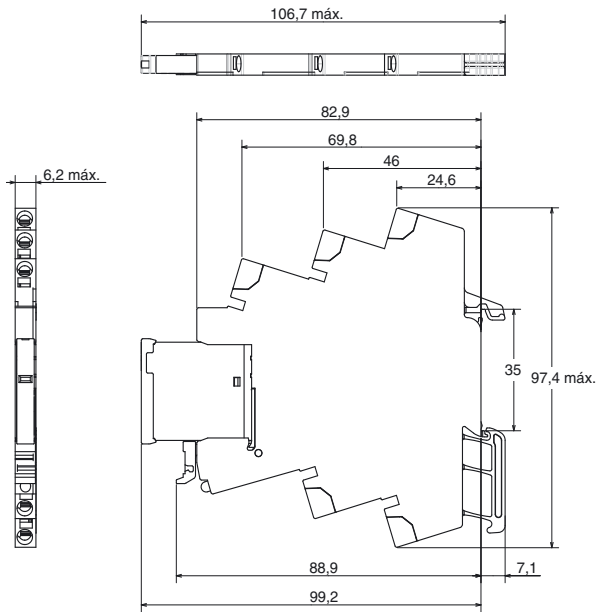
Disposición de terminales

Circuito de entrada



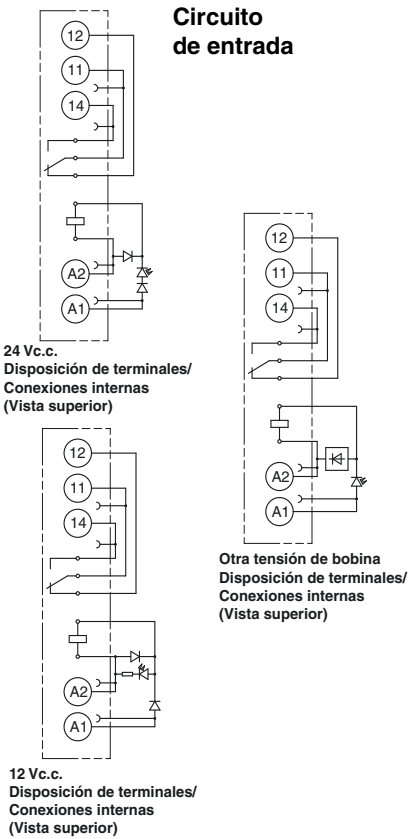
G2RV-SL500
G2RV-SL500-AP

Dimensiones



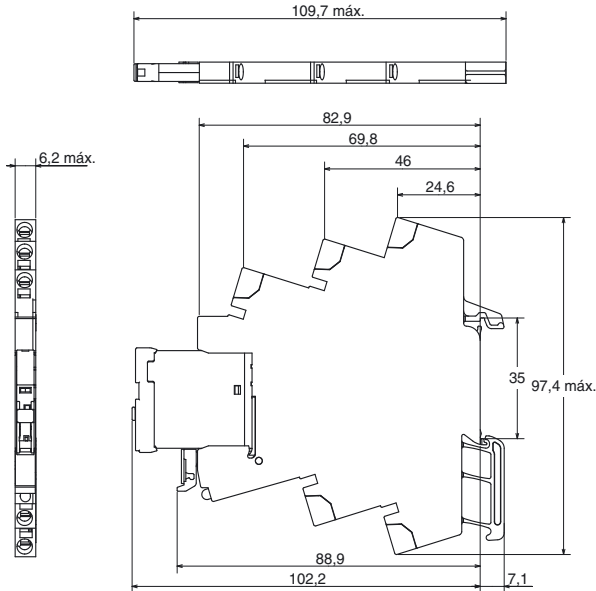
Disposición de terminales

Circuito de entrada



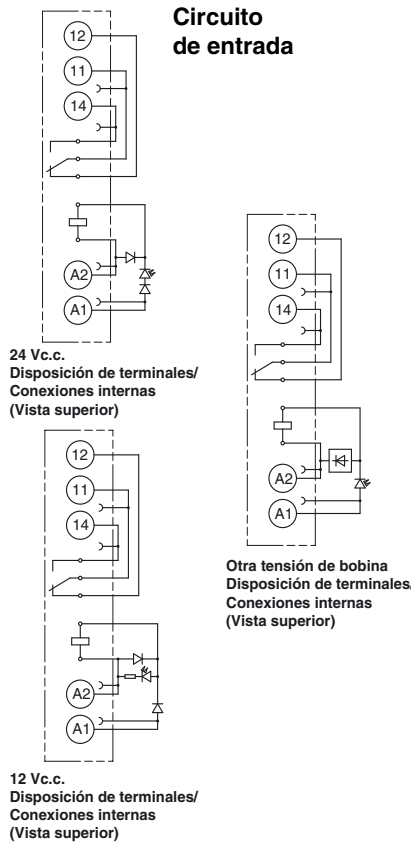
G2RV-SL501

Dimensiones



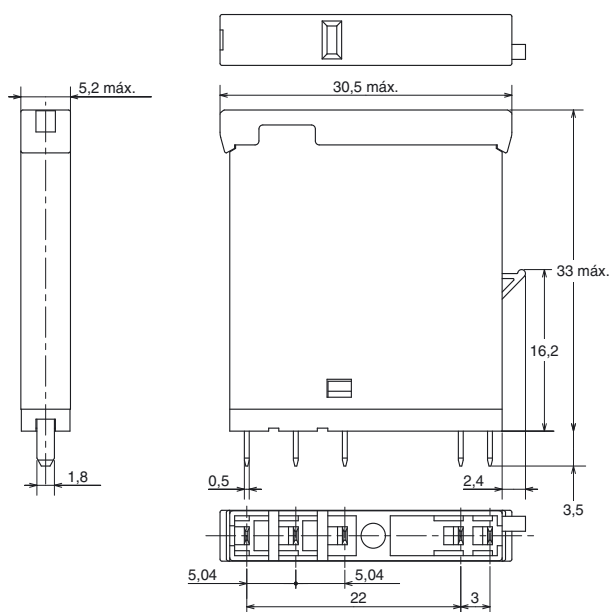
Disposición de terminales

Circuito de entrada

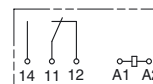


Relé individual

G2RV-1-S
G2RV-1-S-AP

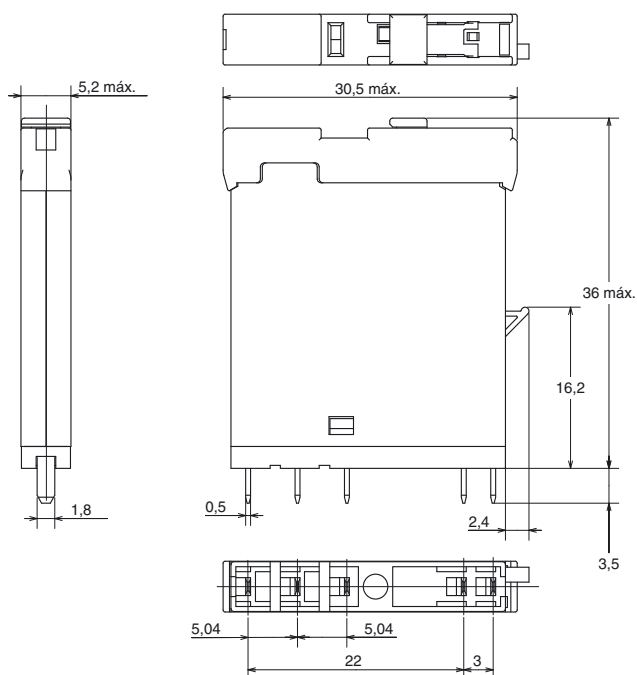


Circuito de entrada

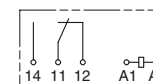


Disposición de terminales/
Conexiones internas
(Vista inferior)

G2RV-1-SI



Circuito de entrada



Disposición de terminales/
Conexiones internas
(Vista inferior)

Instalación

Herramientas

Serie G2RV-SL70□: Se debe usar un destornillador de cabeza plana para montar o desconectar los cables.

Serie G2RV-SL50□: Se debe usar un destornillador de cabeza plana para montar cables trenzados con férulas o desconectar los cables.

Destornillador aplicable

- Cabeza plana, punta recta, 2,5 mm de diámetro (3,0 mm máx.)

- Boca plana, punta paralela



- Boca plana, punta acampanada



No se puede utilizar.

Ejemplos: FACOM AEF.2.5×75E (AEF. 3×75E)
 VESSEL N° 9900-(-)2,5×75 (N° 9900-(-)3×100)
 WAGO 210-119
 WIHA 260/2,5×40 (260/3×50)

*Biselar la punta del destornillador mejora la inserción cuando se usa como herramienta exclusiva.

P2RVC-8-O-F (solo para la serie G2RV-SL70□)

Modelos disponibles

Referencia	Descripción	Conexión
P2RVC-8-O-F	Interfaz de salida de PLC para la serie 8x G2RV-SL70□ Tipo PNP	Conector de cable plano 10 polos, IEC603/1

Cables aplicables

Medidas de los cables aplicables

Serie G2RV-SL700

Tecnología de abrazadera prisionera

Tipo de cable	Medidas de cables aplicables	Longitud de pelado
Trenzado sin férulas	0,5 – 2,5 mm ²	7 mm
Trenzado con férulas y collar de plástico	0,5 – 2,5 mm ²	7 mm
Trenzado con puntera y sin collar de plástico	0,5 – 2,5 mm ²	7 mm
Rígido	0,5 – 2,5 mm ²	7 mm

Serie G2RV-SL500

Tecnología por presión

Tipo de cable	Medidas de cables aplicables	Longitud de pelado
Trenzado sin puntera	0,5 – 2,5 mm ²	12 mm
Trenzado con puntera y collar de plástico	0,5 – 2,5 mm ²	12 mm
Trenzado con puntera y sin collar de plástico	0,5 – 2,5 mm ²	12 mm
Rígido	0,5 – 2,5 mm ²	12 mm

■ Cableado

Utilice cables de las medidas aplicables especificadas más arriba. La longitud del conductor al descubierto debe ser de 7 mm para la serie G2RV-SL700 y de 12 mm para la serie G2RV-SL500.

G2RV-SL700

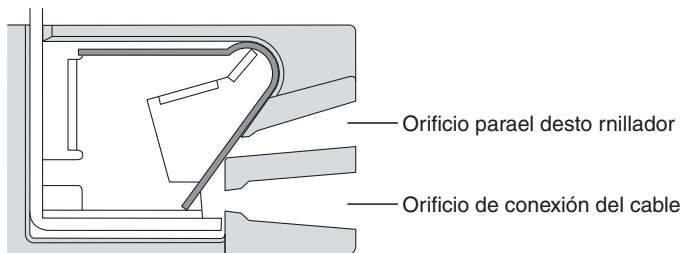


G2RV-SL500

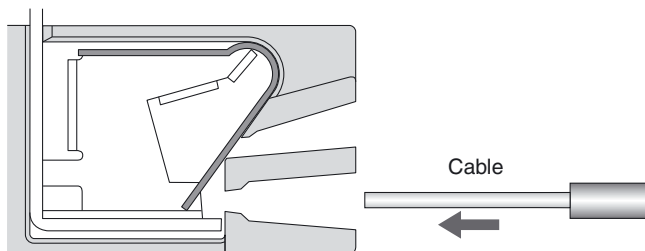


Fig. 1 Longitud al descubierto del

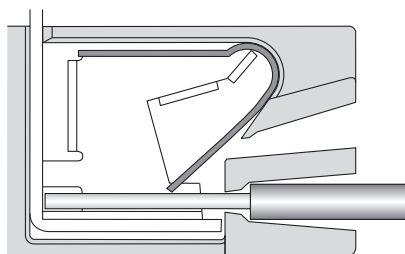
Procedimiento de cableado para la serie G2RV-SL500



● Cableado



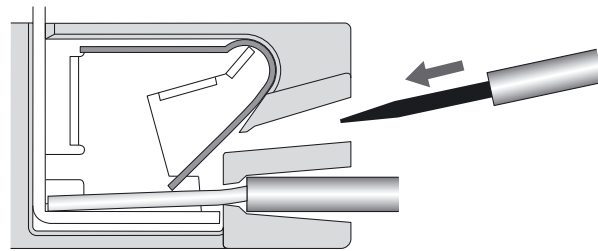
Inserte el conductor al descubierto en el orificio de conexión.



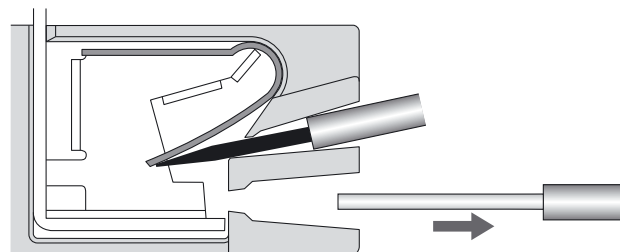
No se requieren otras herramientas.

Nota: En el caso de cables trenzados sin férulas, el destornillador se debe insertar antes que el cable.
El destornillador se debe retirar después de insertar por completo el cable.

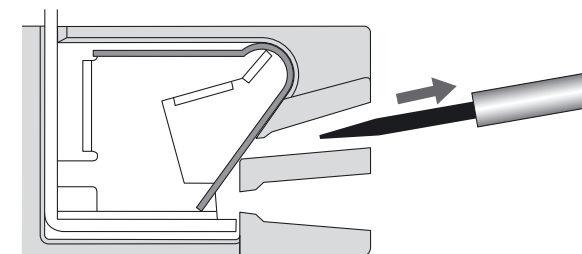
● Extracción



Inserte el destornillador especificado en el orificio de liberación.



Extracción del cable.

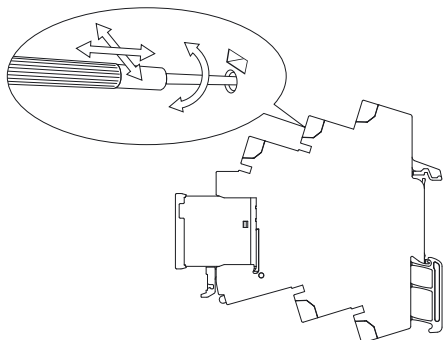


Extracción del destornillador.

Precauciones

Precauciones durante la conexión

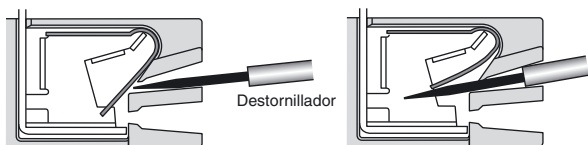
- No mueva el destornillador hacia arriba, hacia abajo, ni de lado a lado mientras esté insertado en el taladro. Si lo hace puede dañar los componentes internos (p. ej., deformación del muelle de la abrazadera o grietas en la carcasa) o provocar un deterioro del aislamiento.
- No inserte el destornillador en ángulo. Si lo hace puede romper el lado de la base y provocar un cortocircuito.



- No inserte más de un cable en el taladro. Los cables pueden hacer contacto con el muelle, provocando un aumento de temperatura o quedar expuestos a que salten chispas.



- Inserte el destornillador por la pared del taladro como se muestra más abajo.



- Si hay un líquido lubricante, como aceite, en la punta del destornillador, éste puede escurrirse, provocando lesiones al operador.
- Inserte el destornillador en la parte inferior del taladro. Es posible que no se puedan conectar los cables adecuadamente si el destornillador no se inserta de manera correcta.

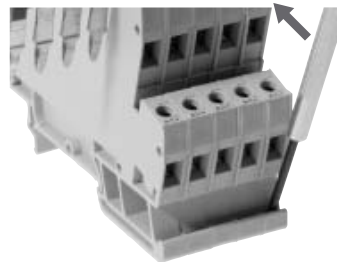
Precauciones Generales

- No utilice este producto si se ha caído al suelo. La caída del producto puede afectar adversamente su funcionamiento.
- Confirme que la base está sujeta de manera segura al carril de montaje antes del cableado. Si la base está montada de forma insegura, puede caerse y lesionar al operador.
- Asegúrese de que la base no está cargada durante el cableado y mantenimiento. No hacerlo puede provocar una descarga eléctrica.

- No derrame agua ni líquidos limpiadores en el producto. Esto podría provocar una descarga eléctrica.
- No utilice la base en lugares expuestos a disolventes o químicos alcalinos.
- No utilice la base en lugares expuestos a luz ultravioleta (p. ej., luz solar directa). Hacerlo puede provocar marcas de decoloración, óxido, corrosión o deterioro de la resina.
- No tire el producto al fuego.

Extracción del carril de montaje

Para extraer la base del carril de montaje, inserte la punta del destornillador en el carril de soporte, y muévelo en la dirección que se muestra más abajo.



Precauciones para la operación del interruptor de prueba

■ **Herramienta: Serie G2RV-SL701/501:**
Para la operación del interruptor de prueba debe utilizarse un destornillador de boca plana de 2,5 mm de ancho.

- Cabeza plana, punta recta, 2,5 mm de diámetro (3,0 mm máx.)

- Boca plana, punta paralela



- Boca plana, punta acampanada



No se puede utilizar.

Precauciones:

- En la operación de un interruptor de prueba, hay que desconectar el sistema de alimentación eléctrica.
- Una vez finalizada la operación de un interruptor de prueba, hay que devolverlo a su estado original.
- No utilice el interruptor de prueba como un interruptor.
- La vida útil de funcionamiento de un interruptor de prueba es superior a 100 veces.
- Evite el uso de la palanca de enclavamiento en estado ON con corriente durante mucho tiempo, más de 24 horas, para mantener el rendimiento inicial en la comprobación de operación.

TODAS LAS DIMENSIONES SE ESPECIFICAN EN MILÍMETROS.

Para convertir milímetros en pulgadas, multiplique por 0,03937. Para convertir gramos en onzas, multiplique por 0,03527.



CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFIA

- [1] Instron: Máquinas de ensayo de materiales para Tracción, Fatiga, Impacto, Reología y Ensayos Estructurales - Instron. (2019). Recuperado de:
<https://www.instron.es/>
- [2] F.F. ESPINOSA. *Pruebas mecánicas en metales*. Monterrey: UANL, 1982.
- [3] UNE-EN 10274: Materiales metálicos. Ensayo de caída de masa.
- [4] OLSSON et al. *Delamination threshold load for dynamic impact on plates*. Science direct, 2005, 43 (2006) 3124–3141.
- [5] L. GUNAWAN, T. DIRGANTARA, I. S. PUTRA. *Development of a Dropped Weight Impact Testing Machine*. International Journal of Engineering & Technology ,2011, 11 (6).
- [6] YOUNG, FREEDMAN. *Fisica universitaria Sears-Zemansky* Vol.1, Edición 12. México: Pearson, 2009.
- [7] J.M. GERE. Timoshenko: Resistencia de materiales. Madrid: Espasa-Calpe, 1957.
- [8] LUIS F. SESÉ, ELIAS L., FRANCISCO A. DIAZ. *Full-field 3D displacement and strain analysis during low energy impact tests employing a single-camera system*. Thin-Walled Structures, 2020, 148.
- [9] ASTM D7136/D7136M-12: *Standard Test Method for Measuring the Damage Resistance of a Fiber-Reinforced Polymer Matrix Composite to a Drop-Weight Impact Event*.
- [10] UNE 56-754-88: Tableros de partículas. Ensayos. Determinación de la resistencia al impacto.



- [11] ÁNGELA QUIRÓS. Diseño de una máquina de impacto por caída libre. Universidad de Jaén, 2020.
- [12] Modelos 3D, dibujos 2D y archivos CAD gratuitos - TraceParts. (2019). Recuperado de: <https://www.traceparts.com/es>
- [13] A.J.M. Hidráulica y Neumática – (2019). Recuperado de: <https://www.ajm.es/>
- [14] T.C. CHU, W.F. RANSON, M.A. SUTTON, W.H. PETERS. *Applications of digital-imagen-correlation techniques to experimental mechanics*. 1985
- [15] RAMESH TALREJA, NAM PHAN. *Assessment of damage tolerance approaches for composite aircraft with focus on barely visible impact damage*. Composite Structures, 219, 2019.