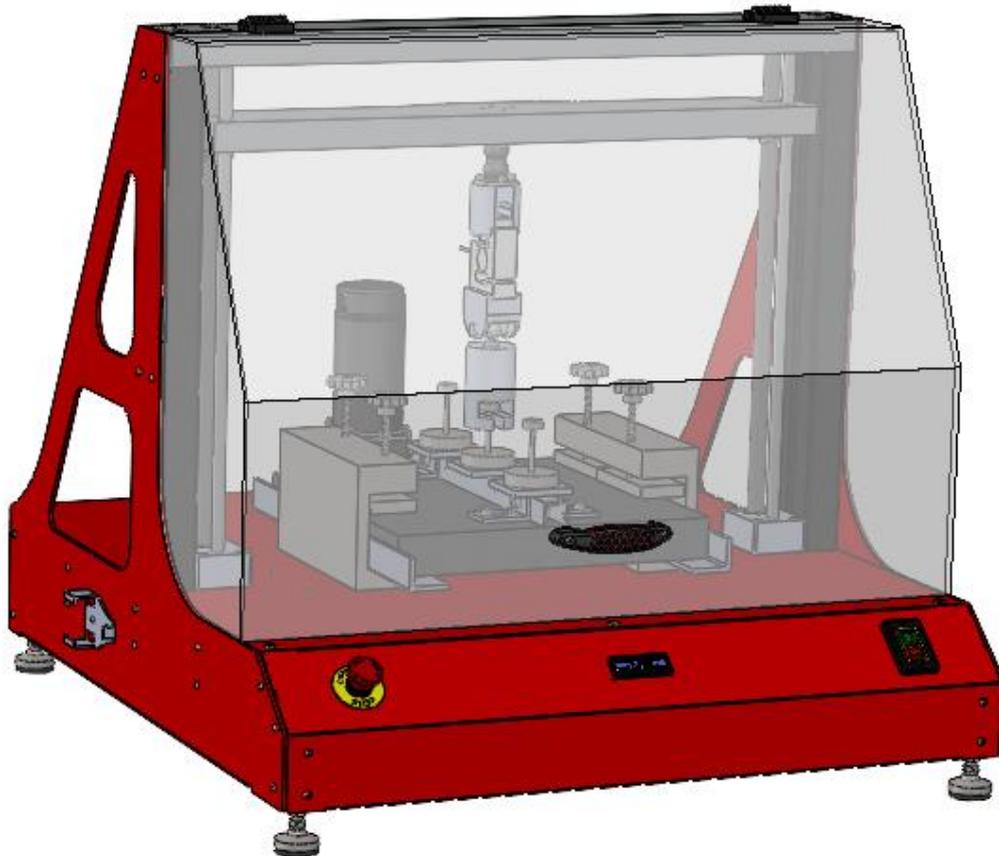


# MÁQUINA DE ENSAYOS PARA ANCLAJES DE BALDOSAS CERÁMICAS EN FACHADAS VENTILADAS

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto



Alumno

Óscar Piñón Bayo

Tutor

Jorge Manuel Barrera Marzá

Castellón, Octubre 2023



## PRÓLOGO

Este Trabajo de Fin de Grado que se presenta a continuación, consiste en la creación de una máquina de ensayos, para la empresa Keraben, donde se llevarán a cabo pruebas en anclajes, para utilizarlos posteriormente en fachadas ventiladas.

El mismo, ha sido redactado como parte de los requisitos de graduación del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto de la Universitat Jaume I de Castellón de la Plana. El periodo de investigación y redacción empieza en Noviembre de 2022, hasta Octubre de 2023.

El proyecto se ha llevado a cabo bajo petición de mi profesor de prácticas Julio Serrano Mira. La pregunta principal del trabajo, ha sido formulada junto con mi tutor Jorge Manuel Barrera Marzá, que siempre ha estado disponible y dispuesto a ayudarme en todas las cuestiones.

El proceso de investigación ha sido tedioso, pero realizar un estudio tan exhaustivo me ha permitido realizar el trabajo y más importante, me ha ayudado a mejorar y descubrir, nuevas y distintas facetas como diseñador.

Me gustaría, por último, darles las gracias por el apoyo durante todo el proceso de la realización del trabajo a mis padres, Alejandro y Verónica.

Espero que se disfrute la lectura;

Óscar Piñón, a 6 de Octubre de 2023.

# VOLUMEN 0

---

## ÍNDICE GENERAL

# ÍNDICE GENERAL

<b>Volumen I; Memoria</b>	<b>9</b>
Introducción	12
1. Objeto	13
2. Alcance	14
3. Antecedentes	15
4. Fundamentos y conceptos	20
5. Funcionamiento de una máquina universal de ensayos	29
6. Requisitos de diseño	34
7. Normas y referencias	40
8. Análisis de soluciones	46
9. Resultado final	53
10. Orden de prioridad entre documentos	88
11. Ejemplos gráficos de los ensayos	89
12. Conclusiones finales	91
<b>Volumen II; Anexos</b>	<b>92</b>
Anexos I; Búsqueda de información y cálculos necesarios	94
Anexos II; Estudio de materiales y procesos de fabricación	121
<b>Volumen III; Planos</b>	<b>132</b>
<b>Volumen IV; Pliego de condiciones</b>	<b>165</b>
<b>Volumen V; Presupuestos</b>	<b>188</b>



## HOJA DE IDENTIFICACIÓN

### Título del TFG:

Máquina de ensayos de anclaje para fachadas ventiladas.

### Persona jurídica que ha encargado el proyecto:

Universitat Jaume I

CIF: Q-6250003-H

Dirección: Av. De Vicent Sos Baynat, S/N, 12071, Castellón de la Plana, España

Tlf: +34 964 72 80 00

### Autor del proyecto:

Nombre: Óscar Piñón Bayo

DNI: 53787847R

Facultad: Escuela Técnica Superior De Ciencias Experimentales

Titulación: Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

Dirección: C/ Concepción, 47, PB, 12200, Onda, España

Tlf: +34 645 48 22 11

Email: al386666@uji.es

### Tutor encargado:

Nombre: Jorge Manuel Barrera Marzá

Facultad: Escuela Técnica Superior De Ciencias Experimentales

Área: Ingeniería de los Procesos de Fabricación

Titulación: Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

Despacho: TC2441DD



# VOLUMEN I

---

MEMORIA

# ÍNDICE

VOL. I; MEMORIA

Introducción	12
1. Objeto	13
2. Alcance	14
3. Antecedentes	15
3.1 Datos históricos	15
3.2 Búsqueda de información	16
3.3 Otros diseños en el mercado	18
4. Fundamentos y conceptos	20
4.1 Diagrama de tensión-deformación	24
4.2 Tecnología de la fachada ventilada ¿Qué es?	26
4.3 Tipos de fachadas ventiladas	26
5. Funcionamiento de una máquina universal de ensayos	29
5.1 Clasificación	29
5.2 Análisis del producto	32
6. Requisitos de diseño	34
6.1 Introducción	34
6.2 Requisitos de los ensayos a realizar	34
6.3 Requisitos y especificaciones de la máquina	38
7. Normas y referencias	40
7.1 Disposiciones legales y normas aplicadas	40
7.2 Programas empleados	41

7.3 Bibliografía	42
8. Análisis de soluciones	46
8.1 Primeras propuestas	46
8.2 Análisis detallado con método cualitativo y DATUM	50
9. Resultado final	53
9.1 Descripción general y proceso de diseño	55
9.2 Descripción detallada	62
9.3 Estudio ergonómico	81
9.4 Materiales y fabricación	85
10. Orden de prioridad entre documentos	88
11. Ejemplos gráficos de los ensayos	89
12. Conclusiones finales	91

## INTRODUCCIÓN

El avance de la tecnología y la industria en el siglo XXI es imparable.

Nunca en la historia se ha invertido tanta masa económica y social para la investigación y el estudio de materiales y compuestos, que tienen ciertas mejoras sobre los anteriores, pero que es necesario conocer otra serie de propiedades, para adecuar los procesos de fabricación y un uso valioso.

De las infinitas propiedades de un material, a este trabajo le conciernen las propiedades mecánicas, conseguidas estas a través de ensayos, mayoritariamente destructivos, sobre las muestras del material o compuesto. El lugar donde se realizan estos ensayos se llaman “máquinas de ensayo”.

Existen diferentes tipos de estas máquinas; de mayor orden económico, que impriman fuerzas de varios tipos, diferentes intensidades sobre los materiales, etc. Pero, también debemos tener en cuenta las máquinas que se limitan a determinar ciertas características específicas, que puedan tener un orden económico menor y de un tamaño inferior, además de sus innovaciones.

## 1. OBJETO

En este Trabajo de Fin de Grado (TFG), se describe el diseño y la creación de una máquina de ensayo de materiales para la empresa “Keraben”, la cual, la utilizará para el ensayo de distintos materiales para anclajes de baldosas cerámicas en fachadas ventiladas.

“Keraben”, es una empresa que investiga y ofrece pavimentos y revestimientos porcelánicos, y que además, colabora con la Universidad Jaume I en múltiples ocasiones y proyectos.

En este caso, la demanda es evidente porque estos nuevos anclajes, de distintas formas que se quieren estudiar, se envían directamente a la universidad, donde sí se disponen de estas máquinas. La empresa quiere ahorrar ese tiempo y gasto económico que eso genera, por lo que, el fin perseguido, es la creación de esta máquina de ensayos y la utilización de esta, por parte de la empresa.

*Cabe recordar, que aunque la empresa requiera la máquina, la realización de este trabajo es puramente académica, por lo que el diseño es totalmente propio y libre, dentro de las normas de seguridad y realización de las pruebas.*



Imagen 1. Logo empresa Keraben. (Keraben.com)

## 2. ALCANCE

El planteamiento del proyecto abarca desde la fase inicial de creación de las primeras ideas y bocetos, su estudio, análisis y comparación entre ellas, hasta la selección del modelo definitivo y su desarrollo completo.

En el transcurso del TFG se realizarán las siguientes fases:

- Antecedentes.
- Búsqueda de información.
- Requisitos de diseño.
- Normas y referencias.
- Diseño conceptual.
- Análisis de soluciones y selección.
- Descripción general de la máquina.
- Diseño de detalle.
- Diseño final.
- Estudio de los materiales.
- Procesos de fabricación.
- Planos.
- Cálculo de costes.

El principal mercado objetivo de este producto son las industrias cerámicas, que investigan sobre nuevos materiales y compuestos, que desean realizar estudios y ensayos, con una máquina más pequeña, de menor coste, pero a la vez fiable y precisa en los datos específicos que se quieren obtener, como en este caso, la empresa demandante “Keraben”.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1. DATOS HISTÓRICOS

Desde tiempos prehistóricos, el progreso y la evolución de las civilizaciones han estado intrínsecamente ligados a la habilidad de sus habitantes para crear y dar forma a los materiales esenciales para cubrir sus necesidades. Los recursos y materiales de construcción han desempeñado un papel fundamental en la supervivencia y la mejora del bienestar humano.



Imagen 2. Evolución histórica de la importancia relativa de los materiales. (Web UPV)

La madera, la piedra, el hierro, el hormigón, el ladrillo y el aluminio han sido los materiales más comunes en la construcción a lo largo de la historia. No obstante, en la actualidad, se están explorando nuevos materiales, como los compuestos, que consisten en fibras fusionadas con una matriz de resina. Estos materiales compuestos se emplean en una amplia gama de industrias, como la aeroespacial, la automotriz y la aeronáutica, entre otras.

La constante evolución e innovación en los materiales ha requerido la realización de diversas pruebas para evaluar sus características y propiedades. Con el tiempo, estas se han estandarizado y regulado, lo que ha llevado a la necesidad de utilizar instrumentos y maquinaria especializada para llevar a cabo dichos ensayos.

Información extraída de upv.com.

### 3.2. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

Una máquina de ensayos universal, es un dispositivo que se asemeja a una prensa y es utilizado para llevar a cabo pruebas en materiales, con el propósito de evaluar y medir sus características y propiedades.

Su función principal radica en verificar la resistencia de un material. Para lograrlo, se aplican cargas a una probeta con dimensiones previamente definidas y, posteriormente, se registra gráficamente la carga necesaria para deformarla, así como la carga en el momento de la ruptura del espécimen.



Imagen 3. Operario colocando una probeta sobre una máquina de ensayos universal. (Web Instron)

Hay diferentes tipos de ensayos que se pueden realizar en esta máquina; Ensayo de tracción, compresión, tracción, cizalladura, flexión, y ductilidad a la flexión, siendo todos ellos de carácter destructivo.

Con cada uno de estos ensayos, obtenemos resultados, donde evaluamos diferentes propiedades como; el módulo de Young, límite elástico, la resistencia a tracción, compresión y flexión, dureza, etc.

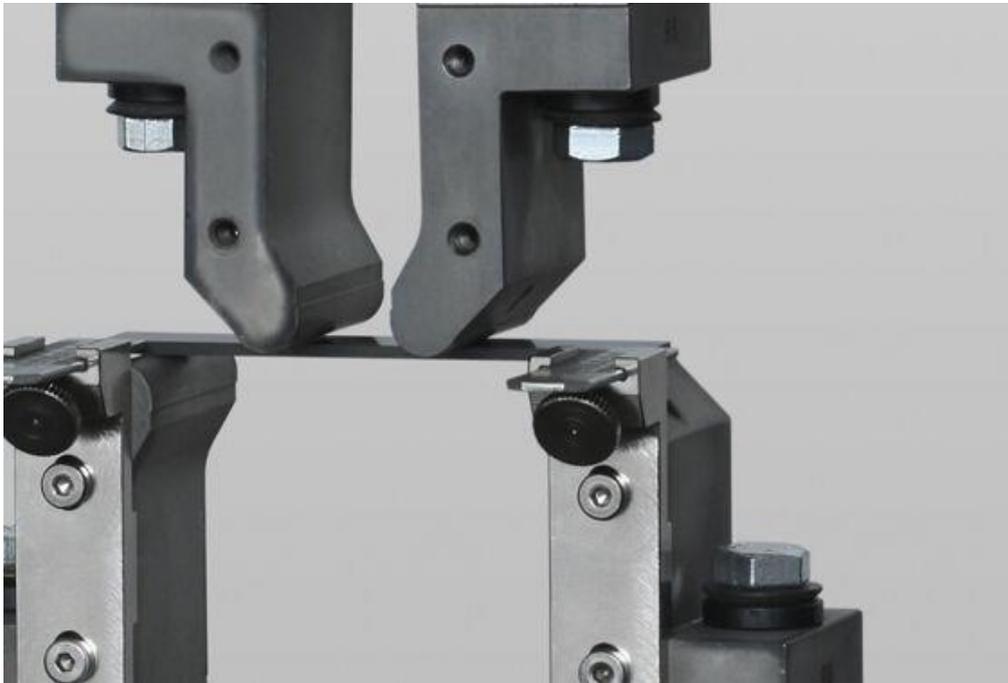


Imagen 4. Ensayo de flexión en 4 puntos. (Web Zwickroell)

Las máquinas de ensayo cuentan con dos partes esenciales:

Un sistema para aplicar cargas sobre una probeta y un sistema de medida de esa carga aplicada. Otras partes serían los dispositivos de agarre o apoyo, paneles de control, registros, etc.

Existen dos grupos de máquinas, diferenciadas por el sistema de generación de esfuerzos:

- Máquinas de engranaje y tornillo; formado por un sistema de engranajes, accionados por un motor eléctrico.
- Máquinas hidráulicas; formadas por un sistema hidráulico, donde el líquido hidráulico es impulsado por una bomba desde un motor eléctrico o de forma manual. Capacidad de carga mucho mayor.

### 3.3. OTROS DISEÑOS EN EL MERCADO

En este punto se realiza un estudio de los actuales diseños de máquinas de ensayos para anclajes en fachadas ventiladas. Se ha buscado por el mercado, distintos fabricantes para que nuestro diseño se pueda nutrir de ciertas ideas y características que ofrecen los modelos en sus catálogos, pero sobre todo, qué aspectos se pueden mejorar.



**Flexímetro serie FLS 1000 kg:** Es el primer ejemplo de máquina con accionamiento electromecánico, equipada con una base de acero inoxidable, donde se colocan los soportes, ajustables manualmente y de forma individual. Cuentan con un dispositivo de seguridad, que detiene la máquina si se abre.

Imagen 5. Flexímetro serie FLS 1000kg. (Caslab.es)

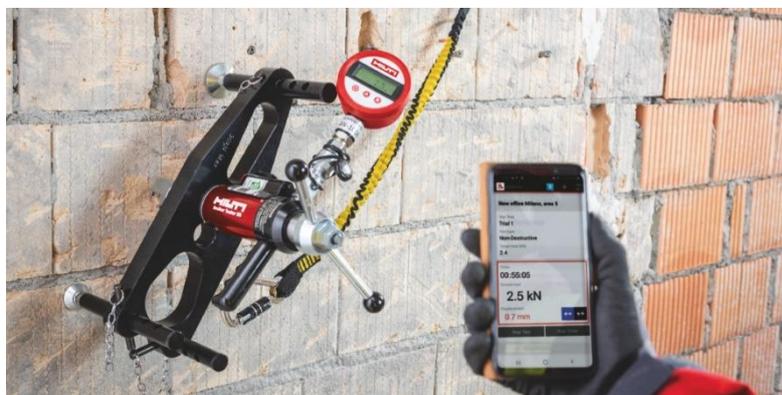


Imagen 6. Máquina de ensayo directo. (Hilti.com)

**Máquina ensayo directo de HILTI:** Es el segundo ejemplo, donde se realiza un ensayo sobre los anclajes instalados en la propia fachada. Útil en casos no estándar, dando la tranquilidad de que el anclaje funcionará como se requiere en ese caso, además de proporcionar documentación de calidad de instalación. A parte de la máquina, un punto a favor es la conectividad directa durante el ensayo hacia un dispositivo móvil.



Imagen 7. Dinamómetro M2000 PRO Tester. (Hidrajaws.com)

**Dinamómetro M2000 PRO Tester Hidrajaws:** Es el tercer y último ejemplo que se extrae desde el mercado. Otra máquina que permite el ensayo en los anclajes instalados sobre la fachada donde se va a construir. Es una solución similar a la anterior, donde se realiza el test de manera manual, con opciones de manómetro analógico o digital.

Como se aprecia en estos 3 diseños anteriores, la funcionalidad prima en este tipo de máquinas, muy por encima de la forma. Existen variedad de máquinas, pero ninguna destaca por un diseño diferente o rompedor, dentro de lo que cabe, adecuado a estos nuevos tiempos, donde una estética diferente y la variedad se abren camino.

Además de la estética, cada diseño se centra en un mismo tipo de ensayo, limitándola muchísimo. Este es un punto a tener muy en cuenta para nuestra máquina, ya que el hecho de que pueda ser multifuncional e implementar innovaciones de distinto carácter, sería una gran ventaja respecto a las máquinas del mercado.

## 4. FUNDAMENTOS Y CONCEPTOS

### 4.1. DIAGRAMA DE TENSIÓN-DEFORMACIÓN

La resistencia de un material no es el único factor a considerar durante el ensayo. Otras propiedades, como la rigidez, dureza, tenacidad y ductilidad, también desempeñan un papel importante en la clasificación. Estas propiedades se evalúan después de realizar los ensayos al comparar los resultados obtenidos con los valores de referencia establecidos.

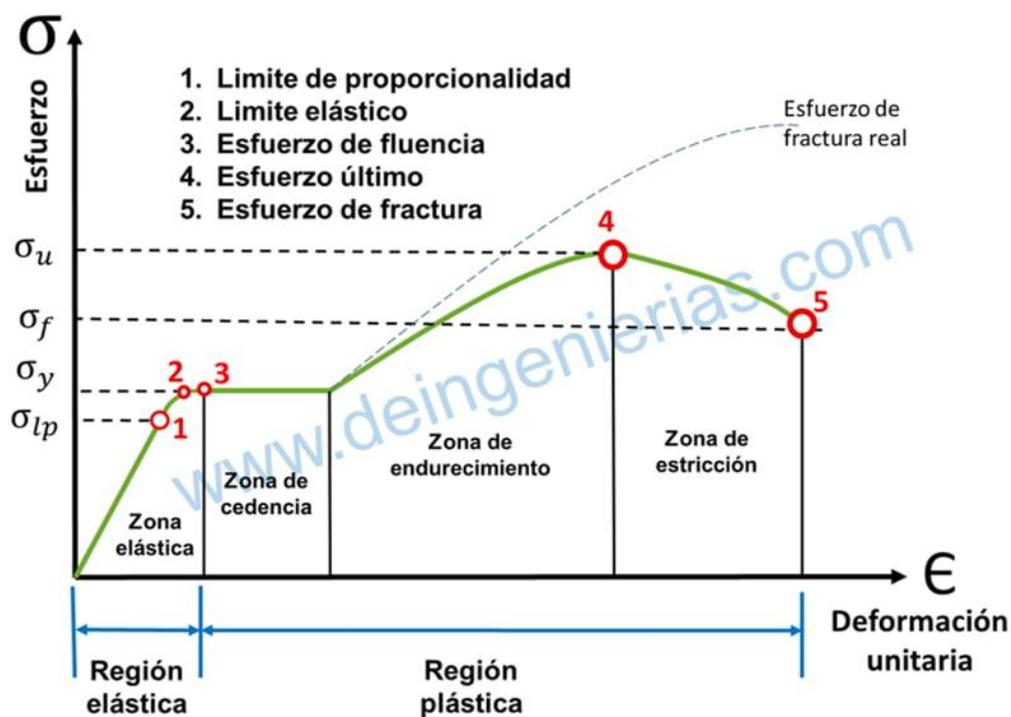


Imagen 8. Diagrama Tensión-Deformación con distintos parámetros y zonas. (Web DeIngenierias)

Los parámetros siguientes, se tienen que tener en cuenta para interpretar de manera correcta una prueba realizada:

- En mecánica de materiales, el concepto de **esfuerzo** se refiere a la fuerza que actúa sobre cada unidad de superficie en un material.
- La **deformación** es el proceso mediante el cual un material experimenta un cambio en su forma original cuando se encuentra bajo la influencia de esfuerzos externos. Hay dos tipos;

Las deformaciones elásticas se presentan cuando un material deformado aún conserva sus propiedades de elasticidad que tratan de recuperar la forma original de un material.

Las deformaciones plásticas son aquellas deformaciones permanentes, en las que un material pierde sus propiedades elásticas y se comporta plásticamente.

- **Límite de proporcionalidad:** Cuando un material se somete a una fuerza de tracción, inicialmente intenta resistir la deformación y volver a su forma original siempre y cuando la fuerza no supere este límite.

Si en este punto el esfuerzo aplicado supera este límite, el material aún puede comportarse de manera elástica, pero ya no puede recuperar completamente su forma original.

- **Límite elástico;** Es la tensión a partir de la cual el material no puede recuperar completamente su forma original después de ser descargado.
- **Límite de fluencia;** Tensión existente en la sección de una probeta sometida a un ensayo, en el instante en que se inicia la fluencia o deformación plástica del mismo. En esta fase, el material se deformará plásticamente y al retirar la carga, ya no regresará a su forma original.
- **Tensión de rotura;** Máxima tensión alcanzada en la sección de una probeta, sometida a un ensayo. Es la máxima ordenada de la curva en la gráfica.
- **Esfuerzo de rotura;** Es el punto en el que el material sometido a la tensión finalmente se fractura de manera irreversible.

## LEY DE HOOKE

Las fuerzas generadas por la tensión en materiales elásticos dan lugar al cumplimiento de la ley de Hooke. Dicha ley establece una correspondencia entre el esfuerzo aplicado y la alteración en la forma que un objeto experimenta cuando se le somete a una carga. Esta relación se mantiene válida hasta que el material llega al límite de proporcionalidad.

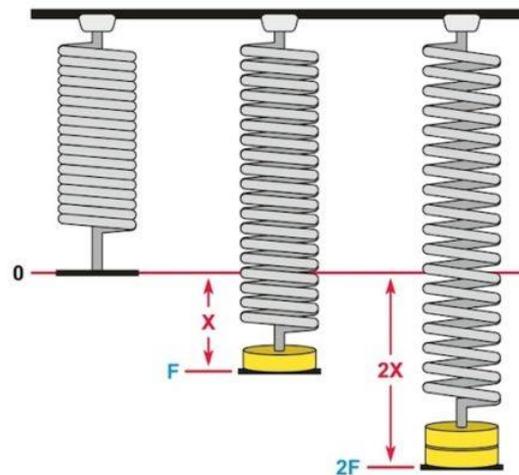


Imagen 9. Ejemplo de la Ley de Hooke. (Web Wikipedia)

El esfuerzo y la deformación son directamente proporcionales, y la constante de proporcionalidad entre ellos se conoce como el módulo de elasticidad, también denominado módulo de Young.

El módulo de Young es un parámetro que indica la relación existente (en la zona de comportamiento elástico de dicho material) entre los incrementos de tensión aplicados en el ensayo y los incrementos de deformación longitudinal unitaria producidos. Equivale a la tangente en cada punto de la zona elástica en la gráfica tensión-deformación obtenida del ensayo.

El módulo de elasticidad indica la rigidez de un material: cuanto más rígido es un material mayor es su módulo de elasticidad.

## DIFERENCIAS ENTRE LOS MATERIALES DÚCTILES Y FRÁGILES

Existe una distinción significativa entre los materiales dúctiles y los frágiles. Los materiales dúctiles tienen la capacidad de deformarse plásticamente antes de fracturarse, mientras que los materiales frágiles tienden a romperse de manera súbita y sin experimentar una deformación plástica apreciable.

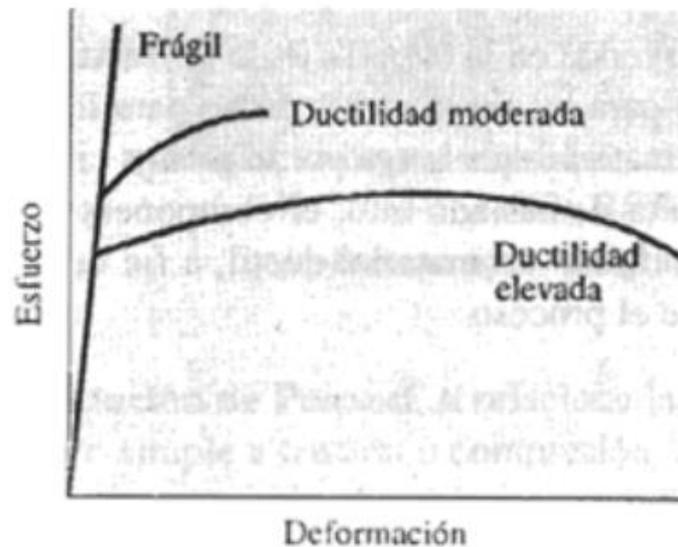


Imagen 10. Comparación de los materiales dúctiles y frágiles en el diagrama T-D.

(Estudio P.Mecánicas Ing.Química – Prof. Ronald Márquez)

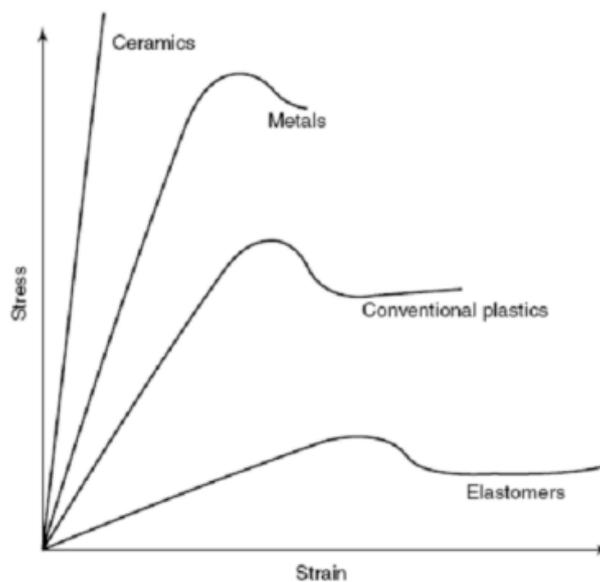


Imagen 11. Comparación general de los distintos tipos de materiales en el diagrama T-D.

(Estudio P.Mecánicas Ing.Química – Prof. Ronald Márquez)

## 4.2. TECNOLOGÍA DE LA FACHADA VENTILADA, ¿QUÉ ES?

En los últimos tiempos, ha surgido un sistema de construcción innovador que se destaca por su capacidad para combinar la apariencia estética y la utilidad en la ornamentación de paredes exteriores, al mismo tiempo que ofrece mejoras en el aislamiento térmico y acústico de diversas edificaciones. Este enfoque revolucionario se conoce como el concepto de "fachada ventilada".

La fachada ventilada representa un método de revestimiento exterior en la construcción que es adaptable a prácticamente cualquier tipo de estructura edificada. Este enfoque implica la necesidad de aplicar un material aislante sobre la superficie original del muro y posteriormente fijar una subestructura metálica sobre la cual se montará un recubrimiento.



Imagen 12. Ejemplo gráfico de fachada ventilada. (Strow.es)

La colocación de este recubrimiento se lleva a cabo de tal manera que se genera un espacio de aire de dimensiones que oscilan entre tres y nueve centímetros (dependiendo del tipo de fachada seleccionada). Esta cámara, por donde circula el aire de abajo a arriba, mantiene el calor en los meses invernales y preserva el inmueble del calor durante los meses de verano.

Las fachadas ventiladas representan una solución ideal para modernizar la apariencia de una propiedad y elevar su eficiencia energética. Las ventajas que tiene se pueden clasificar en cuatro bloques:

- Ventajas aislantes: Debido a que el espacio de aire que separa la capa externa del muro original contribuye a mantener una temperatura confortable durante todas las estaciones del año. Esta genera un ahorro energético, debido a que el gasto eléctrico para mantener una temperatura de confort en su interior se reduzca hasta en un 40%.
- Ventajas económicas: Los costes de mantenimiento de la fachada se reducen drásticamente, pese a que el Código Técnico de Edificación recomiende realizar comprobaciones periódicas. Además, con su vistosidad y modernidad en la solución, como consecuencia, el valor de los pisos, oficinas y locales, aumenta.
- Ventajas medioambientales: La instalación produce pocos residuos, además de que se mantienen con un aspecto adecuado simplemente con el agua de la lluvia.
- Ventajas constructivas: Instalarlo es un proceso sencillo, donde se utilizan sistemas de sujeción mecánicos. Además, se permite cubrir fácilmente todo tipo de cableado y conductos en la cámara de aire.



Imagen 13. Promoción de Viviendas As Galeras. (Strow.es)

*Información extraída de strow.com.*

### 4.3. TIPOS DE FACHADAS VENTILADAS

Existen diversas categorías de fachadas ventiladas, las cuales pueden ser clasificadas según el material empleado en la capa exterior, el acabado aplicado o el método de sujeción de las placas. Sin embargo, desde una perspectiva funcional, la forma más común de clasificar las fachadas ventiladas es en función del sistema utilizado para fijar las placas que conforman el revestimiento que se coloca sobre el muro original.

Por lo tanto, las más comunes se dividen en dos categorías:

- Anclajes puntuales: Incorpora una cámara de aire de tres centímetros y requiere un nivel de habilidad menor para su instalación.



Imagen 14. Ejemplo de fijación mediante anclaje puntual. (Strow.es)

- Fijación mediante perfilería: Creación de cámaras de aire de hasta ocho centímetros y frecuentadas en proyectos de rehabilitación.



Imagen 15. Ejemplo de fijación mediante perfilería. (Strow.es)

El segundo tipo de sistema de fijación suelen ser aproximadamente un 20% más costosas en comparación con las de anclajes puntuales. Sin embargo, no es el único factor determinante en el costo total, ya que el tipo de material utilizado para la capa exterior puede tener un impacto significativo.



Imagen 16. Anclajes puntuales, 4 ejemplos. (Strow.es)

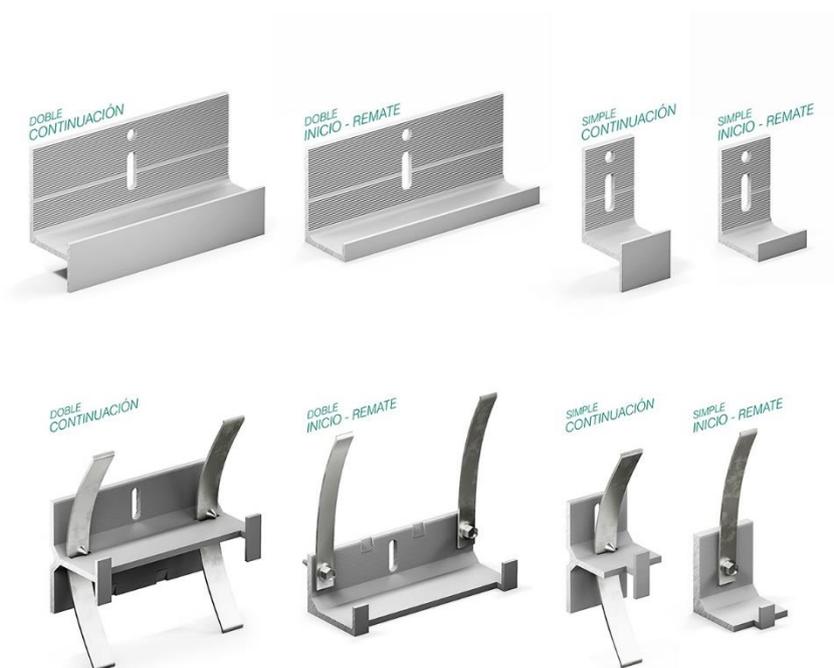


Imagen 17. Anclajes en perfilera, 2 ejemplos (simples y dobles). (Strow.es)

En la hoja exterior existen diversas variantes, desde fachadas de cerámica o piedra, hasta fachadas metálicas, de cristal, madera o materiales plásticos. Dentro de cada una de estas categorías, existen más opciones dependiendo del acabado del material.



Imagen 18. Acabado cerámico. (Strow.es)



Imagen 19. Acabado Caliza Capri. (Strow.es)

*(En "Anexo I: Búsqueda de información y cálculos necesarios", se puede encontrar más info sobre esta tecnología, explicada desde el punto 4.2.)*

*Información extraída de strow.com.*

## 5. FUNCIONAMIENTO DE UNA MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS

En una máquina de ensayos universal, la aplicación de la presión se lleva a cabo mediante placas de compresión o mordazas. Estas placas pueden ser de tipo cónico o lateral y son operadas mediante tornillos o mordazas manuales, o a través de un sistema hidráulico o mordazas hidráulicas.

*Pese a que la máquina a realizar no es expresamente una máquina universal, si no, una máquina especializada, se trata este punto debido a su similitud en los componentes y ayuda para la comprensión en el diseño.*

### 5.1. CLASIFICACIÓN

*Según su estructura;*

- Mono espacio: Esta estructura consta de dos puentes (1) conectados por dos columnas (2). En ambos puentes, es posible montar los accesorios necesarios para sujetar el material de prueba (3) y llevar a cabo ensayos de tracción o compresión.

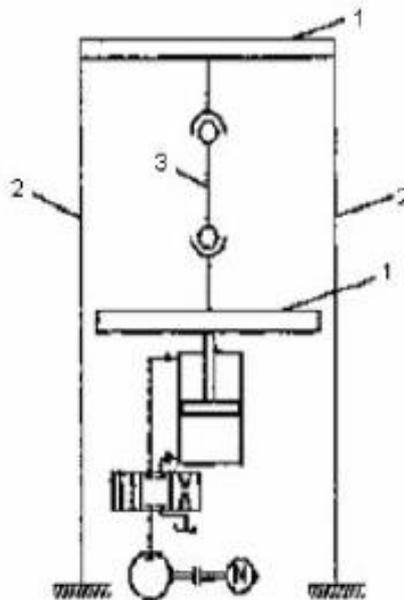


Imagen 20. Máquina de ensayos universal con estructura mono espacio.

(TFG Diseño mecánico de una máquina universal de ensayos para polímeros)

- Doble espacio: Esta estructura consta de un sistema inversor (3) y un sistema fijo (2) que se combinan para formar una estructura con tres puentes y cuatro columnas. El sistema inversor incluye dos puentes (1) y dos columnas (3), que operan de manera independiente. Por otro lado, el sistema fijo se compone de un puente y dos columnas (2) que están permanentemente unidos a una carcasa (5) que sostiene toda la estructura.

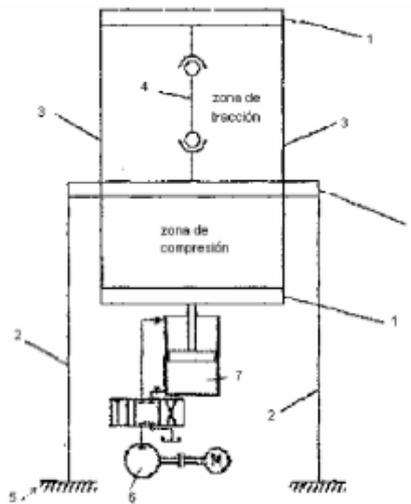


Imagen 21. Máquina de ensayos universal con estructura doble espacio.

(TFG Diseño mecánico de una máquina universal de ensayos para polímeros)

*Según el número de columnas;*

- Una columna: Este tipo de máquinas cuentan con una única columna, lo que resulta en una estructura más delgada, aunque robusta y duradera. La mayoría de los elementos del sistema están protegidos y soportados por esta única columna central.



Imagen 22. Máquina de ensayos universal con una columna. (Web IDM Test)

- Dos columnas: De estas hay de 2 tipos también, ya que existen de dos bastidores o de 4, dependiendo el tamaño de la máquina y de las fuerzas a realizar.



Imagen 23. Máquinas de ensayo universal, con 2 y 4 bastidores. (Web Ali Baba)

*Según el accionamiento;*

- Accionamiento hidráulico: Este accionamiento se caracteriza por aplicar la fuerza por medio de un sistema de bomba (6) y cilindro (7). Lo podemos observar en la imagen X.

- Accionamiento mecánico: Este accionamiento se observa en la imagen X, donde los dispositivos pueden ser de motor (1), tornillo (2), cadena (3), palanca (4), probeta (5), mordaza superior (6) y mordaza inferior (7).

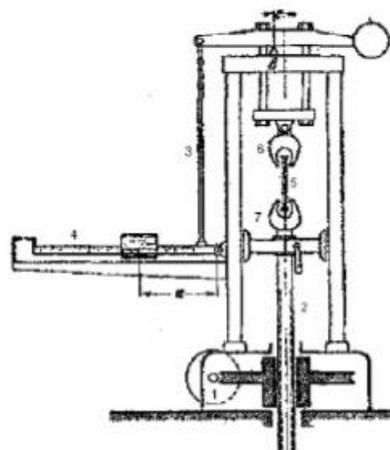


Imagen 24. Máquina de ensayos universal con accionamiento mecánico.

(TFG Diseño mecánico de una máquina universal de ensayos para polímeros)

## 5.2. ANÁLISIS DEL PRODUCTO

En este punto, se expondrán las distintas características, ventajas y ejemplos reales de los tipos de máquinas anteriormente mencionados, con tal de llegar a una conclusión de qué tipo de máquina es la que vamos a diseñar.

Según las clasificaciones hechas, por su estructura es la primera de ellas. En estos dos ejemplos, vemos la primera que es mono espacio, lo que le aporta un diseño más sencillo, centrándose el espacio de ensayo en un solo lugar y permite el intercambio de piezas para hacer diferentes pruebas.

En la segunda imagen, la máquina es doble espacio, lo que hace que las piezas no se intercambien, si no que para realizar un tipo de ensayo se hace en una parte y en la otra, se realizan otros ensayos.



Imagen 25. Máquinas de ensayo universal mono espacio y doble espacio. (Web Ibertest)

Según el número de columnas es el segundo tipo de máquinas. La diferencia entre un tipo y el otro es, principalmente (a parte del esqueleto), la fuerza que es capaz de realizar cada una. Las máquinas de una columna suelen trabajar en un rango hasta 500N, por lo que las de dos columnas con 4 bastidores, son capaces de realizar un trabajo de 3000 kN, por ejemplo.



Imagen 26. Máquinas de ensayo universal con 1, 2 y 4 bastidores. (Web Ibertest)

Finalmente, la última clasificación es la del método de accionamiento que utiliza la máquina. En primer lugar, el accionamiento mecánico es aquel elemento que transmite potencia desde un componente mecánico primario, hacia uno secundario, siendo el primario un motor y secundario los demás elementos que reciben la potencia.

En segundo lugar, el accionamiento hidráulico utiliza un fluido bajo presión para accionar la maquinaria y mover componentes mecánicos, aplicando la fuerza de manera controlada. Es típico el sistema de bomba y cilindro. Es una forma eficaz y rentable de crear movimiento.



Imagen 27. Máquinas de ensayo universal con accionamiento mecánico e hidráulico. (Web Metrotec)

## 6. REQUISITOS DE DISEÑO

### 6.1. INTRODUCCIÓN

Más allá de los requisitos específicos de las máquinas y la normativa que toda ella conlleva, el demandante del producto, en este caso, la empresa Keraben, ha realizado unas pequeñas demandas sobre el producto en cuestión, que se deben respetar y cumplir para que, además de que la máquina realice el trabajo de forma correcta, el diseño satisfaga al demandante.

La empresa necesita de una máquina de ensayos universal, en la que se realicen diferentes tipos de ensayo destructivos como de arrancamiento y flexión, para medir las propiedades y poder caracterizar al material. Esta, debería ser de un orden de tamaño “pequeño” (1x1x1 m como máximo) para lo que suele ser una máquina de estas características, lo que conlleva menor coste, pero se mantiene la calidad, siendo fiable y precisa.

### 6.2. REQUISITOS DE LOS ENSAYOS A REALIZAR

Para poder caracterizar los distintos anclajes y las prestaciones de cada uno, se llevarán a cabo distintos ensayos, que para que sean fiables y correctos, deben cumplir ciertas condiciones para la obtención de resultados válidos.

Los anclajes van a ser ensayados de dos formas; mediante flexión y arrancamiento. Cada uno de estos ensayos se realiza de manera distinta, y está adaptado dependiendo de cómo sea cada tipo de anclaje (En perfilería, puntual y adhesivo), pero en su explicación y fundamentación, no varía.

Ambos ensayos se llevan a cabo teniendo en cuenta las posibles sollicitaciones que puedan llegar a tener en su futura aplicación, donde se encontrarán en la fachada exterior de un edificio cualquiera.

## ENSAYO DE FLEXIÓN

En un ensayo a flexión, se mide la capacidad de soportar fuerzas aplicadas perpendicularmente al eje longitudinal del material. El elemento, tiende a doblarse, y produce compresión en la parte cóncava y tracción en la convexa.

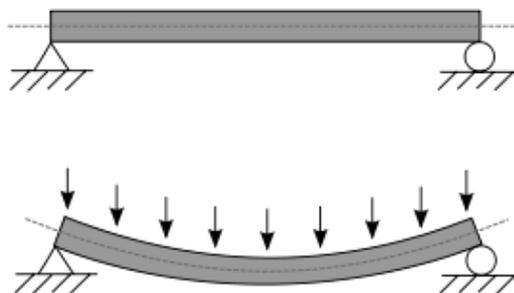


Imagen 28. Flexión mecánica. (Wikipedia)

Aplicado a este trabajo, se necesitará de varios dispositivos para llevar a cabo correctamente este ensayo. En primer lugar, se debe colocar el anclaje de tal forma que permita a la percha tener una superficie de apoyo para aplicar la fuerza necesaria. Para conseguir resultados mucho más precisos, se realizará el anclaje a una fracción de hormigón, ladrillo... que simule una fachada real.

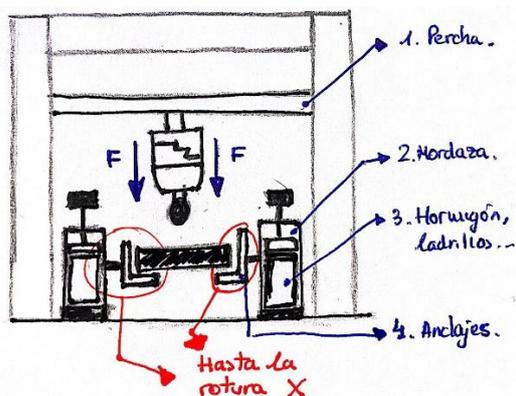


Imagen 29. Ensayo anclaje puntual, flexión.

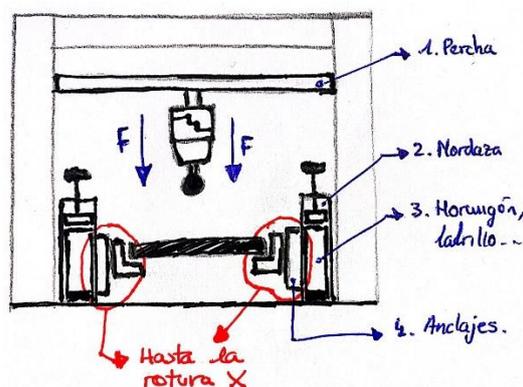


Imagen 30. Ensayo anclaje en perfilería, flexión.

Para poder transmitir la carga de la máquina, se necesitará una percha, donde el rodillo que hace contacto está recubierto de caucho de dureza ( $50 \pm 5$ ) IRHD. Los demás elementos, son para la fijación de las placas de hormigón, como lo pueden ser mordazas. Y, para la transmisión de la carga a los anclajes, pueden servir chapas de acero, o un fragmento de cemento.

Finalmente, contaremos con un manómetro registrador, con una precisión del 2%, para poder obtener resultados fiables, además de un cepillo duro, de cuerdas gruesas, para poder eliminar partículas sueltas.

## ENSAYO DE ARRANCAMIENTO

También denominado "Pull-out", donde se consigue verificar la resistencia a tracción de, en este caso, el anclaje, en distintos tipos de superficie, como hormigón, ladrillos, etc. Esta, varía dependiendo de su diámetro y longitud, además del tiempo que se realiza el ensayo.

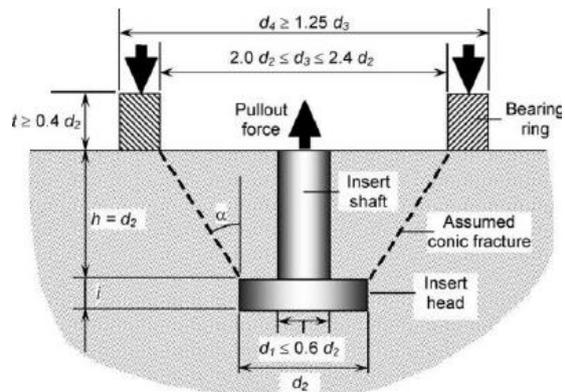


Imagen 31. Ensayo pull-out. (Research Gate)

Si se centra el ensayo al trabajo, se podrán distinguir dos tipos diferentes. El primero de ellos, el del propio anclaje y el otro, porque se van a realizar sobre azulejos pegados mediante adhesivo (otra solución constructiva).

Para la realización de ambos tipos del mismo ensayo, se necesitará colocar cualquiera de las dos probetas de una manera donde la percha pueda proporcionar una fuerza de tracción perpendicular al eje longitudinal. Al igual que antes, se tratará de simular la situación más real posible siendo esa base de hormigón, cemento, ladrillo...

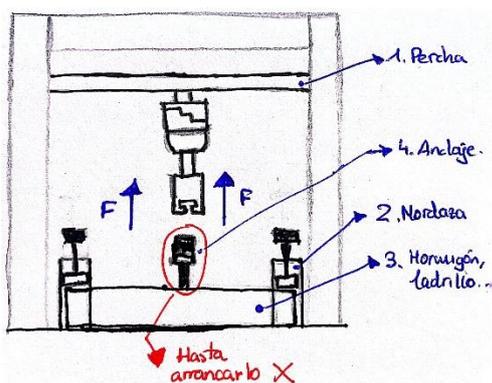


Imagen 32. Ensayo anclaje, arrancamiento.

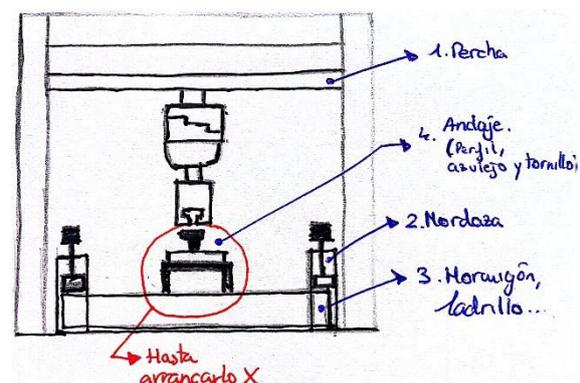


Imagen 33. Ensayo en azulejo, arrancamiento.

En este, al igual que en el anterior, se utilizarán mordazas para fijar la pieza base donde irán sujetos los anclajes o azulejos, además de contar con el manómetro registrador y cepillo duro, anteriormente mencionados.

## POSIBLES ERRORES EN LAS PRUEBAS

A continuación, se mencionan posibles causas que pueden generar errores en las pruebas y llevar a una interpretación incorrecta de los datos obtenidos, lo que podría resultar en una caracterización inadecuada del anclaje:

- Superficie defectuosa con rasguños, marcas u otros defectos.
- Errores de calibración de los equipos.
- Elección incorrecta de la velocidad de la prueba.
- Aplicación discontinua o irregular de la fuerza durante la prueba.
- Sujeción incorrecta de las probetas durante el ensayo.
- Condiciones inadecuadas de atmósfera y humedad relativa.
- Vibraciones externas.

## UNIDADES

A continuación, se da información sobre las unidades de medida más comunes para nosotros y también en el sistema inglés, para el desarrollo del proyecto.

UNIDADES		
DIMENSIÓN	MÉTRICO	MÉTRICO/INGLÉS
Área	$1\text{m}^2 = 10^4 \text{cm}^2 = 10^6 \text{mm}^2$	$1\text{m}^2 = 1550 \text{in}^2 = 10,764 \text{pie}^2$ $1\text{ft}^2 = 144\text{in}^2$
Fuerza	$1\text{N} = 1 \text{kg m/s}^2$ $1\text{kgf} = 9,80665 \text{N}$	$1 \text{ lbf} = 32,174 \text{ lbfm Pie/s}^2$ $1 \text{ lbf} = 1,44822 \text{ N}$ $1 \text{ N} = 0,22481 \text{ lbf}$
Longitud	$1\text{m} = 100 \text{cm} = 1000 \text{mm}$	$1 \text{ m} = 39,370 \text{ in} = 3,2808 \text{ pie}$ $1 \text{ pie} = 12 \text{ in} = 0,3048 \text{ m}$ $1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm}$
Esfuerzos	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$	$1 \text{ Pa} = 0,020886 \text{ lbf/pie}^2 =$ $1,4504 \times 10^{-4} \text{ psia}$

Tabla 1. Unidades más comunes para el desarrollo del proyecto.

### 6.3. REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA

Estos requisitos del ensayo, podemos acompañarlos a los de la propia máquina, para realizar una tabla y organizarlos en escalables para convertirlos en especificaciones y aquellos no escalables, mantenerlos como restricciones.

OBJETIVO	ESPECIFICACIÓN	CRITERIO	VARIABLE	ESCALA
Resistente	A los agentes atmosféricos	Que no se oxide	Grado de corrosión	Proporcional cm <sup>2</sup>
Resistente	A los actos vandálicos	Que resista impactos	Dureza	Multidimensional  Kg/mm <sup>2</sup>
Seguro	Que sea seguro al usarlo	Que no provoque daños ni accidentes	Restricción	
Fabricación	Que tenga los mínimos materiales posibles	Que se usen pocos materiales distintos	Número de materiales	Proporcional  Nº de materiales
Fabricación	Que las piezas sean las mínimas posibles	El menor número de piezas	Número de piezas	Proporcional  Nº de piezas
Fabricación	Que la fabricación no tenga muchos procesos distintos	Que se usen el mínimo número de procesos diferentes	Número de procesos	Proporcional  Nº de procesos
Funcionamiento	Que cumpla su función	Que compruebe resistencia del material	Restricción	

Funcionamiento	Que se pueda colocar la probeta sin problemas	Que haya espacios libres para colocación probeta	Superficie	Proporcional  cm <sup>2</sup>
Funcionamiento	Que sea preciso	Que no cometa errores de medición	Porcentaje	Proporcional  %
Funcionamiento	Que tenga los rodillos alineados	Que haya la distancia correcta	Distancia	Proporcional  cm
Funcionamiento	Que pivoten ligeramente los rodillos	Que tengan un margen de movimiento	Distancia	Proporcional  mm
Funcionamiento	Que no haya vibraciones	Que se minimicen al máximo las vibraciones	Aceleración  Frecuencia	Proporcional m/s <sup>2</sup>  Hz
Estética	Que se incluya una pantalla táctil accesible	Que no interfiera en el lugar de trabajo	Superficie	Proporcional  cm <sup>2</sup>
Mantenimiento	Que sea fácil de montar	Que tenga pocas piezas	Número de piezas	Proporcional Nº de piezas
Mantenimiento	Que tenga poco volumen	Que el tamaño sea el propicio para manipular	Superficie	Proporcional  m <sup>2</sup>

Tabla 2. Requisitos y especificaciones.

## 7. NORMAS Y REFERENCIAS

### 7.1. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

Con la redacción de este TFG, se puede certificar el adecuado funcionamiento de la máquina y de las condiciones de seguridad necesarias para su uso, por la aplicación de las siguientes normas:

#### *Normas para la elaboración del proyecto;*

- Normativa de los Trabajos Finales de Grado de la Universitat Jaume I.
- Norma UNE 157001 “Criterios generales para la elaboración de proyectos”.

#### *Normas referentes a la elaboración de planos;*

- UNE 1032:1982 Dibujos técnicos. Principios generales de representación.
- UNE 1135:1989 Dibujos técnicos. Lista de elementos.
- UNE 1149:1990 Dibujos técnicos. Principios de tolerancias fundamentales.
- UNE 1039:1994 Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.
- UNE 1027:1995 Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- UNE 1035:1995 Dibujos técnicos. Cuadros de rotulación.
- UNE-EN ISO 5455:1996 Dibujos técnicos. Escalas.
- UNE 1120:1996 Dibujos técnicos. Tolerancias de cotas lineales y angulares.

#### *Normas referentes a los materiales de la máquina y seguridad;*

- UNE-EN 10088/2:2015 Aceros inoxidables. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro para chapas y bandas de acero resistentes a la corrosión para usos generales.

- UNE-EN 10025-2:2019 Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados.
- UNE-EN 10346:2015 Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro.
- UNE-EN 755-2:2016 Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 2: Características mecánicas.
- UNE-EN 485-2:2016 Aluminio y aleaciones de aluminio. Chapas, bandas y planchas. Parte 2: Características mecánicas.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

*Normas referentes a los anclajes en fachadas ventiladas;*

- UNE 41957:2000 Anclajes para revestimientos de fachadas de edificios.

## 7.2. PROGRAMAS EMPLEADOS

Durante el proceso de realización del TFG, se han utilizado diversos programas. Estos, han sido divididos en softwares de cálculos y desarrollo de planos, softwares de redacción y softwares de edición.

*Softwares de cálculo, desarrollo de planos y edición;*

- SolidWorks 2022.
- AutoCAD 2022.
- Adobe Photoshop 2021.

*Softwares de redacción;*

- Microsoft Word 2013.
- Adobe Acrobat PDF.

### 7.3. BIBLIOGRAFÍA

- AEA. (s.f.). AEA. Obtenido de <https://www.asoc-aluminio.es/el-aluminio/propiedades-del-aluminio>
- Aguirregabiria, B. L. (2019). Evolución histórica de la fachada ventilada. Madrid: UPM.
- Alfonso, G. h. (s.f.). Grupo hierros Alfonso. Obtenido de <https://www.grupohierrosalfonso.com/productos/acero-inoxidable.html>
- Alibaba. (s.f.). Alibaba. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/p-detail/SKZ-10KN-600-60780396100.html?spm=a2700.details.0.0.650912ecdrZjvD>
- Caslab. (s.f.). Caslab. Obtenido de <https://caslab.es/producto/fleximetro-de-laboratorio-serie-fls-1000-kg/>
- Ceramics, F. -A. (s.f.). Faveker - Architectural Ceramics. Obtenido de La fachada ventilada - Estética, ahorro, confort: [https://faveker.com/fachada-ventilada/?utm\\_term=&utm\\_campaign=%5BESP%5D+-+Fachada+Tipolog%C3%ADas&utm\\_source=adwords&utm\\_medium=ppc&hsa\\_acc=6459407331&hsa\\_cam=11094497932&hsa\\_grp=113894439320&hsa\\_ad=636784821001&hsa\\_src=g&hsa\\_tgt=dsa-985078332932&hsa\\_kw=&](https://faveker.com/fachada-ventilada/?utm_term=&utm_campaign=%5BESP%5D+-+Fachada+Tipolog%C3%ADas&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=6459407331&hsa_cam=11094497932&hsa_grp=113894439320&hsa_ad=636784821001&hsa_src=g&hsa_tgt=dsa-985078332932&hsa_kw=&)
- civil, P. d. (s.f.). Prontuarios de ingeniería civil. Obtenido de <http://prontuarios.info/materiales/acero>
- Cromtek. (29 de Octubre de 2020). Cromtek. Obtenido de Máquina universal de ensayo: ¿Qué es y para qué sirve?: <https://www.cromtek.cl/2020/10/29/maquina-universal-de-ensayo-que-es-y-para-que-sirve/>
- DatosMundial. (s.f.). DatosMundial. Obtenido de <https://www.datosmundial.com/estatura-promedio.php>
- Deingenierias.com. (24 de Julio de 2019). Deingenierias.com. Obtenido de Diagrama de esfuerzo deformación: <https://deingenierias.com/el-acero/diagrama-esfuerzo-deformacion/>

- Delgado, L. Z. (s.f.). Reacondicionamiento de máquina de ensayo de materiales y adaptación de la misma al RD 1215/1997. La Laguna: Universidad de La Laguna.
- Extrual. (s.f.). Extrual. Obtenido de <http://www.extrual.com/es/noticias/articulos-tecnicos/la-extrusion-del-aluminio#:~:text=La%20extrusi%C3%B3n%20consiste%20en%20dar,perfil%20que%20se%20desea%20obtener>
- Fernández, M. F. (2015). Posturas de trabajo evaluación del riesgo. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Gallego, P. A., & Claros, R. F. (2007). Diseño mecánico de una máquina universal de ensayos para polímeros. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Herrera, E. d., & Otero, N. E. (2015). Diseño, construcción y validación del prototipo de una máquina para ensayos de resistencia de materiales en el programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Córdoba. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Humanidades, E. (s.f.). Enciclopedia Humanidades. Obtenido de <https://humanidades.com/aluminio/#ixzz7rif1tahg>
- Ibertest. (s.f.). Ibertest. Obtenido de Máquina universal servohidráulica para ensayo de materiales – Serie IBMT4: <https://www.ibertest.es/products/maquina-universal-ensayos-hidraulica-serie-ibmt4/>
- Ibertest. (s.f.). Ibertest. Obtenido de Máquina de ensayos universal hidraulica – Serie UMIB: <https://www.ibertest.es/products/maquina-hidraulica-ensayos-universales-serie-umib/>
- Industriales, G. S. (29 de Marzo de 2021). García Servicios y Suministros Industriales. Obtenido de <https://todoparalaindustria.com/blog/que-es-el-acero-inoxidable-composicion-y-propiedades/>
- INE. (s.f.). INE. Obtenido de [https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es\\_ES&c=INESeccion\\_C&cid=1259931459725&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayout](https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INESeccion_C&cid=1259931459725&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayout)

- Ingenierosindustriales.com. (s.f.). Ingenierosindustriales.com. Obtenido de Contenido mínimo de cada documento básico de un proyecto: <https://www.ingenierosindustriales.com/contenido-minimo-de-cada-documento-basico-de-un-proyecto/>
- Instruments, P. (s.f.). PCE Instruments. Obtenido de Máquina de ensayo PCE-VTS 50: [https://www.pce-instruments.com/espanol/index.htm?id=google-es&\\_artnr=5955065&\\_p=1947.98&\\_pmode=0&\\_pbexkey=56&\\_date=20221212013840&\\_pbhash=490f323f91047db1ae98cad7da9a76286d75b5a129e70fbd12844adf38e97c88&gclid=Cj0KCQiA4uCcBhDdARIsAH5jyUll3Wk\\_3LQh5E4UN-ss\\_](https://www.pce-instruments.com/espanol/index.htm?id=google-es&_artnr=5955065&_p=1947.98&_pmode=0&_pbexkey=56&_date=20221212013840&_pbhash=490f323f91047db1ae98cad7da9a76286d75b5a129e70fbd12844adf38e97c88&gclid=Cj0KCQiA4uCcBhDdARIsAH5jyUll3Wk_3LQh5E4UN-ss_)
- instruments, S. r. (s.f.). Serve reel instruments. Obtenido de <http://m.equipos-de-ensayo.com/ceramics-test-equipment/electric-ceramic-rupture-and-breaking.html>
- Márquez, R. (s.f.). Capítulo 5 - Propiedades Mecánicas. En Materiales de Ingeniería Química (págs. 49-62).
- Matetec. (s.f.). Matetec. Obtenido de <https://www.matetec.com/chapa-industrial/acero-industrial/ind-acero-estructural-para-construccion/>
- Microtest. (12 de Marzo de 2017). Microtest. Obtenido de SERIE EFH-2E - Máquinas servo hidráulicas universales con doble espacio de trabajo: [http://www.microtest-sa.com/es\\_ES/work/serie-efh-2e/](http://www.microtest-sa.com/es_ES/work/serie-efh-2e/)
- Monterrey, P. y. (18 de Septiembre de 2019). Panel y acanalados Monterrey. Obtenido de <https://panelyacanalados.com/blog/acero-galvanizado-ventajas-y-usos/>
- Obras, Z. -P. (17 de Octubre de 2020). ZOOM - Proyectos y Obras. Obtenido de Porcelánico. Ventajas y Características: <https://www.zoom-obras.es/porcelanico-ventajas-y-caracteristicas/>
- Pérez, D. R. (s.f.). Caracterización físico-mecánica de un composite metal-cerámico. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Piqueras, V. Y. (29 de Julio de 2016). UPV. Obtenido de Evolución histórica de los materiales: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2016/07/29/evolucion-historica-de-los-materiales/>

- Planes, E. F. (21 de Marzo de 2022). Planes. Obtenido de <https://ferrosplanes.com/proceso-galvanizado-ventajas/>
- Romeva, C. R. (2008). Selección de materiales en el diseño de máquinas. Barcelona: UPC.
- S.A, C. -I. (s.f.). Cientec - Instrumentos científicos S.A. Obtenido de Máquina de ensayo universal hidráulica – Serie IBMU4: <https://cientecinstrumentos.cl/comparar/producto/maquina-de-ensayo-universal-hidraulica-serie-ibmu4/>
- Sanger, A. (s.f.). Las fuerzas y su medición: Ley de Hooke. Santa Fe: Escuela Enseñanza Media Nº 221 "Malvinas Argentinas".
- Solution, G. T. (s.f.). GESTER Total Testing Solution. Obtenido de Máquina universal de ensayos de doble columna: <http://testsolution4u.com/3-3-2-universal-testing-machine/215121/>
- STAlab. (s.f.). STAlab. Obtenido de MÁQUINAS UNIVERSALES DE ENSAYOS ELECTROMECAÑICAS MODELOS MTE-10/25/50: <https://stalab.cl/producto/maquinas-universales-de-ensayos-electromecanicas-modelos-mte-10-25-50/>
- Steelsino. (s.f.). Steelsino. Obtenido de <https://www.steelsino.com/es/sjr-steel-354.html>
- Strow.es, <https://www.strow.es/>
- Structuralia. (28 de Septiembre de 2020). Structuralia. Obtenido de <https://blog.structuralia.com/laminado-en-frío#:~:text=El%20laminado%20en%20fr%C3%ADo%20es, posible%20la%20recristalizaci%C3%B3n%20del%20metal>
- Systems, K. (s.f.). Keraben.com. Obtenido de Soluciones técnicas cerámicas para fachadas y suelos cerámicos elevados: <https://fr.keraben.com/bd/archivos/archivo23.pdf>
- UPV. (s.f.). 4.1 Propiedades mecánicas de los materiales cerámicos. En Materiales. Valencia: UPV.
- UPV. (s.f.). Manipulación manual de cargas. . [https://www.spri.upv.es/pdf/IOP\\_ERGO\\_01.pdf](https://www.spri.upv.es/pdf/IOP_ERGO_01.pdf): INSTRUCCIÓN OPERATIVA ERGONOMÍA 01: MANIPULACIÓN.

## 8. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

A continuación, se plantean distintas ideas que surgen para la creación de una máquina de ensayos que cumpla con los requisitos y especificaciones anteriormente comentados. Es una fase totalmente creativa, en la que la imaginación y la experiencia de haber profundizado tanto en la información como en otros diseños planteados, juegan un papel muy importante.

### 8.1. PRIMERAS PROPUESTAS

En las siguientes páginas, se muestran una combinación de los pensamientos y diseños que más relevancia han tenido durante este proceso, donde se busca la novedad, junto con la satisfacción del usuario y el funcionamiento correcto.

Cabe decir, que estos diseños están sujetos a posibles modificaciones o mejoras durante el proceso, ya que se encuentran en una fase conceptual.

#### *SOLUCIÓN 1 – MODELO DE UNA COLUMNA*

En esta primera opción, se plantea la creación de un diseño donde toda la máquina sea un mismo conjunto, que las distintas partes y mecanismos que lo forman, sean uno.

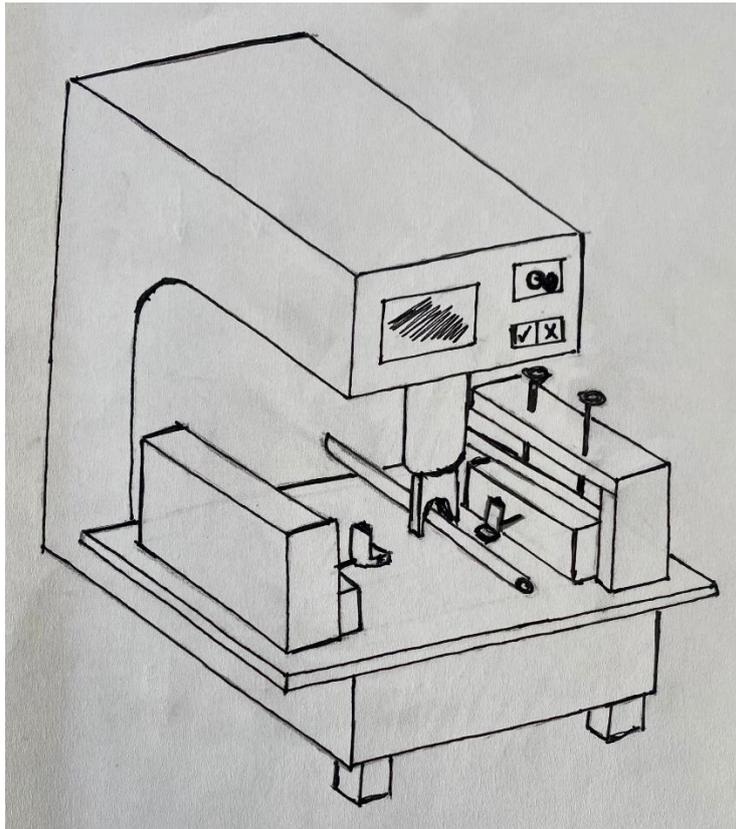


Imagen 34. Solución 1 – Modelo de una columna.

Como se ve en la imagen, es un diseño sencillo, sin ninguna parte que sobresalga del resto, con una composición de forma cúbica donde los distintos campos de acción se encuentran de forma muy accesible.

Se destacan varias cosas de este diseño; en primer lugar, la facilidad de la colocación de la probeta y el acceso al cuadro de mandos, para llevar a cabo el ensayo. En segundo lugar, la fácil adaptación y posicionamiento de los soportes, que otorgan una gran estabilidad a la propia máquina.

Finalmente, la parte trasera de la máquina, que a priori parece de gran tamaño, pero que permite almacenar todos los componentes mecánicos dentro, previniéndolos del polvo, donde si en algún momento alguno de estos falla, la retirada de la tapa trasera sería de gran ayuda, para la limpieza o el intercambio del componente averiado de una manera sencilla.

## *SOLUCIÓN 2 – MODELO DE DOS COLUMNAS*

El siguiente modelo se inspira en el diseño de sistemas de impresión tridimensional, donde a partir de las columnas exteriores, se forja el resto de la máquina. Estas dos columnas son un gran punto a favor porque sirven tanto para el guiado, como para el sustento de la propia estructura.

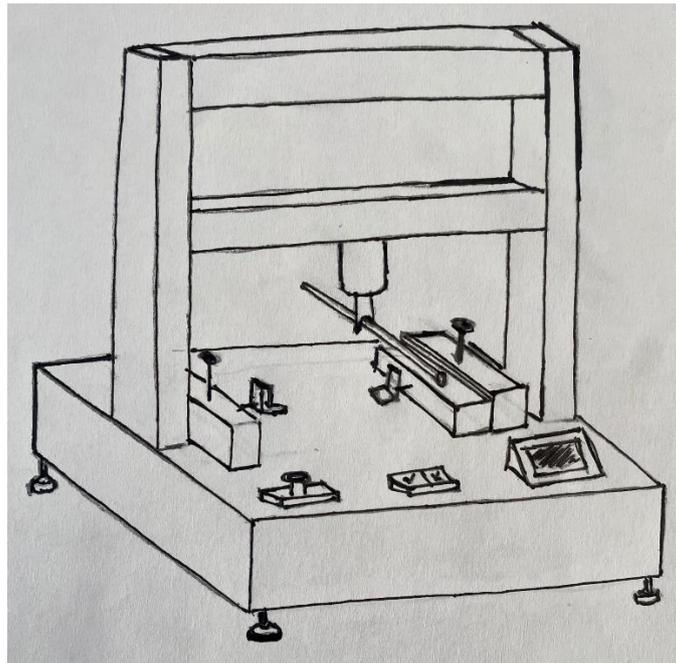


Imagen 35. Solución 2 – Modelo de dos columnas.

Se puede apreciar de la misma manera que en el anterior, un diseño sencillo, limpio, donde todo lo que se necesita para realizar la prueba, se encuentra al alcance de la mano.

A valorar está el diseño de los componentes electrónicos en la base, ya que, depende de las medidas podría interferir en la colocación de la probeta, pero una vez solucionado eso, sería una opción muy recomendable. La estabilidad de la máquina está completamente asegurada por los soportes y la forma simétrica de los elementos, a parte de las ya mencionadas columnas.

Finalmente, los componentes mecánicos, estarían de nuevo a salvo por las carcasas exteriores, siendo también fácilmente sustituibles en caso de avería.

### *SOLUCIÓN 3 – MODELO DE ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO*

La siguiente idea tiene como parte fundamental que su funcionamiento es a través de un sistema de accionamiento hidráulico.

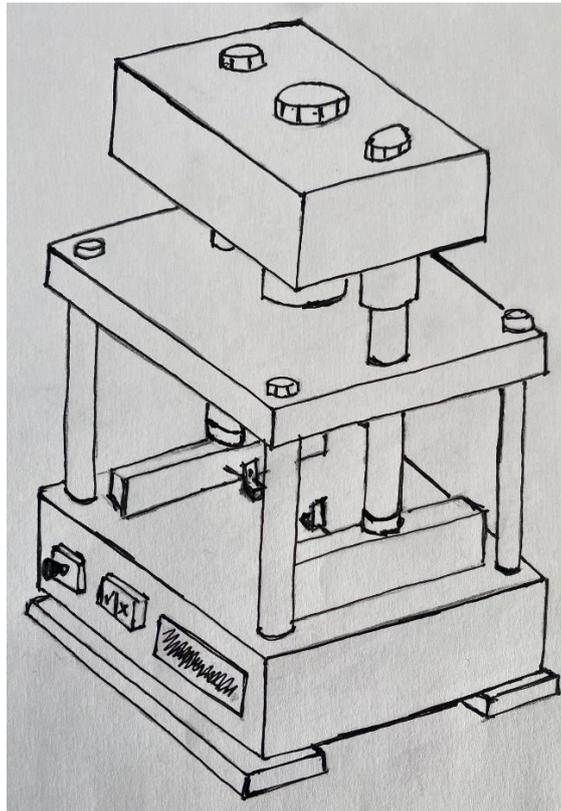


Imagen 36. Solución 3 – Modelo de accionamiento hidráulico.

Como se aprecia en esta idea, de nuevo es un diseño sencillo en la forma, aunque un poco más complejo en el fondo por los 4 bastidores y las 3 columnas que en conjunto le dan una gran presencia y sobre todo, una gran fuerza.

Al ser una máquina que proyecta una enorme cantidad de fuerza, también es más pesada, pero con los soportes de los que se dota, que cruzan de manera transversal, la máquina tiene una gran estabilidad.

El espacio para la colocación de la probeta, es otro de los puntos fuertes de la máquina, además de que todos los componentes que la forman, se pueden encontrar de manera sencilla si en algún momento ocurre alguna avería.

## 8.2. ANÁLISIS DETALLADO CON MÉTODO CUALITATIVO Y DATUM

Una vez vistas las 3 distintas soluciones, se puede decir que cualquiera de ellas podría ser la elegida, ya que todas son viables, aunque tengan distintas características, ventajas y desventajas, pero todas cumplen con los requisitos y especificaciones propuestos.

Para determinar cuál de estas ideas expuestas es la idónea para llevarla a cabo en un diseño detallado, se aplicará el método cualitativo, que relaciona las demandas del cliente y objetivos, con los requisitos establecidos para el diseño, clasificando las diferentes soluciones en una escala ordinal, donde aquella que consiga la puntuación mayor, será la óptima.

Los requisitos establecidos eran los siguientes;

- Req.1: Que sea resistente.
- Req.2: Que sea seguro.
- Req.3: Que sea de fabricación sencilla.
- Req.4: Que funcione correctamente.
- Req.5: Que la estética sea bonita.
- Req.6: Que el mantenimiento sea fácil y sea cada cierto tiempo.

Una vez se tienen estos datos necesarios reunidos, a continuación, se pasan a comparar los objetivos dos a dos sobre una matriz de doble entrada, determinando el nivel de importancia de cada uno de ellos. El que sume más puntos, es el más importante.

Se le asigna valor (1) al objetivo de la fila que se considera más importante que el de la columna. Si es al contrario, se le asigna valor (0).

	REQ. 1	REQ. 2	REQ. 3	REQ. 4	REQ. 5	REQ. 6	TOTAL
REQ. 1	-	0	1	1	1	1	4
REQ. 2	1	-	1	1	1	1	5
REQ. 3	0	0	-	0	1	0	1
REQ. 4	0	0	1	-	1	1	3
REQ. 5	0	0	0	0	-	0	0
REQ. 6	0	0	1	0	1	-	2

Tabla 3. Importancia de los objetivos.

Finalmente, el orden de más a menos importancia de objetivos, es el siguiente;

1. Que sea seguro.
2. Que sea resistente.
3. Que funcione correctamente.
4. Que el mantenimiento sea fácil y sea cada cierto tiempo.
5. Que sea de fabricación sencilla.
6. Que la estética sea bonita.

A continuación, se pasa a clasificar cada solución en función del nivel de adaptación que cada una de ellas tenga con cada objetivo. La solución que mejor se adapte a cada objetivo, se coloca en primer lugar con el valor (1) y la que peor, en último lugar (3). La que menos puntos totales tenga, es la que tomaremos para el siguiente paso.

	REQ. 1	REQ. 2	REQ. 3	REQ. 4	REQ. 5	REQ. 6	TOTAL
IMPORTANCIA	2º	1º	5º	3º	6º	4º	-
SOLUCIONES	-	-	-	-	-	-	-
SOL. 1	3	2	2	3	3	1	14
SOL.2	1	1	1	2	1	2	8
SOL.3	2	3	3	1	2	3	14

Tabla 4. Soluciones adaptadas a objetivos.

Una vez se ha hecho la clasificación, la Solución 2 – Modelo de dos columnas, cumple el objetivo más importante, pero además, es la mejor posicionada.

Ahora, se realiza un último análisis para comprobar que esta solución es la mejor. Este, es el análisis DATUM, donde escogemos esta Solución 2 – Modelo de dos columnas, y la consideramos la idónea, y donde el resto, se comparan con ella en cuanto a los objetivos y si en función de si es mejor se le aplica el valor (+) o si es peor, el valor (-), o si es bastante similar, añadimos el valor (S).

Si el valor Total sale positivo en alguna de las soluciones que no sea el DATUM, quiere decir que es más idónea que la escogida. En caso contrario, la solución escogida anteriormente es la correcta.

	REQ.1	REQ.2	REQ.3	REQ.4	REQ.5	REQ.6	$\Sigma$ (+)	$\Sigma$ (-)	$\Sigma$ (S)	TOTAL
SOL1	-	-	S	S	-	+	1	3	2	-2
SOL2	DATUM									
SOL3	S	-	-	+	S	-	1	3	2	-2

Tabla 5. Soluciones adaptadas a objetivos.

Finalmente, el análisis DATUM puede confirmar que la Solución 2 – Modelo de dos columnas, es la más adecuada para desarrollar un diseño final y detallado.

## 9. RESULTADO FINAL

Se ha escogido la solución que mejor se adapta y cumple los requisitos y a partir de este momento, se inicia el proceso de creación de este nuevo diseño.

### 9.1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y PROCESO DE DISEÑO

#### Proceso de diseño

El diseño en cuestión parte de la idea de una estructura de dos columnas a los costados y un espacio en el centro para realizar la prueba pertinente. En un principio, el conjunto está formado por 3 partes principales: La estructura, las 2 columnas y la percha, y un motor, dando accionamiento a las partes móviles.

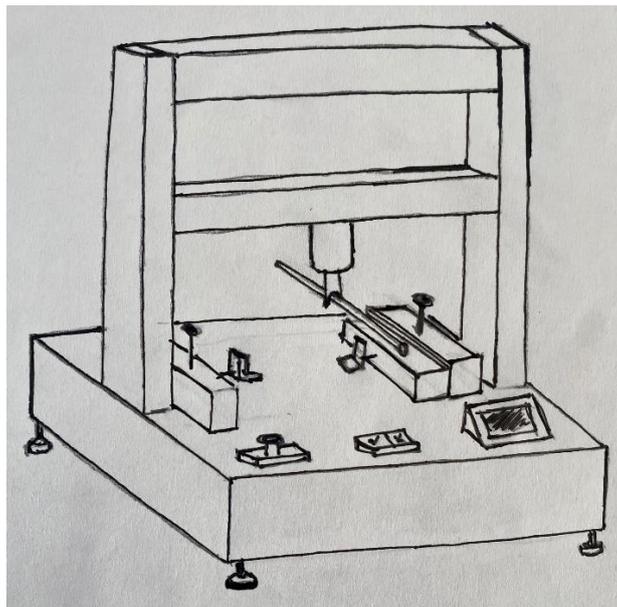


Imagen 37. Dibujo diseño preliminar escogido.

Un ensayo normal, se realizaría de la siguiente forma; el usuario encendería la máquina a partir del botón de ON que tiene en el centro de la base, se dispondría a la colocación de los utensilios necesarios dependiendo del ensayo deseado e insertaría las diferentes características del propio en el display inclinado de la derecha. Una vez realizado, se limpiaría la zona y se apagaría del botón OFF. Para cualquier emergencia está la seta de la zona izquierda.

Tal y como se ha planteado, sería un diseño que permitiría realizar pruebas sin ningún problema, pero, se pueden modificar o añadir distintos elementos que harían un diseño más estético y agradable.

En lo primero que se ha querido incidir es en la parte frontal de la base. En un primer momento, se planteó el display inclinado para facilitar al usuario el hecho de poner datos del ensayo. En cambio, para no tener que comprar una pieza inclinada adrede, o que pueda dificultar el posicionamiento de la base de ensayo o de las mordazas (ya que un golpe en la pantalla resultaría fatal para el display) se ha preferido, realizar un chaflán, donde el usuario continuaría utilizando la pantalla inclinada, además de la seta de emergencia y el botón de ON/OFF, facilitando su uso y evitando posibles golpes futuros.

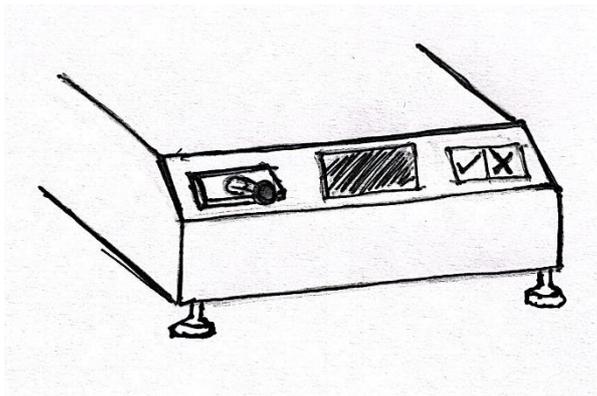


Imagen 38. Dibujo parte frontal inclinada.

Al seleccionar el 2º modelo de máquina, este suele llevar un accionamiento mediante tornillo, ya que sería totalmente suficiente para los ensayos a realizar. Estos elementos se encuentran a vista, y protegerlos es importante ya que su función es vital y un error o falla en estos elementos, podría desencadenar un problema grave en el aparato.

En un principio, estos elementos se han planteado delante de las columnas, en dirección al centro de la máquina. Se puede pensar que los elementos están protegidos por ellas pero, según mi criterio, no es así ya que, primeramente la función primordial de las columnas no es la de protección, sino la de aguantar la estructura y permitir soportar los esfuerzos. Más allá de todo esto, pienso que hay muchos ángulos o zonas libres, donde pueden recibir un golpe.

Debido a este razonamiento, se han planteado diferentes soluciones, desde que los tornillos estén dentro de las columnas, hasta poner una pieza a propósito a su alrededor para protegerlos... aunque finalmente se ha dado con una que presenta diferentes ventajas.

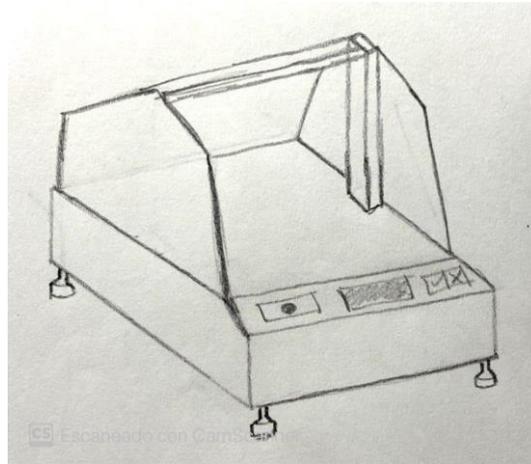


Imagen 39. Dibujo diseño cárter preliminar.

Se ha propuesto una especie de cárter por el lateral de la base, y aunque su principal función es la seguridad, se observa una mejora estética ya que integra la estructura principal con las columnas superiores, fusionándolos para que “sean uno”, ya que antes, pese a estar juntos, se sentían elementos separados.

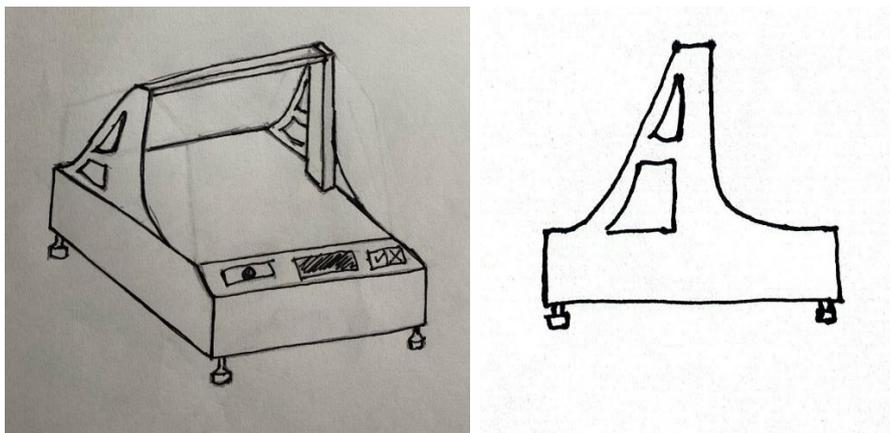


Imagen 40. Dibujo diseño cárter final.

El propio cárter también ha sufrido modificaciones en siguientes instancias, debido a que se ha querido transmitir esbeltez y dinamismo, además de suavidad, aplicando líneas curvas en la parte final y realizando dos mecanizados interiores para liberar peso, pero seguir manteniendo su función.

Si se continúa por el lado de la seguridad, hay un elemento bastante importante y en este caso es la puerta delantera. Esta se coloca con una bisagra al puente superior, apoyada en su base por unos imanes, para evitar que, durante la realización del ensayo, pueda impactar cualquier mota de material en algo/alguien. Además, este dispositivo de seguridad es doble, ya que la propia máquina inhabilitaría la realización del ensayo si la puerta no está completamente cerrada y apoyada en los imanes.

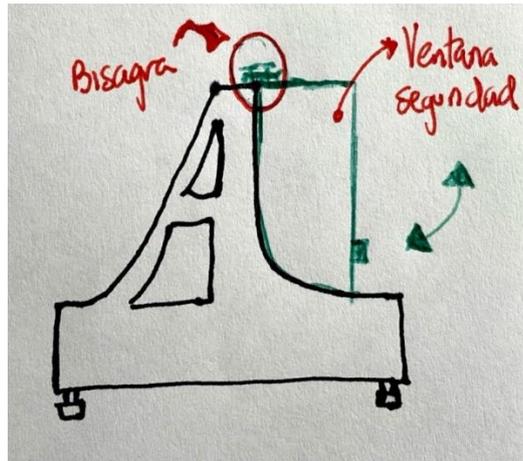


Imagen 41. Dibujo ventana de seguridad.

Para facilitar la limpieza después de la prueba, se ha añadido en uno de los laterales, una pieza que trabaja de base para un aspirador manual de pequeño tamaño, con la que, una vez quitado los trozos grandes, se pueda adecuar la superficie eliminando la suciedad de menor tamaño.

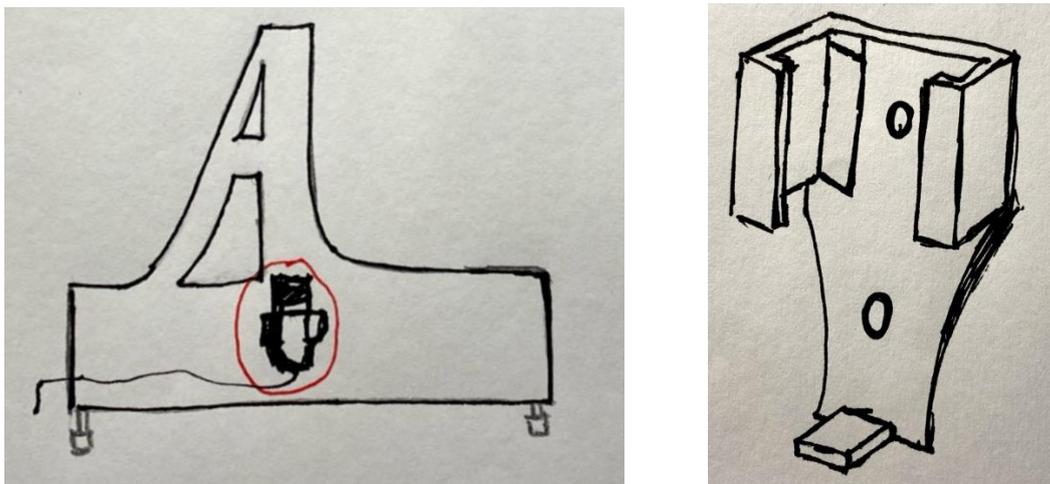


Imagen 42. Dibujo base para aspirador manual.

Para accionar la máquina, se han pensado dos opciones. Una de ellas ha sido la de mover con un motor un sistema donde unía un tornillo guía en la parte inferior o superior, dando fuerza los dos tornillos sin fin de los laterales simultáneamente. Y finalmente, la elegida ha sido accionar el sistema mediante un sistema de poleas y correas dentadas en la parte inferior, de la máquina, donde hay espacio suficiente y no está a vista del usuario. A este sistema, le da vida un motor de CC que se coloca en la parte superior de la base. En la propia base, se realizan unos taladros, para poder fijar bien las poleas, e incluso, unas ranuras, para que queden más o menos tensas. Para evitar daños que afecten a la máquina seriamente si ocurre algún problema eléctrico, se instalará una especie de fusible que frene la corriente.

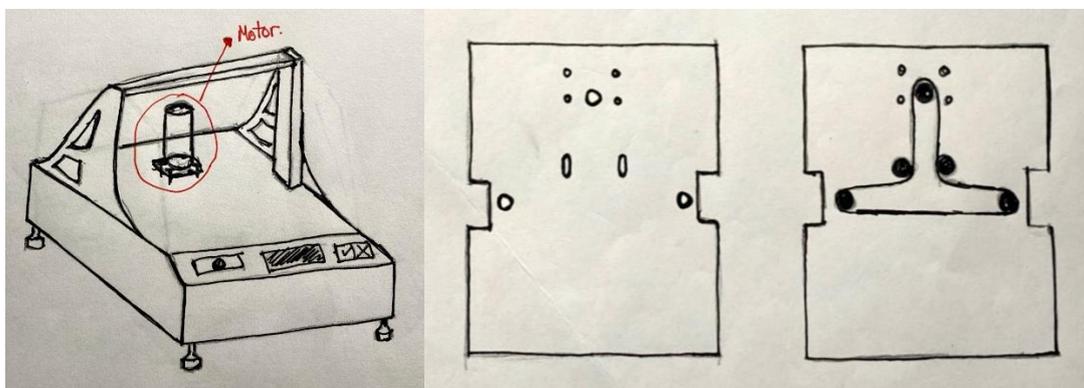


Imagen 43. Dibujo posicionamiento motor y taladros/ranuras de motor y poleas.

Para la realización de los dos ensayos, en ambos casos se necesitan mordazas para aguantar el material de apoyo, pero, estas se colocan en posiciones distintas. Por ello, la placa base dispone de distintos taladros dependiendo de si se va a realizar un ensayo u otro, haciéndola un máquina versátil.

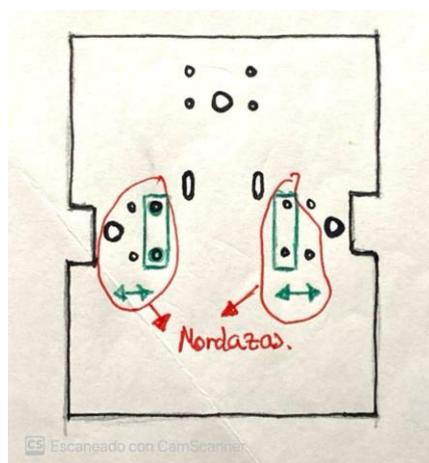


Imagen 44. Dibujo posicionamiento mordazas y sus taladros.

Otros componentes de la máquina, son diseños que han sido, en cierta parte “forzados” a que sean así. Es el caso por ejemplo del soporte de los rodamientos, colocado en los laterales de la base, que si bien realiza la función de guiar y soportar las fuerzas realizadas por el sistema de accionamiento, tiene ese espesor en concreto para almacenar el rodamiento en su interior.

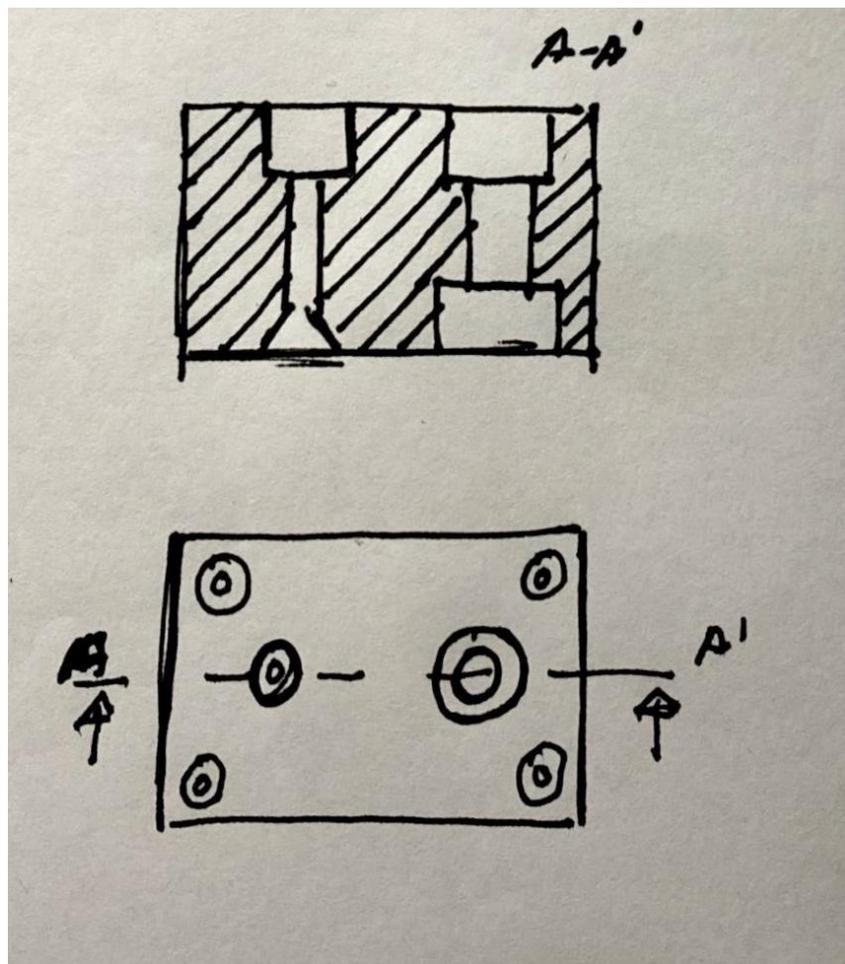


Imagen 45. Dibujo soporte de rodamientos y guías.

Finalmente, el ensamblaje debe de tener unos colores. El color elegido para los componentes de la estructura es el rojo, ya que tiene una visibilidad muy alta, captando la atención, además de transmitir una sensación de energía y acción. Para las columnas, se ha escogido un color negro mate, aportando elegancia y poder, además de resaltar el color rojo anteriormente comentado. Esta combinación de ambos colores, produce un efecto agresivo y vigoroso.



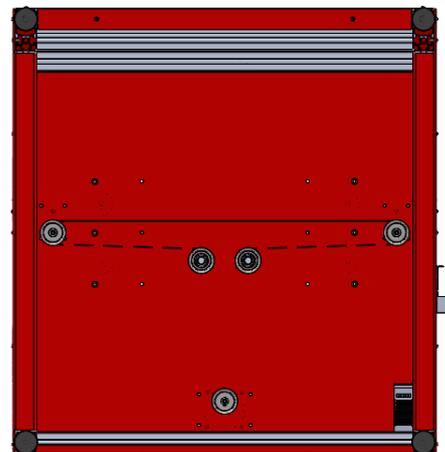
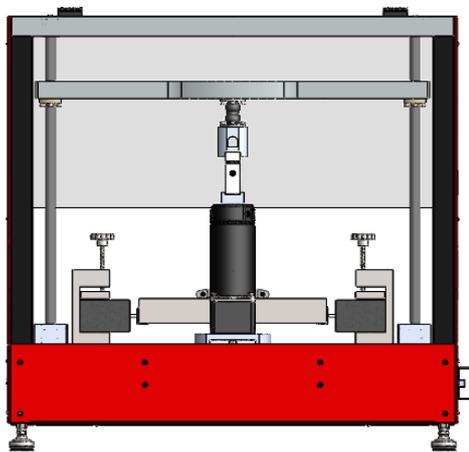
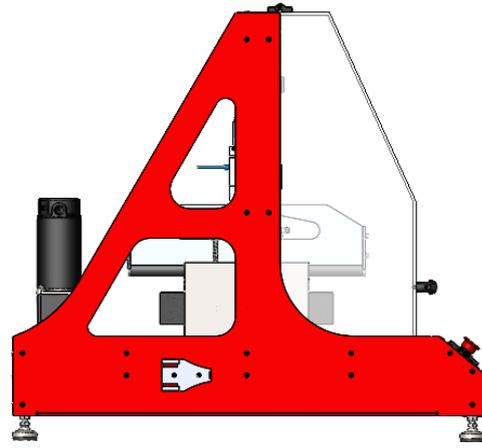
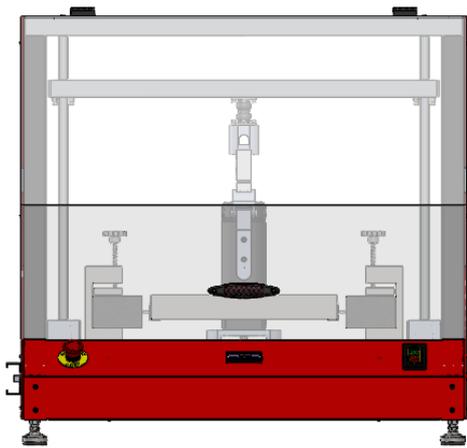
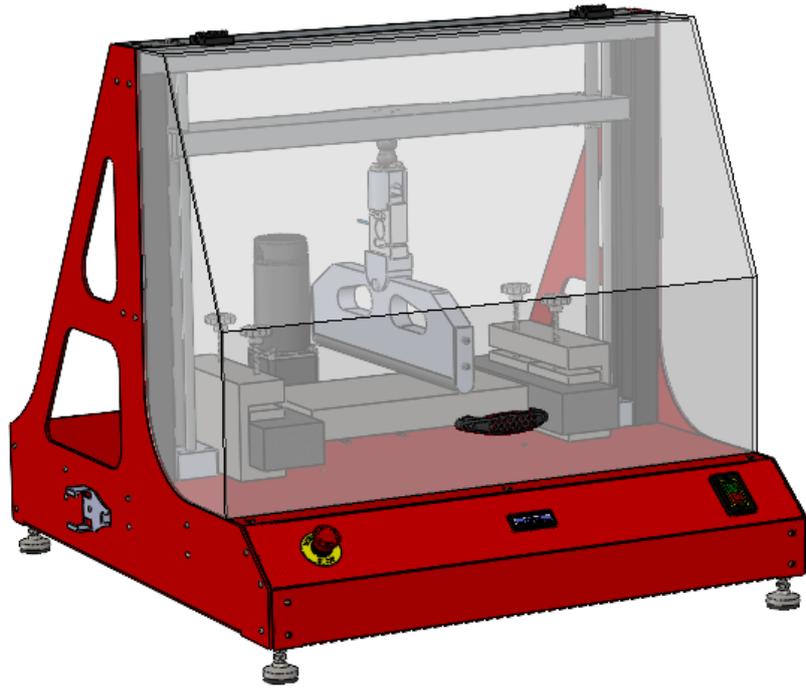
Imagen 46. Ejemplo de vigorosidad de la combinación entre el rojo y negro. (WallpaperTip).

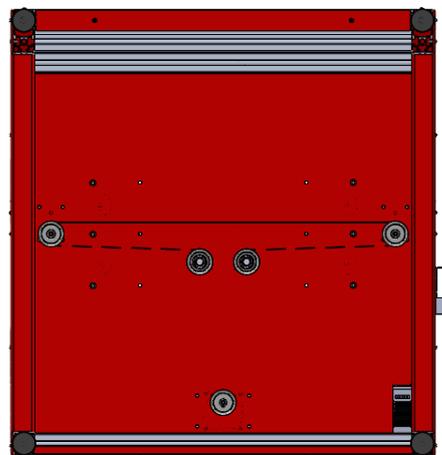
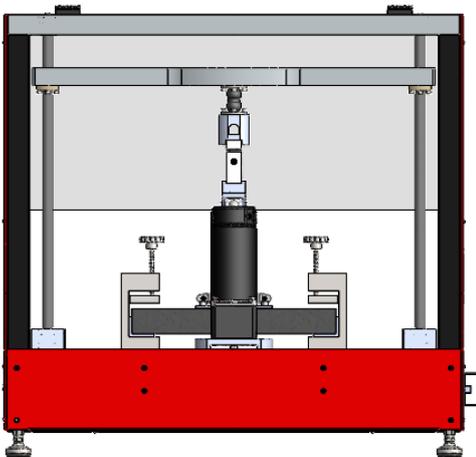
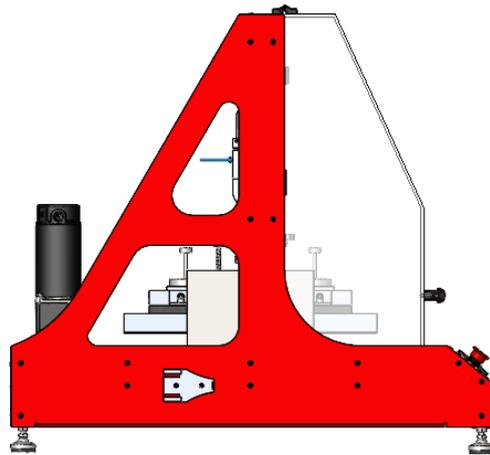
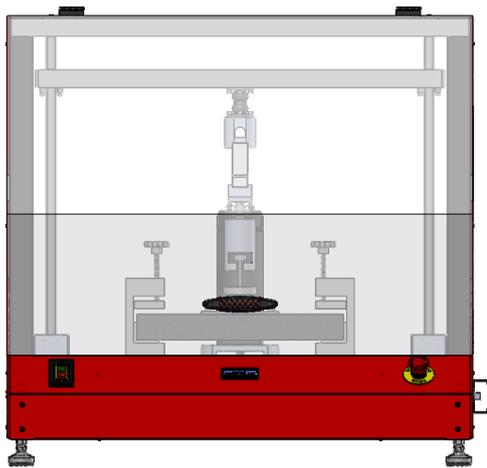
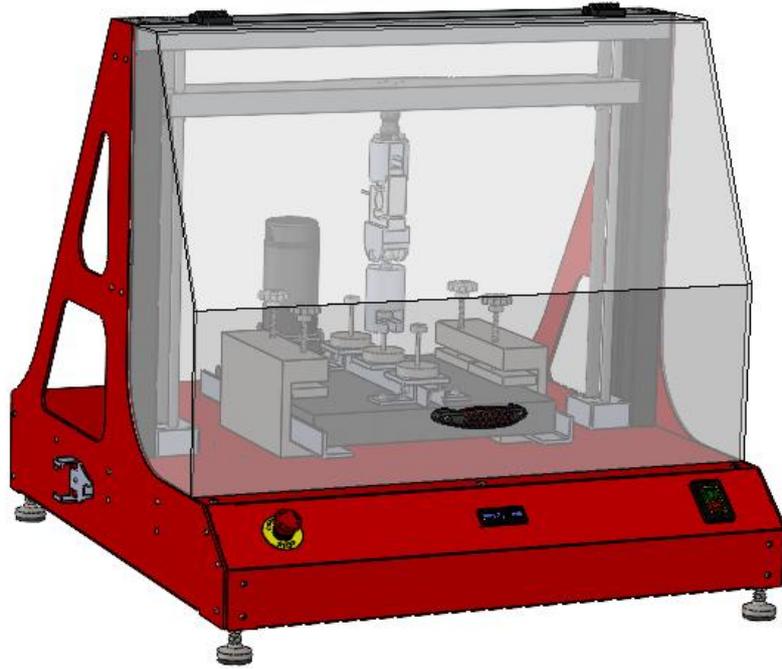
Otros componentes como el puente superior, el puente móvil y la percha, mantienen el color del material, separándolos un poco de la estructura principal. (Los componentes que se colocan en el interior y no están a vista, obviamente, se mantienen sin pintar.)

## Descripción general

Todos estos cambios comentados, se han llevado a cabo, y el diseño inicial presentado en el anterior capítulo, ha quedado atrás, puliendo los detalles para mejorar la forma, funcionalidad, color y ergonomía, entre otros.

La solución final, además de ser estética, permite al usuario realizar la práctica de la prueba con total seguridad y con mucha facilidad.





## 9.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA

En este punto, se intenta que el lector obtenga una idea clara del diseño, mediante la muestra de imágenes y la explicación, junto con el material y funciones de cada una de las piezas, organizadas por subconjuntos.

### Piezas del producto.

#### Subconjunto 1 – Estructura.

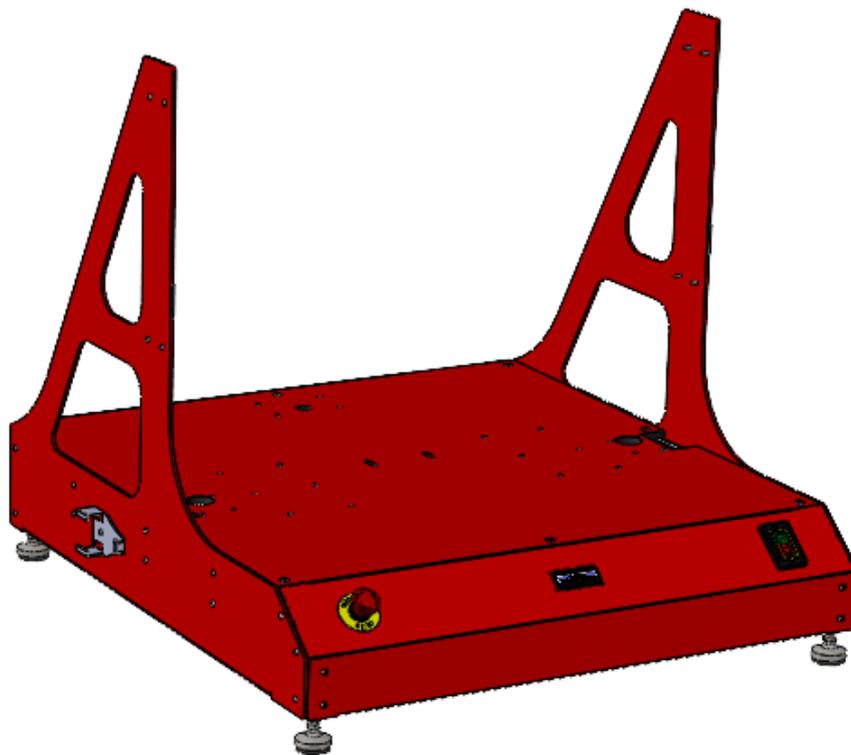


Imagen 47. Estructura.

- Estructura de aluminio: Esta es está formada por perfiles de aluminio de 45 x 45 mm y de 45 x 90 mm. Está protegida por el cárter y tiene como ventajas la facilidad de montaje, la versatilidad y la resistencia.

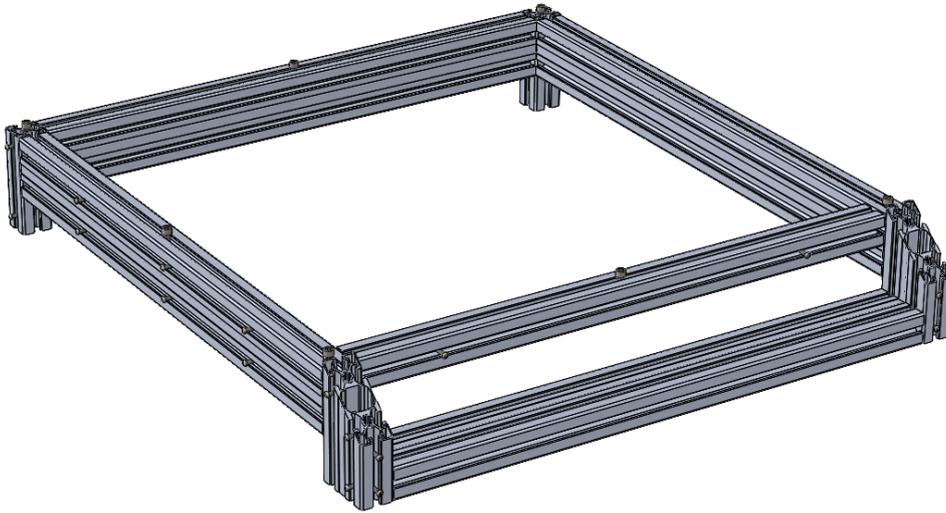


Imagen 48. Estructura de aluminio.

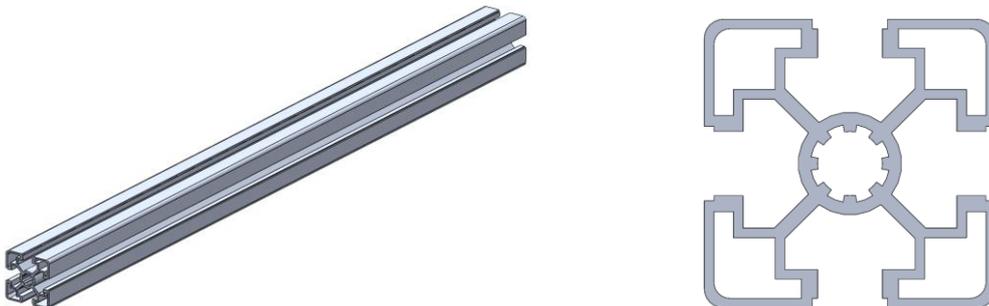


Imagen 49. Barra de aluminio y perfil.

- Soportes: Estos soportes de la marca Eles+Ganter, son muy versátiles, permitiendo el ajuste deseado con el espárrago, además de que son antivibraciones. La carga estática equivale a un empuje de  $0.4 \text{ N/mm}^2$ , con el que el material amortiguador alcanza la capacidad de amortiguación dinámica óptima. Esto también tiene en cuenta una carga adicional de  $0,6 \text{ N/mm}^2$  en caso de generarse una carga dinámica.

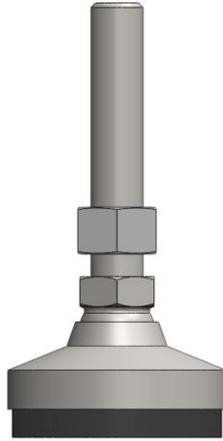


Imagen 50. Pie de nivelación GN 342.2.

- Carter: Es la unión de chapas de acero inoxidable AISI 304 que permite que se junten la estructura de aluminio y las columnas. Además, tiene una estética a los costados que le aporta también fuerza estructural y por la parte delantera, un ángulo que permite la visión y presión de cualquier dispositivo, sin forzar al usuario a realizar una postura incómoda.

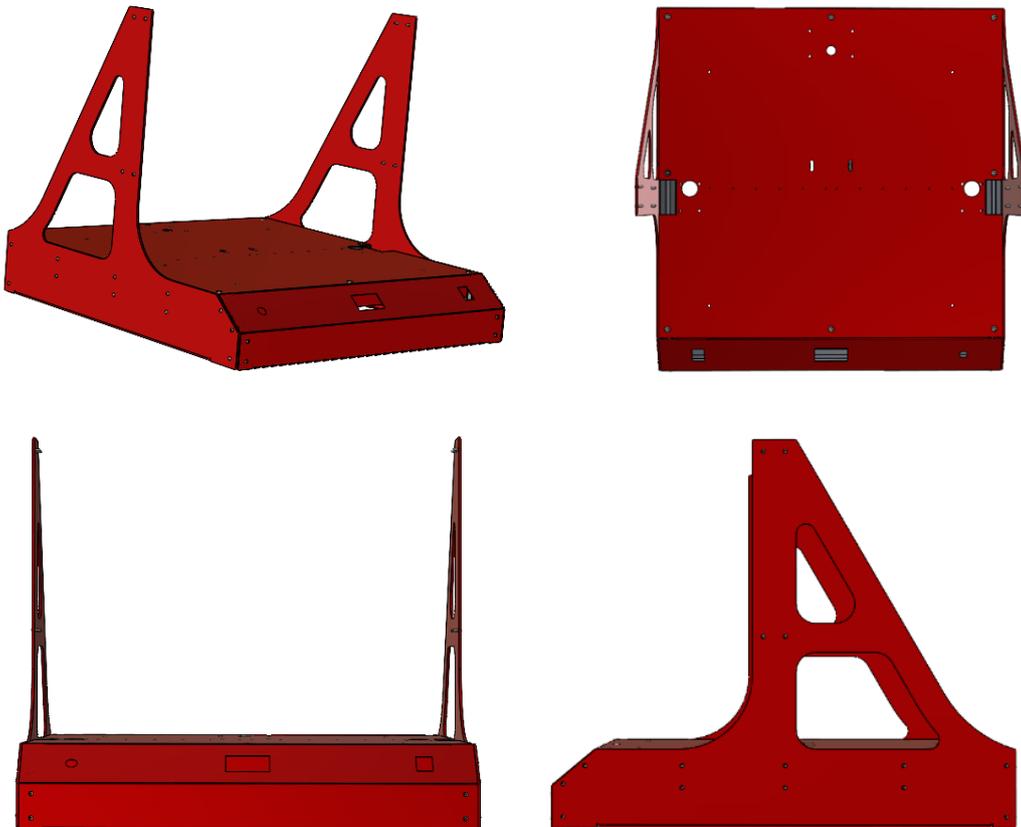


Imagen 51. Cárter.

- Botón de emergencia: El propósito del botón de emergencia es detener la maquinaria rápidamente cuando hay un riesgo de lesiones o cuando es necesario detener el flujo de trabajo. Toda la maquinaria requiere un botón de parada de emergencia, en este caso, situado en la parte delantera izquierda, siendo un lugar accesible y al alcance del usuario de forma precisa.



Imagen 52. Botón de emergencia.

- Botón de Encendido/Apagado: Este botón es un dispositivo capaz de encender o apagar la maquinaria. Este cuenta con dos pulsadores, siendo uno verde para el encendido y el otro, rojo para el apagado. En este caso, el botón de encendido es de tipo duro, lo que al presionarlo, se queda a una profundidad diferente, para que el usuario vea cuando se encuentra encendida o apagada la máquina. Este, está situado en la parte delantera derecha, al lado del display, siendo fácilmente accesible a él.



Imagen 53. Botón de Encendido/Apagado.

- Soporte aspiradora: Se trata de una pieza colocada en el lateral del cárter, para sustentar una pequeña aspiradora para limpiar la suciedad.

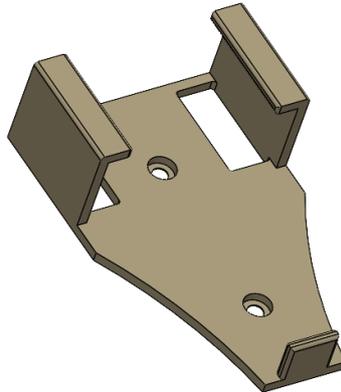


Imagen 54. Soporte aspiradora.

### Sistema eléctrico

Este se define como el conjunto de equipos necesarios para generar, transportar y distribuir la energía eléctrica. Si no fuera por esto, la máquina no funcionaría de ninguna de las formas. A continuación se define el esquema eléctrico propuesto para el diseño de la máquina y después, para qué sirven los elementos implicados:

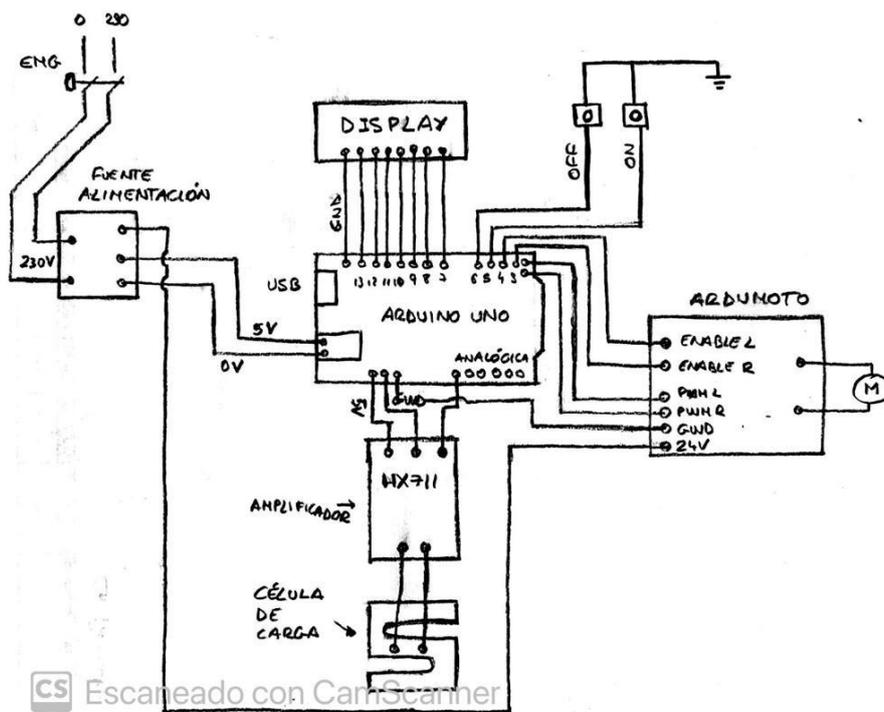


Imagen 55. Esquema eléctrico de la máquina.

- Arduino UNO: Es un microcontrolador, con un software sencillo, que actúa como intermediario entre un ordenador u otro dispositivo para realizar una tarea específica. Del mismo modo, mediante sensores conectados a la placa Arduino, podemos lograr que el ordenador realice acciones específicas en respuesta a cambios en el entorno físico.



Imagen 56. Arduino UNO.

- Display: Muestra la información programada en 2 líneas de 16 caracteres. Cuenta con varios pulsadores programables. En el caso de necesitar más botones, conectando al Arduino Uno los cables de la banda pulsadora de la derecha, ya estaría conectado, pegándose con adhesivo a la máquina.



Imagen 57. Display LCD 16x2.

- Ardumoto: Es otro módulo para Arduino capaz de controlar dos motores de CC. Está basada en el robusto chip L298 y puede proporcionar hasta 2A por canal. Básicamente, el Arduino nos da las órdenes para que el Ardumoto controle el giro de los motores, tanto en velocidad como en sentido.

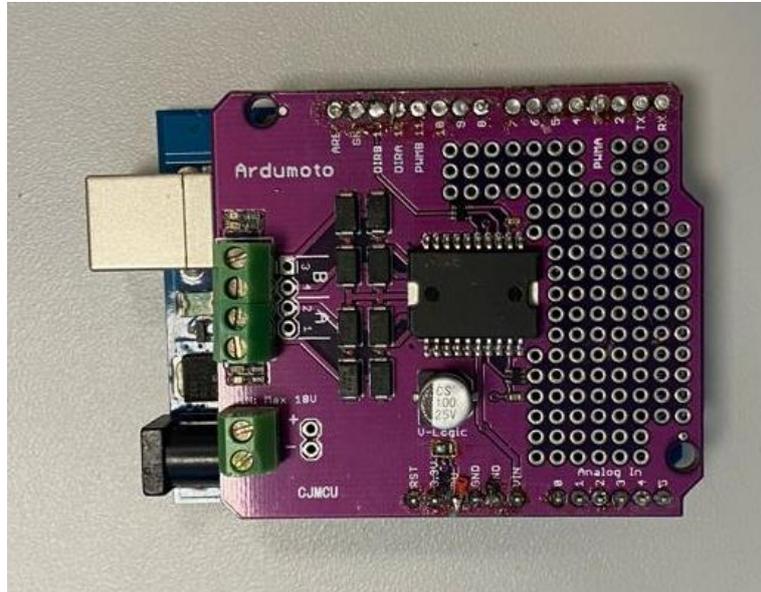


Imagen 58. Ardumoto.

- Amplificador HX711: El módulo HX711 es un transmisor entre la célula de carga y el Arduino, que permite leer la deformación en la celda de manera sencilla. Utilizado en sistemas de medición automatizada, procesos industriales, industria médica.

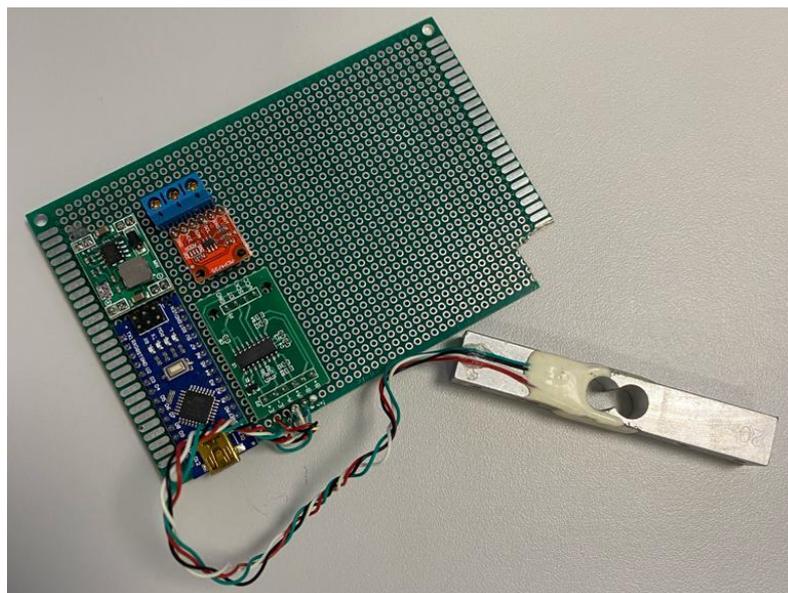


Imagen 59. Amplificador HX711 y célula de carga.

- Fuente alimentación industrial: Compuesta de circuitos electrónicos diseñados para suministrar energía de forma continua. Esta, regula y filtra la electricidad antes de suministrarla a uno o varios dispositivos con circuitos.



Imagen 60: Fuente de alimentación MEAN WELL MDR-60-24 (futureelectronics.com)

## Subconjunto 2 – Bastidores y percha.



Imagen 61. Bastidores y perchas.

- Columnas de aluminio: Son las mismas que la estructura de la base. En este caso, una a cada lado de un perfil de 45 x 90 mm. Realizan una función plenamente estructural. Están pintadas de color negro.



Imagen 62. Columnas de aluminio.

- Soportes rodamientos laterales: Son dos tochos de aluminio EN-AW 5083, que contienen la barra cromada (utilizada para el soporte) y el eje del husillo (utilizada para el movimiento, con los rodamientos cónicos de SKF 30202), que permite la sujeción de todas estas piezas, soportando cargas axiales y radiales, junto con la permisibilidad que aporta para conectar el eje a las poleas dentadas, a través de la chapa de acero inoxidable.

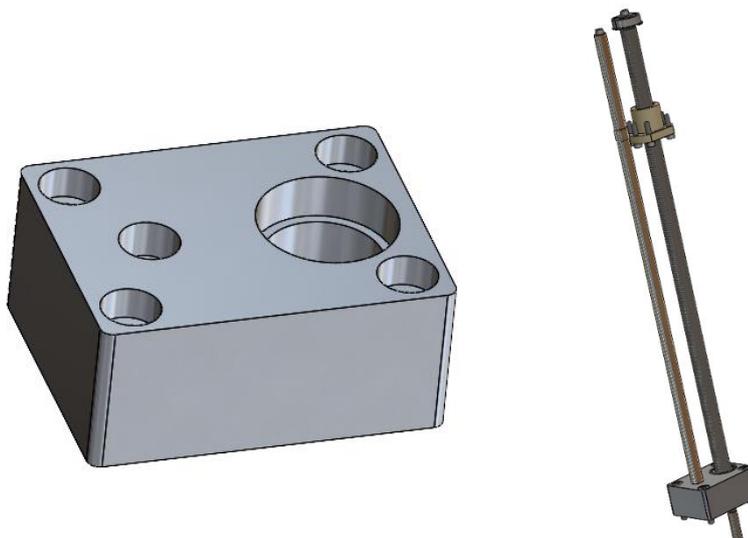


Imagen 63. Soportes rodamientos laterales.

- Husillo de bolas: Es el mecanismo destinado a transmitir el movimiento, mediante el eje que es un tornillo sinfín, convirtiendo un movimiento giratorio en un movimiento rectilíneo. En este caso es el R20-05K4-FSCDIN, de Hiwin.

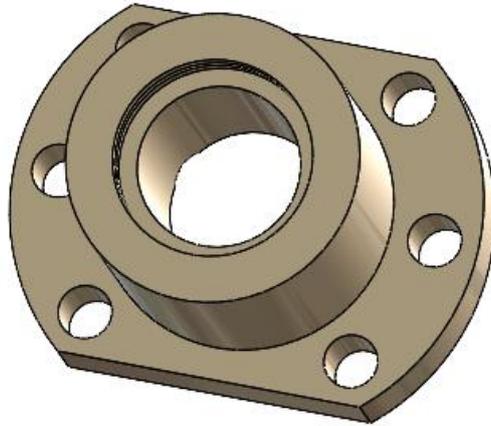


Imagen 64. Husillo de bolas R20-05K4-FSCDIN.

- Pletina puente: Esta chapa de acero SJ 355 JR es la unión entre las guías lineales, ejes y husillos de ambos lados. Esta se mueve, sujetando la percha, donde se realiza fuerza para llevar a cabo el ensayo. Realizada con un espesor suficiente (35mm), para que sea sobradamente robusto.

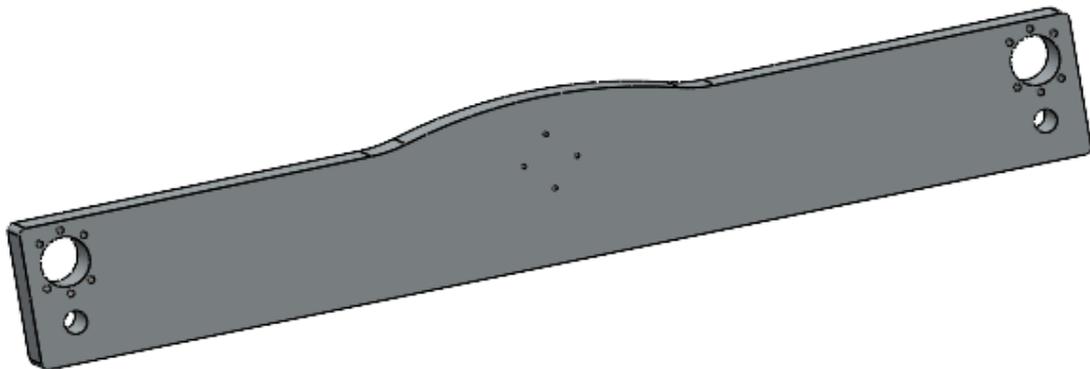


Imagen 65. Pletina puente.

- Pletina unión columnas: Es una chapa como la anterior, de una longitud más larga, que conecta los mismos elementos, además de las columnas de aluminio. Esta permanece inmóvil. Realizada con un espesor suficiente (40mm), para que sea sobradamente robusto.

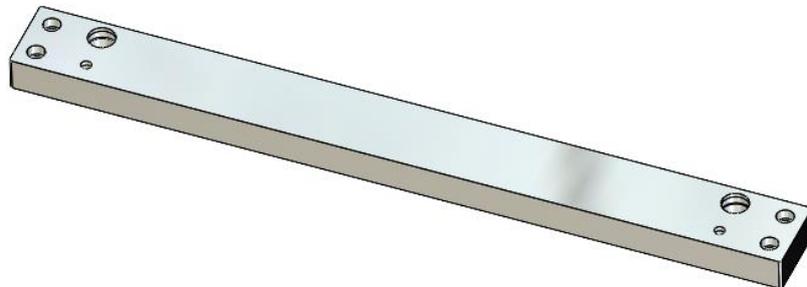


Imagen 66. Pletina unión columnas.

- Junta pletina puente: Es un elemento de unión entre la pletina puente y los elementos de la percha.



Imagen 67. Junta pletina puente.

- Unión junta con célula de carga: Es una pieza que se limita a juntar la célula de carga con la junta pletina. El material utilizado es aluminio EN-AW 5083.

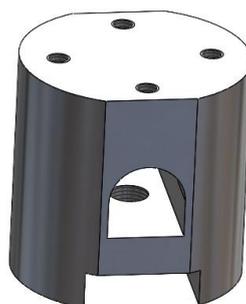


Imagen 68. Unión junta con célula de carga.

- Célula de carga: Es un transductor, colocado por encima de la percha, que convierte la fuerza aplicada sobre ella en una señal eléctrica medible. Es el sensor de fuerza más común. Se trata de la PSD-S1, tipo S de alta precisión, para 1000kg.

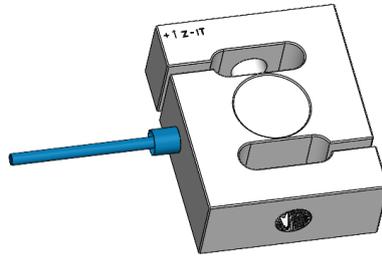


Imagen 69. Célula de carga PSD-S1, de 1000kg.

- Unión percha con célula de carga: Es otra pieza de aluminio EN-AW 5083, que se limita a unir mediante un bulón, la percha y la célula de carga. Se utiliza en ambos ensayos.

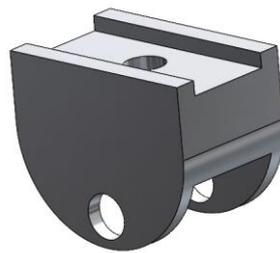


Imagen 70. Unión percha célula de carga.

- Percha 1: Es el elemento de EN-AW 5083, que sujeta al rodillo central mediante las tapas laterales y que es accionado para transmitir la fuerza a la chapa y realizar la prueba de flexión.



Imagen 71. Percha 1.

- Anilla: Se trata de un elemento roscado que junta la percha 2 (para los ensayos de arrancamiento) y la unión antes vista.



Imagen 72. Anilla.

- Percha 2: Se trata de un elemento cilindrado que tiene un mecanizado para poder estirar, sea del anclaje puntual o del azulejo, a través del tornillo.



Imagen 73. Percha 2.

### Subconjunto 3 – Motor y poleas.



Imagen 74. Motor y poleas.

- Motor: Es el que le da vida al movimiento, ya que convierte la energía eléctrica en energía mecánica, transmitiendo el movimiento a través de las poleas, hacia los ejes del husillo, que hace que se mueva hacia arriba o abajo. Se ha elegido el motor CC engranajes 24VDC 16A 167rpm 250W, de la empresa Transmotec.



Imagen 75. Motor CC 167rpm, 250W de Transmotec.

- Poleas y correa dentada: Es un sistema de 3 poleas dentadas, más 2 tensoras, unidas por una correa, que sirve para transmitir una fuerza y ayudar a mover objetos pesados de una forma cómoda. En este caso, la fuerza viene desde el motor anteriormente comentado, a los ejes de los husillos. Las poleas utilizadas son la 22004-052532 y la correa es la 22062-0525X2000. Ambos productos son de la empresa Norelem. Por último, comentar que las poleas tensoras proporcionan una orientación precisa y una tensión constante en la correa.



Imagen 76. Poleas y correa dentada.

#### Subconjunto 4 – Bases de ensayo.

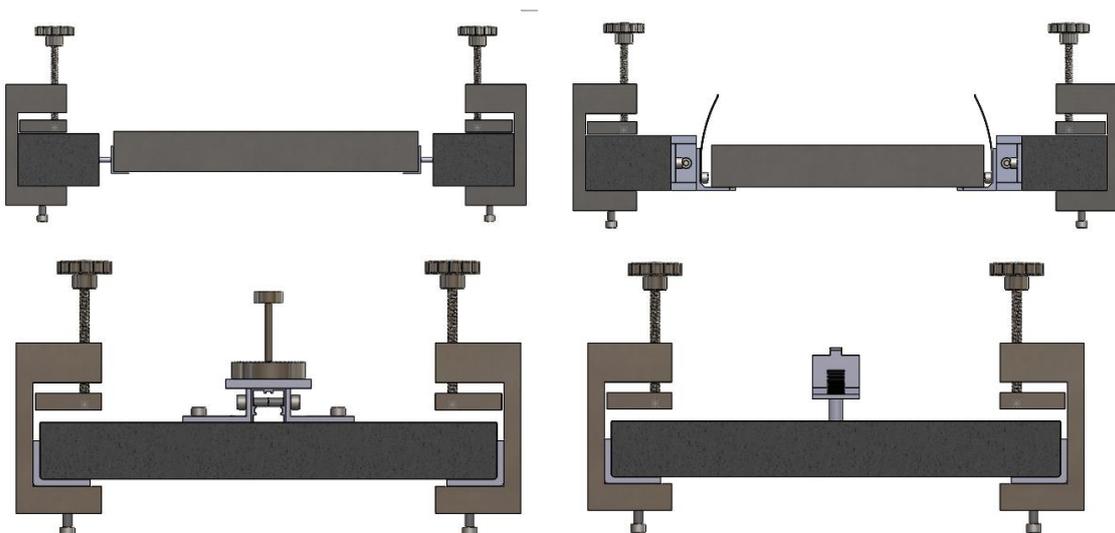


Imagen 77. 4 tipos de bases distintas.

- Mordaza: Componente específicamente utilizado para sujetar el tocho de hormigón mediante presión. Se acciona mediante tornillo.

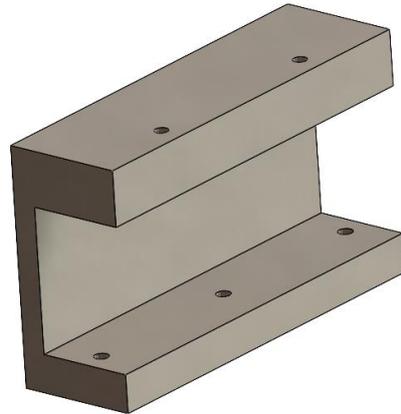


Imagen 78. Mordaza.

- Apriete mordaza: Pieza que es accionada por el tornillo de prensa y que está en contacto con el hormigón aplicándole presión.

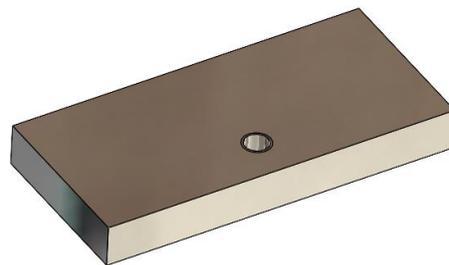


Imagen 79. Apriete mordaza.

- Tornillo prensa y perilla: Conecta el apriete a la mordaza. El usuario lo acciona rotando para bajar y presionar y en el otro sentido para subir y dejar de ejercer presión.



Imagen 80. Tornillo prensa y perilla.

- Chapas de ensayo: Chapas de acero S355JR adaptadas a ambos ensayos, con ranuras en la parte inferior para ser "encajadas" en los anclajes y realizar la presión adecuadamente. Cuentan con un espesor de 50 mm para sufrir tensiones muy mínimas y que el resultado sea lo más preciso posible.

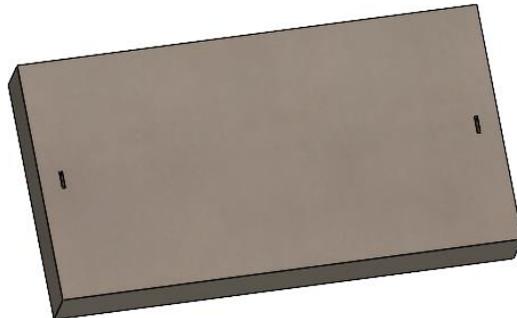


Imagen 81. Chapa ensayo.

- Tornillo prueba, azulejo y unión entre ambos: Creados para la modalidad de ensayo por arrancamiento, en la sección de pegado por adhesivo. El azulejo está pegado al perfil mediante adhesivo, y a él, una pieza a la que se le atornilla este tornillo en específico, que sirve para que la percha, tire de él.

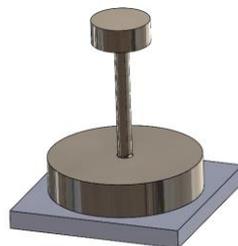


Imagen 82. Tornillo prueba, azulejo y unión entre ambos.

- Ángulo: Utilizado para el mismo ensayo, se utiliza como guía para poder desplazar el hormigón a más distancia y no tener que utilizar unas mordazas más grandes o diferentes, abaratando costes.

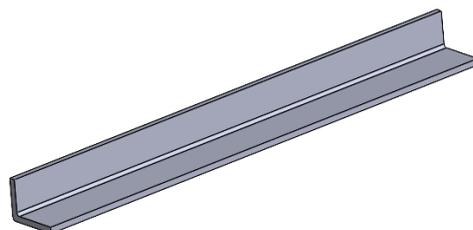


Imagen 83. Ángulo

## Subconjunto 5 – Ventana de seguridad.

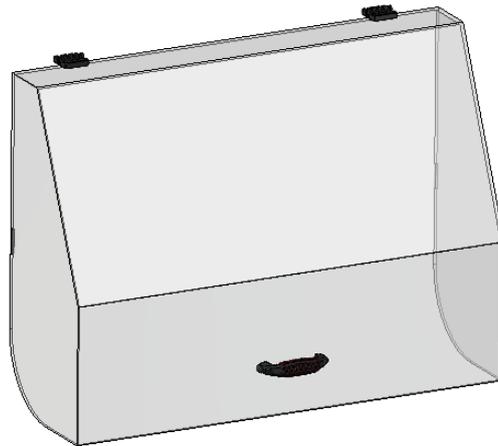


Imagen 84. Ensamblaje ventana de seguridad.

- Ventana: Pieza de plástico para proteger al usuario de cualquier posible incidente durante el ensayo. Si dicha ventana no se encuentra cerrada, el ensayo no podrá llevarse a cabo.

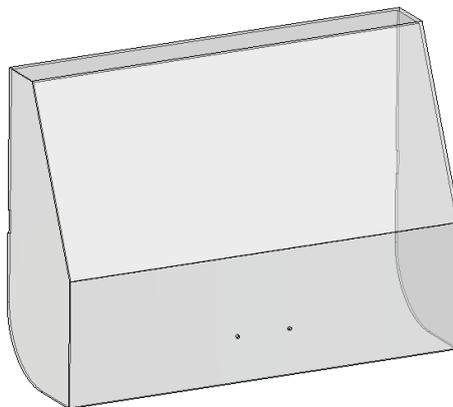


Imagen 85. Plástico protector.

- Imán: Colocados para cerrar la puerta de forma segura, juntándolos con los otros, que se encuentran en el cárter.



Imagen 86. Imán.

- Manija: Pieza colocada en la parte delantera para abrir la ventana de forma fácil, segura y ergonómica.

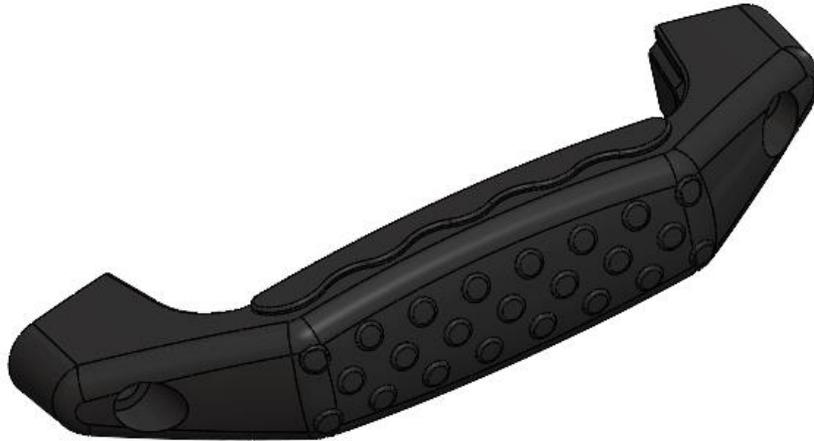


Imagen 87. Manija.

- Bisagra: Mecanismo de plástico que se utiliza para posibilitar el giro. Son dos piezas, la hoja y el eje, que permiten un movimiento circular.

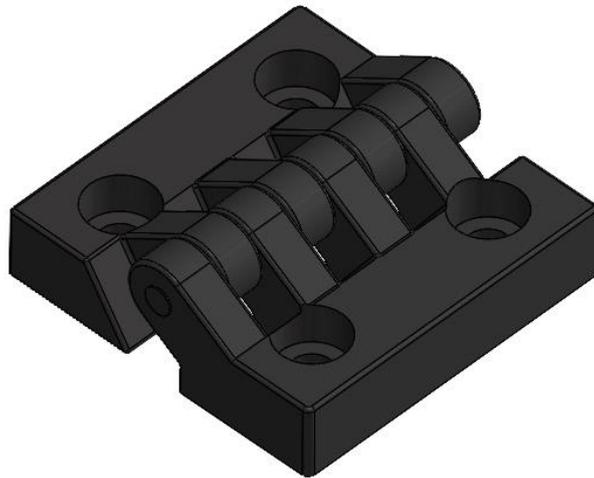


Imagen 88. Bisagra de plástico.

### 9.3. ESTUDIO ERGONÓMICO

Para la realización de este trabajo se ha tenido en cuenta obviamente la ergonomía, pero tampoco ha sido uno de los grandes puntos donde se ha enfocado el proyecto. Se podría decir, que lo necesario para que la máquina sea cómoda en muchas de las situaciones.

En primer lugar, por las medidas de la máquina, se debe de comentar una serie de rangos donde esta sería apta para su utilización sin causar ningún dolor o lesión. Para ello, se debe realizar un pequeño estudio de medidas físicas y capacidades de esas personas más propensas a utilizar ese tipo de máquinas.

Europa	Hombres		Mujeres	
	Tamaño	Peso	Tamaño	Peso
Europa Occidental	1,80 m	86,1 kg	1,66 m	69,2 kg
Europa Meridional	1,76 m	83,2 kg	1,63 m	66,9 kg
Europa del Norte	1,79 m	87,1 kg	1,65 m	72,3 kg
Europa del Este	1,78 m	83,9 kg	1,65 m	72,2 kg

Imagen 89. Altura por secciones del continente europeo. (datosmundial.com)

Según datos de “datosmundial.com”, una web basada en estudios científicos evaluados por la “NCD Risk Factor Collaboration”, en Europa Meridional (donde está España), la altura de los hombres es de 1,76 m y un peso de 83,2 kg de media, y de las mujeres, de 1,63 m y un peso de 66,9 kg de media.

	Peso máximo	Factor de corrección	% población protegida
<i>En general</i>	25 kg	1	85 %
<i>Mayor protección</i>	15 kg	0,6	95 %
<i>Trabajadores entrenados (situaciones aisladas)</i>	40 kg	1,6	Datos no disponibles

Imagen 90. Tabla de capacidades máximas de manipulación de cargas. (ulpgc.es)

Según el Real Decreto 487/97 sobre Manipulación Manual de Cargas, el peso máximo, para llevar en condiciones ideales, a la altura de los codos y pegado al cuerpo es 25kg (dependiendo las características, 15kg o 40kg).

Finalmente, se deben realizar ciertas aclaraciones sobre la postura del tronco, a la hora de la sujeción y deposición de la carga, para no sufrir dolores o pinzamientos en la zona vertebral.

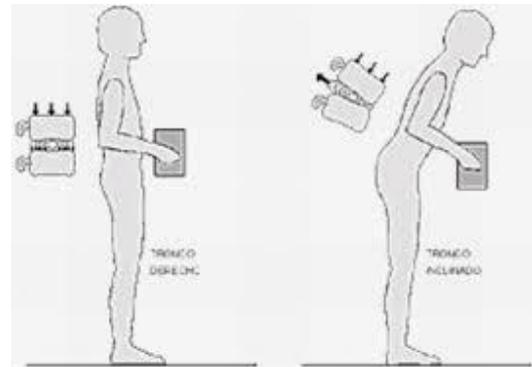
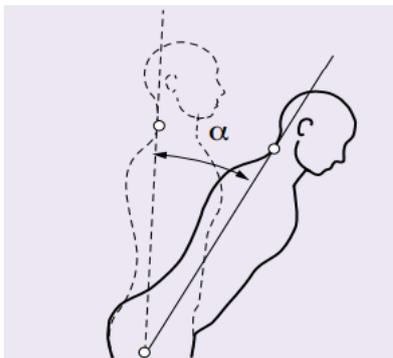


Imagen 91. Sujeción y deposición de carga. (UPV.es)



Primero, de todo, se pasa a definir el ángulo de inclinación del tronco ( $\alpha$ ), que viene determinado por la postura del tronco durante la realización de la tarea (trazo continuo) con respecto a la postura de referencia (línea punteada).

Imagen 92. Ángulo inclinación tronco. (insst.es)

Después, se pasa a evaluar el tiempo de mantenimiento de la inclinación del tronco, que en este caso, son segundos y este esfuerzo se realiza en un espacio prolongado de tiempo.

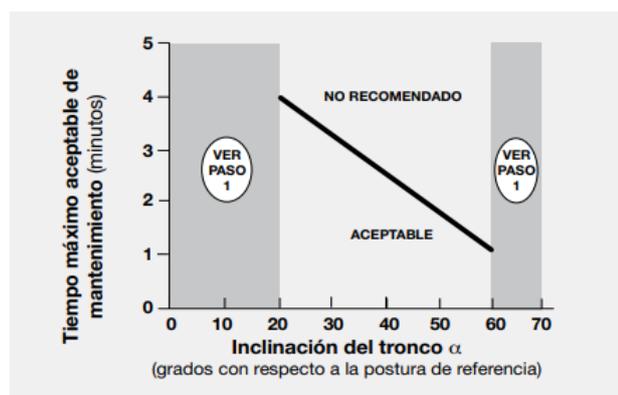


Imagen 93. Ángulo inclinación tronco respecto al tiempo de mantenimiento. (insst.es)

Por último, se revisan los criterios de valoración de la postura del tronco;

Característica postural	ACEPTABLE	IR AL PASO 2	NO RECOMENDADO
<b>1) Postura del tronco simétrica <sup>(a)</sup></b> No Sí	•		•
<b>2) Inclinación del tronco <math>\alpha</math> <sup>(b)</sup></b> > 60° 20°-60° sin apoyo total del tronco 20°-60° con apoyo total del tronco 0° - 20° < 0° sin apoyo total del tronco < 0° con apoyo total del tronco	• • •	•	• •
<b>3) Para posición sentada:</b> Postura de la zona lumbar convexa <sup>(c)</sup> No Sí	•		•

Imagen 94. Criterios de valoración del ángulo inclinación tronco. (insst.es)

La carga que se va a colocar, es puntual, debido a que serían diversos utensilios como las mordazas, o cosas realmente más pesadas como la base de hormigón/ladrillo, que se utiliza en el segundo ensayo. Este tipo de carga roza como máximo los 25kg, según las dimensiones previas planteadas, además de que su manipulación no llevaría un tiempo de más de 15/20 segundos.

Recopilando la información, se puede afirmar que un rango de 0º a 20º, sería lo mejor, pero una postura que se incline de 20º a 60º, por el poco tiempo de carga, también sería aceptable.

Con estos datos y con los de la máquina, se ha valorado un rango de alturas donde debería ser colocada esta.

*Información extraída de insst.es.*

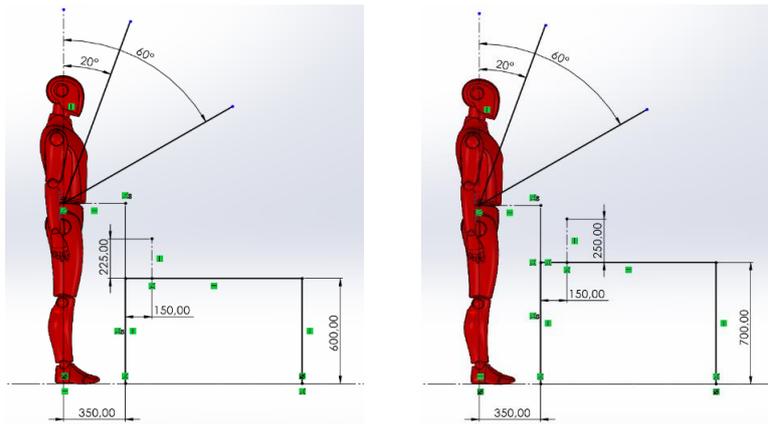


Imagen 95. Rango de alturas para la protección del ángulo de inclinación del tronco.

Se puede decir que la mesa (teniendo en cuenta unos 225 – 250mm de altura del cárter y de la pletina de ensayo) debería tener un rango entre 600 a 700mm de altura.

Ya comentada la altura a la que debería posicionarse la máquina, en segundo lugar se pasa a comentar la posición del display, botón de emergencia y el botón de ON/OFF de esta.

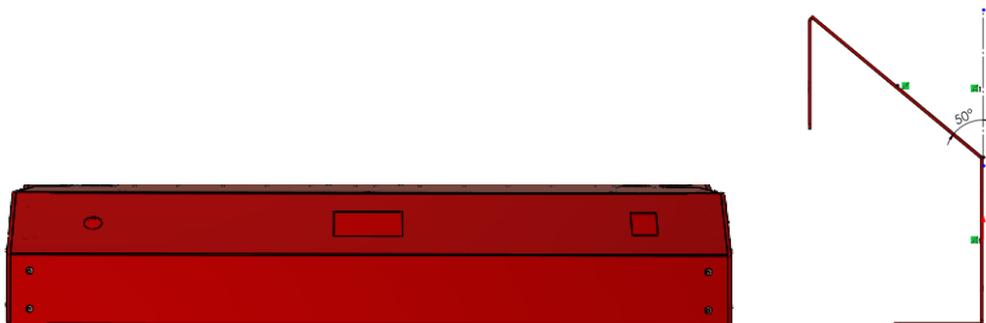


Imagen 96. Parte frontal del cárter.

Como se puede apreciar en la imagen de la izquierda, los 3 diferentes componentes están separados a cierta distancia, para que el usuario no tenga ningún problema a la hora de seleccionar la opción deseada.

Finalmente, el arco de 50º que forma el cárter, permite al usuario visualizar y pulsar cualquier dispositivo (sin tener que realizar una postura incómoda), además de que permite la colocación de la baldosa cerámica sin problemas.

## 9.4. MATERIALES Y FABRICACIÓN

### Selección de materiales

La selección del material para las distintas piezas o componentes de un conjunto mecánico es una de las decisiones centrales del proceso de diseño. Se establecen diversas consideraciones generales sobre esta actividad:

- Según el ciclo de vida; Respuesta a la función / Conformación y fabricación/ Coste y suministro / Relación con el usuario / Facilidad de reciclaje.
- Grado de innovación; Soluciones experimentadas / Soluciones innovadoras.
- Características y propiedades de los materiales; Organización de los datos sobre propiedades / Cuantificación de la selección.

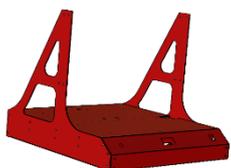
El material seleccionado para el cárter es el acero inoxidable AISI 304, debido a su resistencia a la corrosión y a la oxidación, aparte de que es más resistente al desgaste que el acero normal, es económico y fácil de limpiar. Para las chapas, donde se realizan los ensayos, se utilizará el acero galvanizado S 355 JR, por su resistencia a las rayaduras, acabado duradero y protección a la oxidación. Este material también se encuentra en las dos pletinas superiores.

Para el resto de piezas se utilizará el aluminio EN AW 5083, por su versatilidad, elevada resistencia a la corrosión, su acabado brillante, y dureza. Finalmente, en cuanto a la estructura, los perfiles serán de aluminio EN AW 6060, ya que es muy bueno para extruir secciones complicadas y es muy maleable.

## Procesos de fabricación

En cuanto a la selección de los procesos, para decidir cómo serán fabricados los componentes de la máquina, se deben tener en cuenta factores como el material de la pieza, la facilidad y viabilidad del proceso y el coste.

Se ha realizado la siguiente tabla, donde se han elegido los distintos procesos en relación al material y las condiciones dimensionales de la pieza;

MATERIAL	PIEZA	OPERACIONES	IMAGEN
Al EN-AW 6060	Estructura	Extrusión	
Acero AISI 304	Cárter	Laminado en frío Corte láser Plegado Roscados	
Al EN-AW 5083	Brida motor	Deformación en frío Mecanizado Roscado	
Al EN-AW 5083	Soporte rodamientos	Deformación en frío Mecanizado	
Al EN-AW 6060	Columna	Extrusión	
Al EN-AW 5083	Anilla	Roscado torno Taladrado	
Al EN-AW 5083	Percha 2	Cilindrado en torno Mecanizado Roscado	

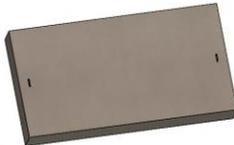
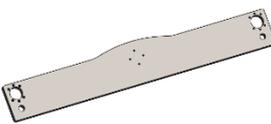
Al EN-AW 5083	Mordaza	Deformación en frío Mecanizado Roscado	
Al EN-AW 5083	Apriete mordaza	Deformación en frío Mecanizado Roscado	
Al EN-AW 5083	Percha 1	Deformación en frío Mecanizado Corte láser Roscado	
Acero SJ 355 JR	Chapa ensayo	Laminado en caliente Mecanizado	
Al EN-AW 5083	Tapa lateral percha	Deformación en frío Mecanizado	
Al EN-AW 5083	Unión percha célula de carga	Deformación en frío Mecanizado	
Al EN-AW 5083	Unión junta célula de carga	Deformación en frío Mecanizado Roscado	
Acero SJ 355 JR	Pletina puente	Laminado en caliente Mecanizado Roscado	
Acero SJ 355 JR	Pletina unión columnas	Laminado en caliente Mecanizado Roscado	

Tabla 7. Piezas y procesos de fabricación.

## 10. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE DOCUMENTOS

Este punto sirve para resolver las posibles contradicciones entre los distintos documentos del proyecto.

El orden de prioridad en este TFG es el siguiente:

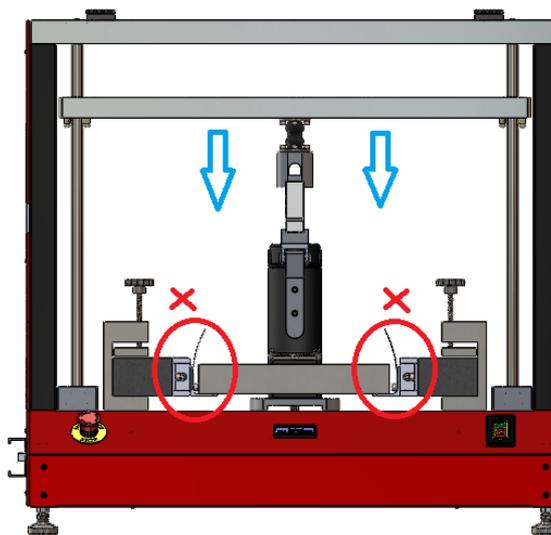
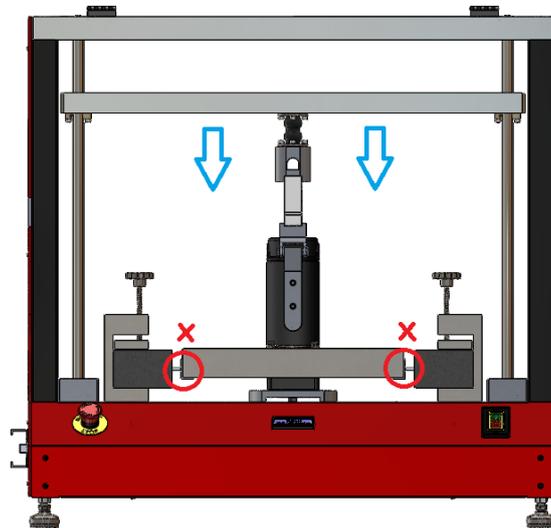
- Planos.
- Pliego de condiciones.
- Presupuesto.
- Memoria.

## 11. EJEMPLOS GRÁFICOS DE LOS ENSAYOS

*\*En todas las máquinas de ejemplo, se ha omitido (para su mejor visibilidad) el ensamblaje de la ventana de seguridad\**

### Ensayos a flexión (Anclajes puntuales y en perfilería)

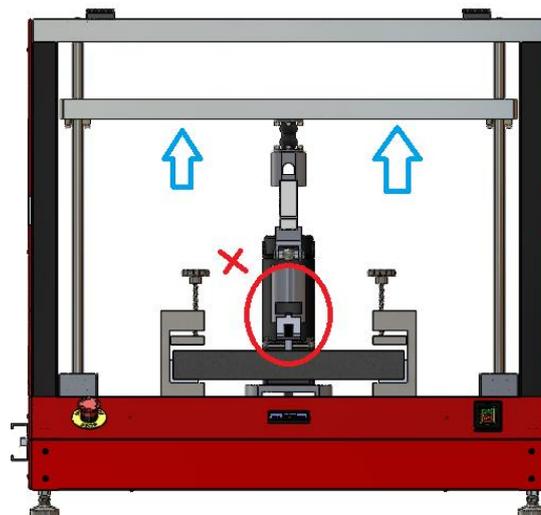
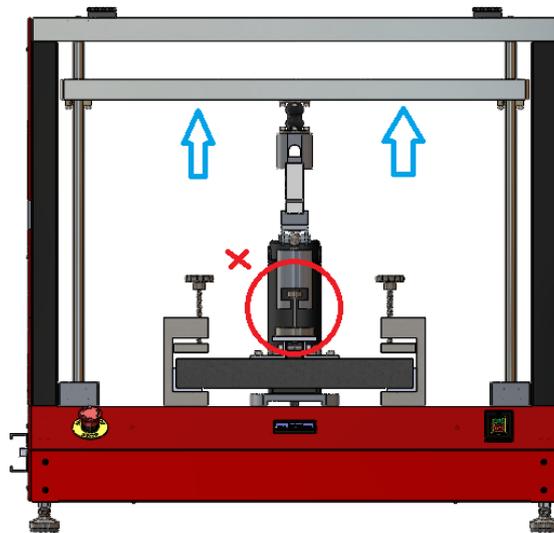
La percha baja aplicando fuerza progresivamente sobre la chapa y el ensayo trata de intentar llegar a la rotura/despegue, para ver cuanta carga resisten los anclajes situados en los laterales.



*\*En todas las máquinas de ejemplo, se ha omitido (para su mejor visibilidad) el ensamblaje de la ventana de seguridad\**

### Ensayos de arrancamiento (Pegado con adhesivo y anclajes puntuales)

En este caso, la percha se engancha al elemento en cuestión y aplica una fuerza en vertical hacia arriba, de manera progresiva, tratando de llegar a la rotura/despegue, para observar la máxima fuerza de arrancamiento.



## 12. CONCLUSIONES FINALES

El TFG es una síntesis de conocimientos, aptitudes y habilidades que se han logrado integrar a lo largo de los cuatro cursos académicos, donde se adquieren las competencias de una manera transversal y específica durante el camino, que permiten realizar esta tarea como paso previo a la práctica profesional.

Esto se ha vivido como un reto y una dificultad en algunos momentos, ya que se ha debido desarrollar y poner de manifiesto la capacidad de realización un trabajo como este, de manera autónoma. De todas formas, estas, permiten adquirir y aprender competencias que serán fundamentales, como la búsqueda de información, análisis, la toma de decisiones o la comunicación.

El diseño que se ha acabado realizando es fruto de un trabajo y estudio escrupulosos, donde la estética, funcionamiento, y dispositivos donde interfiere el usuario hace que sea diferente e innovador.

Finalmente, esta solución cumple con los objetivos y requisitos anteriormente estipulados, algunos en mayor medida que otros, pero, sin dejar ninguno de lado y obviamente, llegando a los mínimos requeridos por cada uno de ellos.

# VOLUMEN II

---

## ANEXOS

# ÍNDICE

## VOL. II; ANEXOS

### ANEXO I; BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN Y CÁLCULOS NECESARIOS

Introducción	94
1. Tecnología de la fachada ventilada	95
1.1 Evolución histórica	95
1.2 Fundamentos	99
1.3 Componentes	100
1.4 Uniones según el material	101
1.5 Ventajas	102
2. Cálculos	103

### ANEXO II; ESTUDIO DE MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACIÓN

Introducción	121
1. Estudio de los materiales	122
1.1 Aceros inoxidables	122
1.2 Aceros galvanizados	123
1.3 Aluminio	126
2. Estudio de los procesos de fabricación	128
2.1 Procesos de fabricación del acero	128
2.2 Proceso de galvanizado en acero	129
2.3 Procesos de extrusión de perfiles de aluminio	131

## ANEXO I; BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN Y CÁLCULOS NECESARIOS

### INTRODUCCIÓN

En este primer anexo, se profundizará en la historia de la fachada ventilada, los componentes que la forman y las diferentes ventajas que proporcionan.

Posteriormente se llevan a cabo distintos cálculos que son necesarios para la elección de un componente o para determinar si la máquina va a funcionar como se desea.

## 1. FUNDAMENTOS DE LA FACHADA VENTILADA

### 1.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

No existe una única categoría de construcción que pueda ser denominada de manera exclusiva como 'fachada ventilada'. En su lugar, se encuentran disponibles diversas soluciones que se basan en la idea de fachadas multicapa, las cuales incorporan cámaras de aire con diferentes grosores. Estas soluciones se diseñan para cumplir con una variedad de requisitos, como la resistencia a las condiciones climáticas, la estética deseada, la durabilidad y las consideraciones de costos. Cada proyecto puede adaptar estas opciones según sus necesidades específicas.

Posiblemente, el precursor de la fachada multicapa, que se considera un antecedente de la fachada ventilada, es Otto Wagner. En 1899, diseñó la estación de metro de Karsplatz en Viena, donde empleó su conocimiento sobre el uso del acero. En este proyecto, Wagner utilizó paredes no construidas con ladrillos, sino con una estructura metálica. Para lograr una fachada elegante, se revistieron con placas de piedra noble de espesor reducido para economizar costos. En lugar de fijar estas placas directamente a un muro (que en este caso no existía), se aseguraron mediante elementos metálicos. Este enfoque representó un avance técnico notable para la época y sentó las bases para el desarrollo posterior de las fachadas ventiladas con revestimiento de piedra.

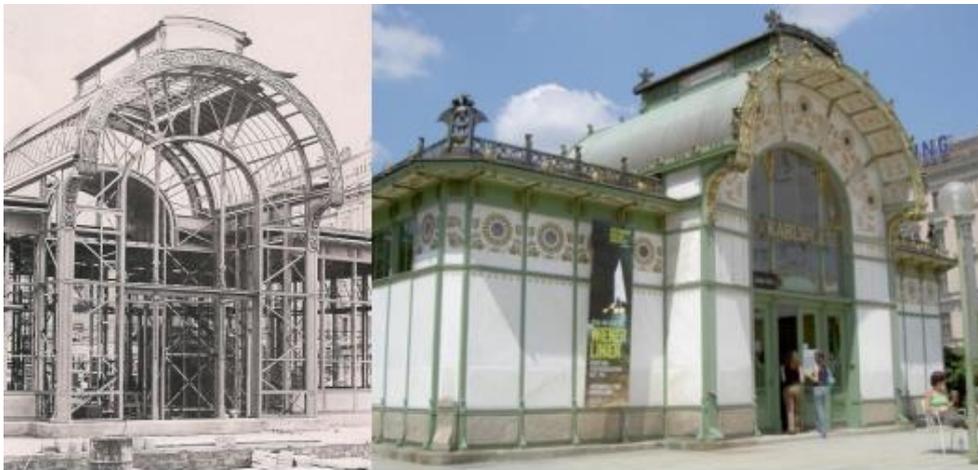


Imagen 97. Estación de Karsplatz, de Otto Wagner, Viena, 1899. (Estudio UPM)

Algunas construcciones agrícolas en Noruega pueden ser consideradas como un antecedente temprano de lo que conocemos hoy como fachada ventilada. En estas estructuras, se puede observar claramente el principio del tabique o pantalla pluvial. La historia detrás de esto es que, debido a la pérdida de cosechas causada por la humedad, los noruegos tomaron la decisión de duplicar la pared de madera en estas construcciones. La primera capa detenía la humedad y permitía la ventilación de la cámara gracias a sus juntas abiertas, mientras que la segunda capa permanecía seca, conservando perfectamente las cosechas. Este enfoque antiguo refleja el concepto fundamental de la fachada ventilada.



Imagen 98. Granero noruego con fachada ventilada de madera. (Estudio UPM)

Los muros multicapa con una cámara de aire comenzaron a utilizarse en el siglo XIX con el desarrollo de la "cavity wall" de ladrillo. En España, se conocía como el "tabique pluvial catalán" y se empleaba ampliamente, especialmente con piezas cerámicas, como una solución económica para proteger las paredes medianerías de los edificios de la lluvia. El método consistía en la colocación de tabiques de ladrillo entre las pilastras de ladrillo u hormigón, creando así una cámara de aire que servía como barrera contra la humedad.



Imagen 99. Retirada de tabique pluvial de ladrillo en medianería. (Estudio UPM)

La capacidad de cortar la piedra natural en láminas delgadas con gran precisión ha facilitado la creación de revestimientos de fachadas que ya no se adhieren con mortero, sino que utilizan elementos metálicos. Estos elementos metálicos permiten la formación de una cámara interior que previene la infiltración del agua de lluvia, dando lugar al desarrollo de las fachadas ventiladas con revestimiento de piedra.

Las láminas metálicas, tradicionalmente utilizadas en cubiertas, también se emplean en fachadas, ya sea como revestimiento único o en forma de paneles sándwich. Para mejorar su estética y reducir su peso, han surgido paneles que incorporan un núcleo compacto de material polimérico (composite) o una estructura tipo nido de abeja. Estos materiales tienen su origen en otros sectores industriales, como la industria automotriz y la aeronáutica.

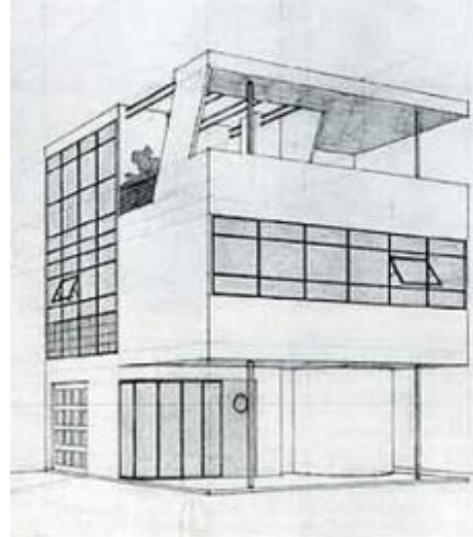


Imagen 100. Casa Aluminaire, de Alber Frey, 1931. (Estudio UPM)

El que también exploró en a principios del siglo XX soluciones pioneras en fachadas multicapa fue Jean Prouvé. Estas, incluían un revestimiento exterior de metal y utilizaban aislantes térmicos compactos. Al mismo tiempo, se estaban desarrollando paneles de fibras comprimidas a alta presión basados en resinas fenólicas. Estos avances posteriores dieron lugar a una amplia variedad de productos conocidos en la industria de la construcción por sus nombres comerciales, como Formica, Trespa, Prodema, entre otros.



Imagen 101. Fachada multicapa con acabado exterior metálico. (Estudio UPM)

La aplicación de cerámica en la construcción tiene una larga historia. Sin embargo, ha experimentado una notoria evolución hacia la fabricación de piezas mediante el proceso de extrusión. En el siglo XIX, los primeros sistemas desarrollados para la producción de tuberías de barro se adaptaron rápidamente para la fabricación de ladrillos huecos. Con el avance de los materiales cerámicos, especialmente del gres, y las posibilidades ofrecidas por la extrusión, en los últimos años han surgido una amplia variedad de productos diseñados para su uso en fachadas ventiladas.

Un ejemplo destacado de fachada tecnológica de ladrillo se encuentra en la obra de Renzo Piano en París, en su ampliación del IRCAM. En esta fachada, los ladrillos se suspenden de un bastidor metálico sin la necesidad de mortero, representando una nueva perspectiva en la instalación de piezas cerámicas en fachadas mediante grapas metálicas, ya sean visibles u ocultas.



Imagen 102. Detalle de la fachada del IRCAM. (Estudio UPM)



Imagen 103. Sistema Kingspan con acabado de ladrillo visto. (Estudio UPM)

En áreas donde la construcción con ladrillo no es común y este material se emplea principalmente con fines ornamentales y de acabado, se han desarrollado soluciones comerciales en las que el ladrillo se utiliza únicamente como una lámina de revestimiento exterior.

## 1.2 FUNDAMENTOS

Se define una fachada ventilada como un sistema que incluye al menos tres componentes esenciales: una capa exterior, una cámara de aire de grosor reducido que permite la ventilación adecuada con el aire exterior y una capa interior de soporte.

La aparición de fachadas ventiladas se debe a tres factores principales: la necesidad de proteger contra la humedad, la introducción de nuevos materiales y productos, y el conocimiento técnico adecuado. Como resultado, se han desarrollado una amplia variedad de soluciones arquitectónicas que deben abordar dos desafíos fundamentales: en primer lugar, garantizar la seguridad durante su vida útil, especialmente en condiciones de vientos fuertes que puedan provocar desprendimientos; en segundo lugar, evitar la infiltración de agua más allá de la capa exterior.

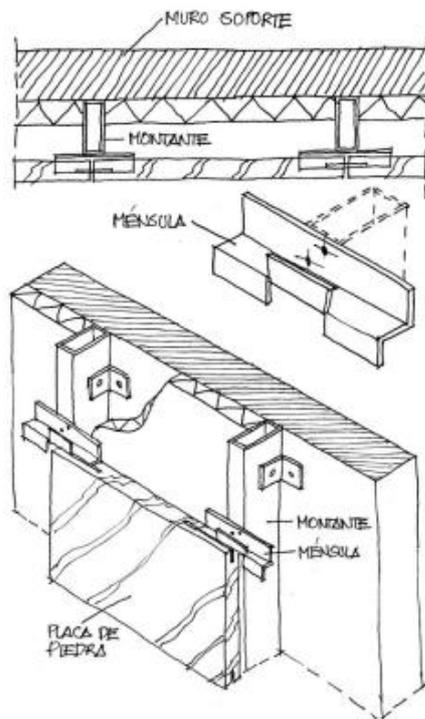
Desde una perspectiva mecánica, la seguridad de una fachada ventilada se basa en dos tipos de uniones fundamentales: la unión de las piezas exteriores con la subestructura y la unión de la subestructura con la capa interior. De estas uniones, la más crítica es la que conecta las piezas exteriores con la subestructura. Esto se debe a que esta unión está expuesta a las condiciones meteorológicas adversas y, al mismo tiempo, suele ser más pequeña en tamaño debido a las consideraciones estéticas y de peso del diseño.

### 1.3 COMPONENTES

En España, un ejemplo básico de fachada ventilada implica un muro de medio pie de ladrillo como soporte, con una subestructura compuesta por espigas metálicas que sostienen placas de piedra natural. Este sistema se complementa con un aislamiento térmico ubicado en la cámara de aire, en el exterior del muro de ladrillo. Esta solución es sumamente simple y ofrece un rendimiento excelente en términos de eliminación de puentes térmicos, preservación de la inercia térmica en el interior, acabado de alta calidad con piedra natural y es económicamente viable.



Imagen 104. Componentes de fachada ventilada. (Estudio UPM)



A partir de ahí, surgen diferentes variantes dependiendo de cómo se configuren las tres partes clave: la hoja exterior, la subestructura y el soporte. Empezando con el anterior caso, el primer aspecto que puede cambiar es la subestructura, evolucionando hacia sistemas complejos como ménsulas y rejillas de soporte.

Estas suelen considerarse la solución óptima, ya que ofrecen una gran versatilidad en los ajustes tanto en las conexiones con el soporte como con la hoja exterior. Por lo general, permiten la regulación en todas las direcciones, lo que facilita la creación de una geometría extremadamente precisa.

Imagen 105. Sección horizontal y perspectivas de una solución y sus componentes. (Estudio UPM)

Otro elemento a variar es la hoja exterior, cuya composición final dependerá de los requisitos estéticos del proyecto. Independientemente del material utilizado, esta hoja estará formada por paneles de poco espesor, que deben ser lo suficientemente resistentes a las condiciones climáticas y lo bastante sólidos como para alojar fijaciones seguras.

En última instancia, el soporte no necesariamente debe ser un muro de ladrillo, bloque u hormigón. En su lugar, puede tratarse de un soporte construido con materiales ligeros, típicamente un entramado metálico o de madera, revestido con diversos paneles tanto en el interior como en el exterior. Este soporte también puede estar compuesto por paneles monolíticos o multicapa, que pueden o no incorporar el aislamiento térmico.

#### 1.4 UNIONES SEGÚN EL MATERIAL

En las fachadas ventiladas, inicialmente, se pueden encontrar dos tipos de uniones relacionadas con la hoja exterior: las uniones vistas y las uniones

ocultas. Por razones obvias, las uniones vistas son más fáciles de realizar, pero en términos estéticos, se tiende a preferir las uniones ocultas.

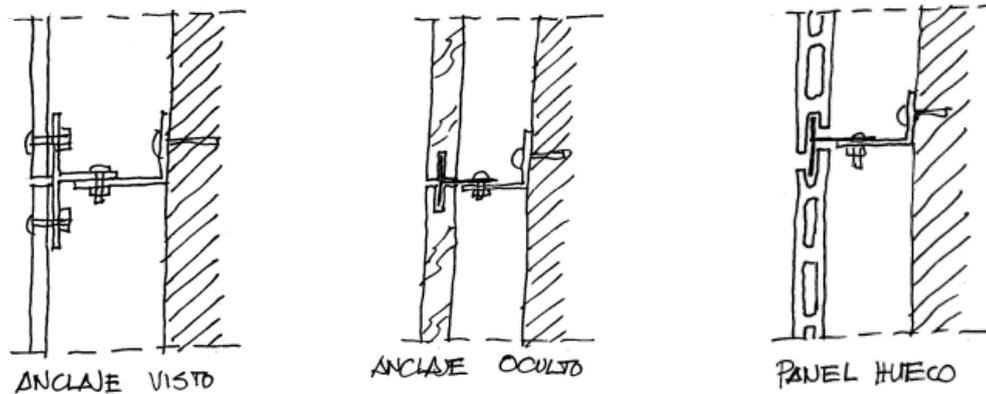


Imagen 106. Distintas secciones verticales con las respectivas soluciones. (Estudio UPM)

Las uniones vistas se efectúan mediante el uso de tornillos o tirafondos que atraviesan el material de la hoja exterior. Este método se considera de los más seguros para fijar los paneles. En contraste, las uniones ocultas son preferidas desde el punto de vista estético. En estas, las piezas se sujetan a lo largo de los bordes o en la parte trasera, haciéndolas invisibles desde el exterior.

En ambos casos, se pueden identificar dos tipos de productos:

- Paneles compactos de espesor uniforme: Estos paneles suelen requerir mecanizado en los bordes (como ranuras) o en la parte trasera (como destalonado o socavado de fondo) para su fijación.
- Paneles huecos o con pliegues en los bordes: Piezas de cerámica extruida o paneles compuestos (composite) o con estructura tipo nido de abeja (honeycomb). Estos paneles facilitan la fijación mediante diseños especialmente adaptados para este propósito.

El principal desafío de los sistemas de anclaje, es su capacidad para resistir el riesgo de desprendimiento debido a la succión del viento.

*Información extraída de "Evolución histórica de la fachada ventilada", de Benito Lauret, profesor del máster en Fachadas Tecnológicas y Envolventes Sostenibles de la UPM.*

## 1.5 VENTAJAS

La implementación de este concepto implica la adaptación del edificio a los principios de la construcción sostenible, lo que conlleva mejoras, además de un mayor ahorro de energía y una reducción en los costos de mantenimiento.

¿Cómo actúa? Depende de la situación:

- En verano: Cuando el sol incide directamente sobre el revestimiento y no sobre el edificio, calienta el aire dentro de la cámara de la fachada, reduciendo su densidad. El aire caliente asciende y es reemplazado por aire fresco. Este fenómeno se conoce como el "efecto chimenea", y tiene el beneficio de evitar la acumulación de calor en la fachada. Además, el aislante térmico proporciona una capa adicional de protección contra los elementos atmosféricos.

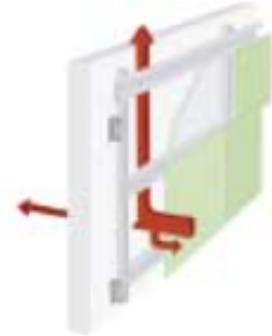


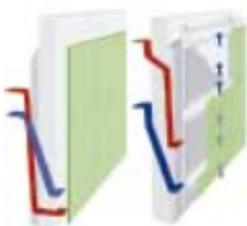
Imagen 107. Situación en verano e invierno. (Web Favaker)

- En invierno: En este contexto, es importante destacar que la radiación solar no es suficiente para generar movimientos de aire. En este proceso, la fachada acumula calor, contribuyendo a mantener la estabilidad térmica con la cámara de aire. El aislante térmico desempeña un papel crucial al permitir una acumulación máxima de calor en los componentes interiores, lo que evita la pérdida de calor en el interior del edificio.



- Eliminación de puentes térmicos: Lo que se traduce en un ahorro energético al eliminar el contacto directo entre las ménsulas y muros.

Imagen 108. Eliminación de puentes térmicos. (Web Favaker)



- Eliminación de condensaciones: Las paredes exteriores y el aislamiento permanecen secos, lo que garantiza su funcionamiento óptimo. En casos donde la lluvia pueda haberse filtrado entre las juntas, se seca gracias a la circulación de aire en el espacio de ventilación, evitando problemas de humedad.

Imagen 109. Eliminación de condensaciones. (Web Favaker)

## 2. CÁLCULOS

En este apartado, se realizan una serie de operaciones, para la consiguiente elección de elementos y componentes que hay que instalar en la máquina.

Los elementos que se deben instalar y hay que ver qué modelo se busca en concreto son: Los husillos, el motor, las poleas y correas dentadas.

### HUSILLOS

Para la elección de los husillos, se ha intercambiado una conversación vía mail con uno de los técnicos de la empresa Tecnopower, donde se ha explicado la situación fundamental de la máquina y en su respuesta, recomendó la tuerca R20-05K4-FSCDIN, de la marca Hiwin, con las siguientes especificaciones:

### HUSILLOS DE BOLAS LAMINADOS

**HIWIN**  
Motion Control & Systems

#### TUERCAS PARA HUSILLOS DE BOLAS LAMINADOS

##### TUERCA SIMPLE CON BRIDA FSCDIN / FSDIN

CÓDIGO DE PEDIDO: R 25 10 K4 FSCDIN 650 730 0,052

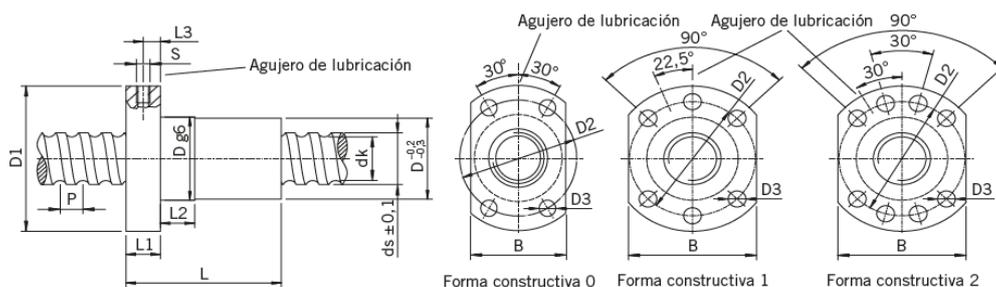


Tabla 4.4 DIMENSIONES DE TUERCAS. Todas las dimensiones en mm

Artículo número	ds	P	D	D1	D2	D3	Forma constructiva	L	L1	L2	L3	S	B	dk	C <sub>dyn</sub> (N)	C <sub>0</sub> (N)	Juego axial máx. (mm)	Masa (kg/St.)	Artículos en stock	
R12-05K4-FSCDIN	11,7	5	24	40	32	4,5	0	33	8	8	4	M3	26	9,9	5.500	12.000	0,02	0,11		
R12-10K3-FSCDIN	118	10	24	40	32	4,5	0	43	8	8	4	M3	26	9,6	5.100	10.100	0,02	0,13		
R15-05K4-FSCDIN	13,9	5	28	48	38	5,5	1	38	10	10	5	M6	40	11,8	12.600	21.000	0,04	0,18		
R16-05T3-FSDIN	15,5	5	28	48	38	5,5	1	40	10	10	5	M6	40	12,9	6.500	11.700	0,04	0,18		
R16-10K3-FSCDIN	14,7	10	28	48	38	5,5	1	45	10	10	5	M6	40	12,5	9.100	19.300	0,04	0,20		
R16-16K3-FSCDIN	15,0	16	28	48	38	5,5	1	61	12	20	6	M6	40	13,0	7.900	17.000	0,04	0,26		
R16-20K2-FSCDIN	14,0	20	28	48	38	5,5	1	56	10	10	5	M6	40	11,8	5.200	10.400	0,04	0,25		
<b>R20-05K4-FSCDIN</b>	<b>19,6</b>	<b>5</b>	<b>36</b>	<b>58</b>	<b>47</b>	<b>6,6</b>	<b>1</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>M6</b>	<b>44</b>	<b>16,9</b>	<b>13.400</b>	<b>32.740</b>	<b>0,04</b>	<b>0,28</b>		
R20-10K3-FSCDIN	19,3	10	36	58	47	6,6	1	48	10	10	5	M6	44	16,6	10.000	23.500	0,04	0,32		

Imagen 110. Página 28 del manual de Husillos de bolas Hiwin. (Tecnopower.es)

Una vez se ha seleccionado la tuerca el husillo, se pasan a realizar una serie de cálculos a modo de comprobación:

Selección del tipo de apoyos y longitud del husillo;

En primer lugar se selecciona el tipo de montaje, siendo las posibilidades;

Tipo de montaje	$f_{cr}$	$f_c$
	0,35	0,25
	1	1
	1,45	2
	2,25	4

Imagen 111. Tipos de montaje en husillos. (ikastaroak.ulhi.net)

Se selecciona el tipo de montaje 3 (2 rodamientos de una hilera de rodillos cónicos abajo y 1 de una hilera de bolas, arriba).

Después, se debe definir la longitud del husillo, teniendo en cuenta que la longitud mínima que debe tener el husillo será la que muestra la siguiente ecuación:

$$L_{Husillo} = L_{Recorrido} + L_{Tuerca} + Paso$$

Siendo:

$L_{Husillo}$ : Longitud mínima que debe tener el husillo.

$L_{\text{Recorrido}}$ : Longitud del recorrido que debe realizar la tuerca respecto al husillo o el husillo respecto a la tuerca, dependiendo del tipo de montaje. Será el desplazamiento lineal realizado.

$L_{\text{Tuerca}}$ : Longitud de la tuerca ya seleccionada, es un dato que viene en el catálogo una vez seleccionado el husillo.

Paso: Dato ya seleccionado.

Por lo tanto;

$$L_{\text{Husillo}} = 580 \text{ mm} + 40 \text{ mm} + 5 \text{ mm} = 625 \text{ mm}$$

Además se debe añadir el espacio necesario para apoyos y espacio de seguridad (se puede considerar un 20% por ejemplo).

$$"625 \text{ mm} + 20\% = 750 \text{ mm}" \text{ (Por ejemplo)}$$

### Comprobación de velocidad crítica;

Es recomendable que los husillos trabajen lejos de su velocidad crítica o frecuencia natural de vibración, con el fin de evitar la entrada en resonancia del husillo. La velocidad máxima admisible será:

$$n_{adm} = n_{cr} \times f_{cr} \times V$$

Siendo:

$n_{adm}$ : velocidad máxima permitida (rpm).

$n_{cr}$ : velocidad crítica (rpm) a seleccionar en la gráfica, según diámetro y longitud del husillo.

$f_{cr}$  : factor de corrección según tipo de montaje (que se debe de seleccionar de la tabla de arriba).

$v$  : coeficiente de seguridad (max. 0.8). (0,4, valor medio).

La gráfica donde se tiene que seleccionar la  $n_{cr}$  , es la siguiente;

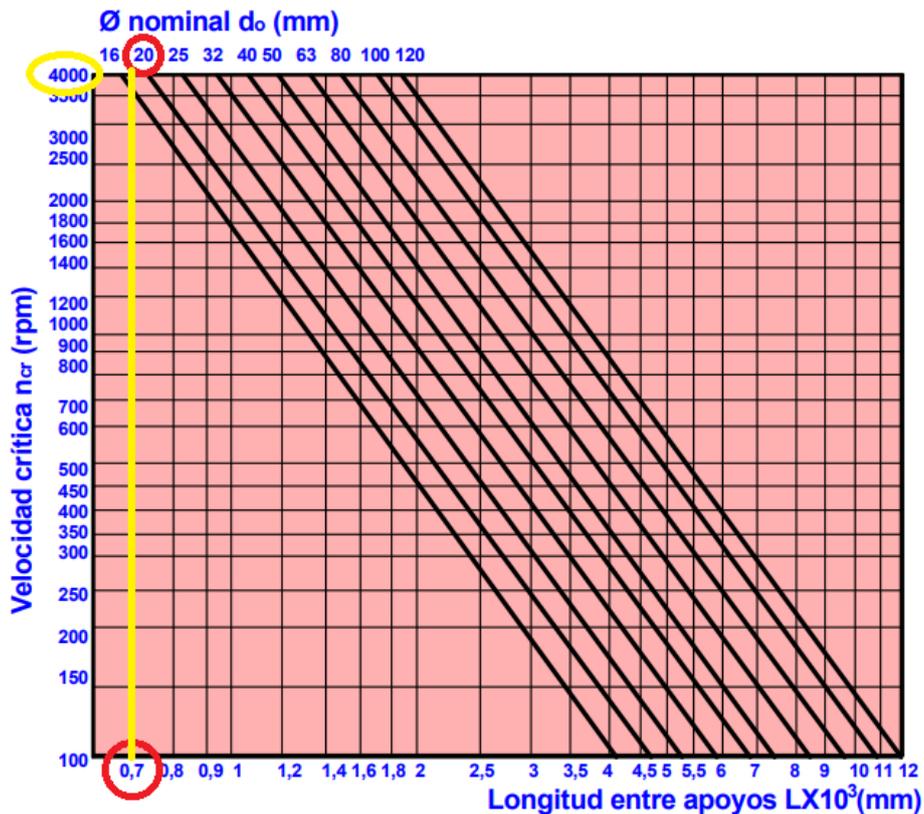


Imagen 112. Gráfica elección de la velocidad crítica (rpm). (ikastaroak.ulhi.net)

El valor que se escoge, son 4000 rpm, aunque posiblemente, fueran unas pocas más. (No influye esta diferencia, de hecho, al final del cálculo, sale una velocidad crítica menor, siendo en consecuencia, más seguro de lo que sale realmente el cálculo).

Por lo tanto;

$$n_{adm} = 4000 \times 1,45 \times 0,4 = 2320 \text{ rpm}$$

## Comprobación de carga de pandeo;

Se debe verificar que las cargas de compresión que sufre el husillo se encuentran alejadas o son inferiores a la carga máxima de compresión aplicable sobre un husillo. La carga máxima de compresión aplicable sobre un husillo es la siguiente:

$$F_{ad} = F_k \times f_c \times C$$

Siendo:

$f_c$ : factor de corrección según tipo de montaje (que se debe de seleccionar de la tabla de arriba).

$C$ : factor de seguridad, se recomienda utilizar un factor de seguridad de 0.5 y como máximo 0.8. (0,65, valor medio).

$F_k$ : carga de columna, que está en función del diámetro y de la longitud del husillo.

La gráfica donde se tiene que seleccionar la  $F_k$ , es la siguiente;

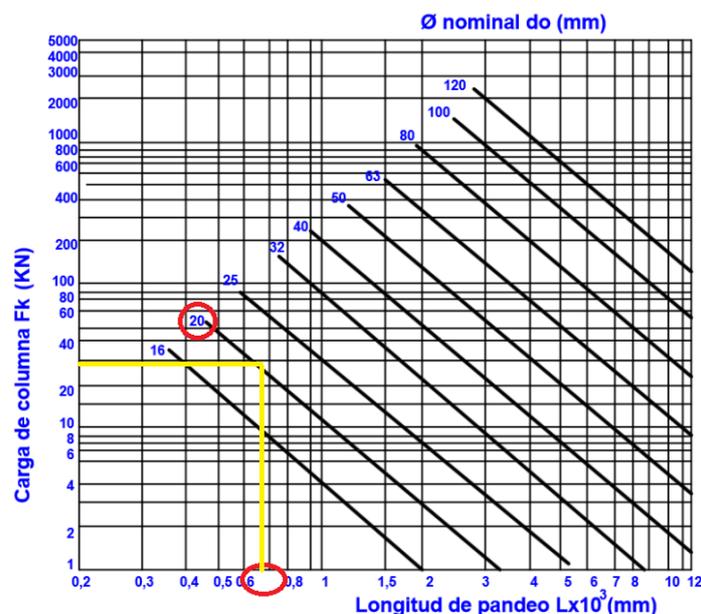


Imagen 113. Gráfica elección de la carga de columna (kN). (ikastaroak.ulhi.net)

El valor que se escoge son 30 kN, según la gráfica.

Por lo tanto;

$$F_{ad} = 30 \times 2 \times 0,65 = 39 \text{ kN}$$

## MOTOR

Una vez se tiene el husillo seleccionado, se pasa a ver, que motor necesitamos para accionarlo y que pueda trabajar.

Para ello, se tiene a un candidato, que es el Motor CC para engranajes 24VDC 16A 250W de la empresa Transmotec, que depende de la reducción que se utilice varía desde 1000 rpm (1,9 Nm de Par nominal) a 20 rpm (20 Nm de Par nominal).



Imagen 114. Motor CC para engranajes rectos. (Transmotec.es)

Torque unit: Nm (newton meter)	
Speed unit: rpm (revolutions per minute)	
GEAR MOTOR DATA	
Reduction	3 3,6 5 6 7,5 9 1 12,5 15 18 20 25 30 36 40 50 60 75 90 100 120 150 180 200
Nominal torque 24V	1.9 2.3 3.2 3.9 4.8 5.8 5.8 7.3 8.7 10.4 10.4 13.1 15.7 18.8 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20
Nominal speed 24V	1000 833 600 500 400 333 300 240 200 167 150 120 100 83 75 60 50 40 33 30 25 20 17 15
Length (mm)	261.5
Weight (kg)	4.7

Imagen 115. Tabla de reducciones del motor CC para engranajes rectos. (Transmotec.es)

Para realizar el cálculo, se diferencian dos situaciones: Si el husillo convierte un par de giro en desplazamiento, o si se utiliza para transformar una fuerza lineal en un par de giro. Es la primera de las opciones y se pasa a realizar el procedimiento de cálculo del rendimiento;

$$\eta_1 = \frac{1 - \mu \times \tan \varphi}{1 + \frac{\mu}{\tan \varphi}}$$

Siendo:

$\eta_1$ : Rendimiento (Entre 0,85 y 0,95).

$\mu$ : Coeficiente de rozamiento a la rodamiento (Entre 0,003 y 0,01).

P: Paso (mm).

$d_n$ : Diámetro nominal de la rosca del husillo (mm).

$\varphi$ : Ángulo de la hélice, siendo;  $\tan \varphi = \frac{P}{\pi \times d_n}$

Por lo tanto, se resuelve;

$$\tan \varphi = \frac{5}{\pi \times 16,9} = 0,09417$$

$$\eta_1 = \frac{1 - (0,0065 \times 0,09417)}{1 + \frac{0,0065}{0,09417}} = 0,9348$$

Se tiene el rendimiento, ahora se obtiene el par de giro aplicado,  $T_L$  (Nm):

$$T_L = \frac{F \times P}{2000 \times \pi \times \eta_1}$$

Siendo:

F: Carga lineal (N).

P: Paso (mm).

Resolvemos;

$$T_L = \frac{10000 \times 5}{2000 \times \pi \times 0,9348} = 8,51 \text{ Nm}$$

Este resultado, será el par nominal mínimo que se debe aplicar en el husillo.

Finalmente, pasamos a averiguar la potencia necesaria para el accionamiento del husillo,  $P_L$  (kW):

$$P_L = \frac{T_L \times n \times 2 \times \pi}{60 \times 1000}$$

Siendo:

n: Número de revoluciones (rpm).

En este caso, para ver qué “n” se escoge, se expone la tabla, donde, con el valor anterior podemos descartar ya ciertas posibilidades de reducción;

Torque unit: Nm (newton meter)	
Speed unit: rpm (revolutions per minute)	
GEAR MOTOR DATA	
Reduction	3 3,6 4 5 6 7,5 9 12,5 15 18 20 25 30 36 40 50 60 75 90 100 120 150 180 200
Nominal torque 24V	<del>1,9</del> <del>2,3</del> <del>3,2</del> <del>3,9</del> <del>4,8</del> <del>5,8</del> <del>7,3</del> 8.7 10.4 10.4 13.1 15.7 18.8 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20
Nominal speed 24V	<del>1000</del> <del>833</del> <del>600</del> <del>500</del> <del>400</del> <del>338</del> <del>260</del> <del>240</del> 200 167 150 120 100 83 75 60 50 40 33 30 25 20 17 15
Length (mm)	261.5
Weight (kg)	4.7

Como se aprecia, se pueden descartar valores menores al resultado del par nominal mínimo, pero el siguiente (la etapa de reducción 15), parece muy cercana al valor anterior, por lo que se va a escoger la etapa de reducción 18, con un par nominal de 10,4 Nm y una velocidad de 167 rpm.

Ahora sí, se resuelve:

$$PL = \frac{8,51 \times 167 \times 2 \times \pi}{60 \times 1000} = 0,148 \text{ kW}$$

Con este valor, se puede afirmar, que este motor de 230W = 0,230kW, en la etapa de reducción 18 (10,4 Nm y 167 rpm) que es una solución válida.

**SDS90196A 250W**

**MODEL NO. DESIGNATION**  
 SDS90196A - VOLTAGE - REDUCTION

Torque unit: **Nm** (newton meter)  
 Speed unit: **rpm** (revolutions per minute)

Reduction	3	3,6	5	6	7,5	9	1	12,5	15	18	20	25	30	36	40	50	60	75	90	100	120	150	180	200	
Nominal torque 24V	1.9	2.3	3.2	3.9	4.8	5.8	5.8	7.3	8.7	10.4	10.4	13.1	15.7	18.8	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Nominal speed 24V	1000	833	600	500	400	333	300	240	200	167	150	120	100	83	75	60	50	40	33	30	25	20	17	15	
Length (mm)	261.5																								
Weight (kg)	4.7																								

Imagen 116. Ficha técnica del motor CC para engranajes rectos. (Transmotec.es)

## POLEAS Y CORREAS DENTADAS

Para la realización de este cálculo, se ha tenido en cuenta la “Indicación técnica para correas dentadas 22062” de la empresa Norelem, que es un proceso necesario, ya que estos accionamientos por correa dentada son sistemas de alto valor técnico que son altamente eficientes y con una larga vida útil si se diseñan y calculan cuidadosamente.

Para ello, se recopilan los datos necesarios para el diseño correcto de un accionamiento por correa dentada:

- Tipo de máquina: Aparatos de precisión, mecánica de precisión.
- Tipo de motor de accionamiento: Motor eléctrico con 10,4 de par nominal.
- Potencia del motor: 250 W = 0,25 kW.
- Factor de funcionamiento: ? (Luego).
- Revoluciones del eje del motor: 167 rpm.
- Revoluciones del eje accionado: 167 rpm.
- Relación de transmisión: 1:1.

Una vez se tienen estos datos, se da paso a la indicación técnica para el diseño del accionamiento de poleas y correas dentadas:

### 1. Determinación de la potencia a transmitir.

La potencia por transmitir  $P$  [kW] se determinará mediante la multiplicación de la potencia nominal de la máquina motriz  $P_M$  [kW] por el factor de funcionamiento total  $c_0$ .

$$P = P_M \cdot c_0 \text{ [kW];}$$

Siendo:

$$c_0 = c_2 + c_3 + c_4.$$

Estas 3 incógnitas, son 3 tipos de factores de funcionamiento diferentes;

$c_2$  = Factor de carga.

$c_3$  = Factor de aceleración.

$c_4$  = Factor de fatiga.

Cada uno tiene un valor que se puede averiguar si ponemos los datos recopilados anteriormente, en la tabla de cada uno de los factores;

Factores de carga $c_2$	Máquinas motrices			
	Máquinas de trabajo	Motores eléctricos con par de arranque bajo (hasta 1,5 x par nominal) - Turbinas de agua y de vapor - Motores de combustión con 8 cilindros y más	Motores eléctricos con par de arranque medio (1,5 hasta x 2,5 par nominal) - Motores de combustión con 4 a 6 cilindros	Motores eléctricos con par de arranque y de frenado alto (más de 2,5 par nominal) Motores hidráulicos Motores de combustión de hasta 4 cilindros
Máquinas de trabajo				
Aparatos de precisión, mecánica de precisión e instrumentos metrológicos	1,1	1,2	1,3	1,2
Robots de cocina, máquinas cortadoras	1,1	1,2	1,3	1,2
Máquinas de coser, máquinas de coser para uso doméstico	1,1	1,2	1,3	1,3
Máquinas de coser industriales	1,2	1,3	1,4	1,4
Máquinas de lavandería, secadoras	1,2	1,4	1,6	1,6
Lavadoras	1,4	1,6		
Sistemas de transporte, cintas transportadoras para productos ligeros	1,1	1,2	1,3	
Transportadores de cinta y de rodillos para cargas medianas	1,2	1,4	1,6	
Sistemas de transporte para productos pesados, elevadores	1,4	1,6	1,8	
Transportadores de sinfín, elevadores de cangilones	1,4	1,6	1,8	
Agitadores, máquinas mezcladoras para medios líquidos	1,2	1,4	1,6	
Máquinas mezcladoras para medios semilíquidos	1,3	1,5	1,7	
Máquinas de repostería y para masa panadera	1,4	1,6	1,8	
Máquinas herramienta, tornos	1,2	1,4	1,6	
Máquinas taladradoras, rectificadoras, fresadoras y cepilladoras	1,3	1,5	1,7	
Máquinas de procesar madera, tornos de carpintería y sierras de cinta	1,2	1,3	1,5	
Máquinas de serrería	1,4	1,6	1,8	
Máquinas de fabricar ladrillos y tejas, máquinas mezcladoras, amasadoras	1,4	1,6	1,8	
Molinos de arcilla	1,6	1,8	2	
Maquinaria textil, urdidoras y bobinadoras	1,2	1,4	1,6	
Máquinas de hilatura y retorcedoras, tejedoras	1,3	1,5	1,7	
Fabricación de papel, agitadoras, calandrias, secadoras	1,2	1,4	1,6	
Bombas, desfibradoras	1,4	1,6	1,8	
Máquinas de impresión, cortadoras, plegadoras	1,2	1,4	1,6	
Impresoras rotativas	1,3	1,5	1,7	
Tamizadoras, tamices de tambor	1,2	1,4	1,6	
Tamices de vibración	1,3	1,5	1,7	
Ventiladores, sopladores, sopladores radiales	1,4	1,6	1,8	
Ventiladores de minas, sopladores axiales	1,6	1,8	2	
Compresores, compresores de tornillo	1,4	1,5	1,6	
Compresores de pistón	1,6	1,8	2	
Bombas, bombas centrífugas y de engranajes	1,2	1,4	1,6	
Bombas de pistón	1,7	1,9	2,1	
Generadores y excitadoras	1,4	1,6	1,8	
Ascensores y equipos elevadores	1,4	1,6	1,8	
Centrifugadoras	1,5	1,7	1,9	
Industria del caucho, máquinas procesadoras de goma	1,5	1,7	1,9	
Molinos, molinos de martillos	1,5	1,7	1,9	
Molinos de piedras, de rodillos y de bolas	1,7	1,9	2,1	

Imagen 117. Factores de carga  $c_2$ . (Norelem.es)

Transmisión 1/i	Factor de aceleración $c_3$
1-1,25	1
> 1,25-1,75	0,1
> 1,75-2,5	0,2
> 2,5-3,5	0,3
> 3,5	0,4

Tiempo de funcionamiento diario y condiciones	Factor de fatiga $c_4$
Sin funcionamiento continuo	-0,2
10 a 16 horas	+0,2
> 16 horas	+0,4
con rodillos de tensión retráctil	+0,2

Imagen 118. Factores de aceleración  $c_3$ . (Norelem.es)

Imagen 119. Factores de fatiga  $c_4$ . (Norelem.es)

Por lo tanto, según los factores de funcionamiento;

$$c_0 = 1,2 + 0 + (-0,2) = 1$$

$$P = P_M \cdot c_0 \text{ [kW]} = 0,25 \cdot 1 = 0,25 \text{ kW}$$

## 2. Selección de la división de las correas.

La división de las correas se puede seleccionar previamente mediante la integración del diámetro deseado en la aplicación. Para ello son fundamentales los números mínimos de dientes requeridos de las arandelas de la correa en las diferentes divisiones.

División [mm]	3	5	8
Número mínimo de dientes	10	14	22
Diámetro [mm]	9,55	22,28	56,02
d <sub>min</sub> [mm] de los rodillos retráctiles	14	27	85

Imagen 120. Divisiones de las correas. (Norelem.es)

El diámetro deseado de la polea del motor, en consecuencia, el resto de poleas, es de 50 mm y teniendo en cuenta el número de dientes, se selecciona la división de correas de 5 mm = 5M.

## 3. Determinación del número de dientes.

Considerando las especificaciones del accionamiento y el número mínimo de dientes arriba mencionado, se determinarán los números de dientes de la arandela de accionamiento y de salida con ayuda de la transmisión deseada.

Como la transmisión es 1:1, se debe determinar ahora el número de dientes.

La transmisión deseada es de un diámetro de 50mm, por lo tanto, con la ecuación para la circunferencia se obtiene la longitud periférica de la arandela dentada a aproximadamente;

$$\pi \times D = \pi \times 50 \text{ mm} = 157,1 \text{ mm}$$

Esta medida es dividida entre la medida de división 5;

$$157,1 \text{ mm} : 5 = 31,41 \text{ dientes} \approx 32 \text{ dientes}$$

El número de dientes seleccionado es 32, donde el diámetro efectivo es;

$$d_w = \frac{32 \times 5}{\pi} = 50,93 \text{ mm}$$

#### 4. Determinación de la longitud de la correa.

Este es un paso que se realiza (ya que se requieren 3 poleas y 2 rodillos tensores) utilizando el programa SolidWorks, una vez se coloquen las piezas en el lugar adecuado. Más adelante, se nombrará la longitud final.

#### 5. Determinación de la anchura de la correa.

Las tablas de capacidades contienen potencias de correas transferibles para anchos estándares de la correa dependientes del número de dientes de la arandela dentada pequeña y sus revoluciones, aunque para estas potencias por lo menos 6 dientes deben estar en el engranaje.

Con un número menor de dientes de engranaje se deben considerar reducciones del factor  $c_1$ .

Dientes en la intervención	> 6	5	4	3	2
Factor C1	1	0,8	0,6	0,4	0,2

Imagen 121. Tabla de dientes en intervención y factor c1. (Norelem.es)

En este caso, cada polea tiene más de 6 dientes en intervención en cada momento ya que recorre 180° la polea, siendo la mitad de los dientes (32 : 2 = 16 dientes) los que están en intervención, por lo que el factor C1 = 1.

La consulta en las tablas de capacidades indica para la división 5M las potencias de correa transferibles de: 0,24 kW para la correa dentada de 15 o 25 mm (errata del manual, en la web solo existen de 15 o 25 para 5M).

Tablas de rendimiento HTD 5M15 y 5M20

Correas dentadas SIT HTD5M- rendimiento de la correa transmisible en kW para una anchura de 15 mm en la arandela dentada pequeña																
Número de dientes	14	16	18	20	24	28	32	36	40	44	48	56	64	72	80	
Díametro efectivo [mm]	22,28	25,46	28,65	31,83	38,20	44,56	50,93	57,30	63,66	70,03	76,39	89,13	101,86	114,59	127,32	
Revoluciones n <sub>t</sub> (min <sup>-1</sup> )	20	0,007	0,011	0,011	0,013	0,017	0,021	0,024	0,028	0,032	0,037	0,041	0,05	0,058	0,064	0,071
	40	0,017	0,021	0,022	0,026	0,032	0,039	0,047	0,056	0,065	0,075	0,084	0,1	0,11	0,13	0,14
	60	0,024	0,03	0,034	0,039	0,049	0,06	0,071	0,084	0,097	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21
	100	0,041	0,049	0,056	0,065	0,082	0,12	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21	0,25	0,29	0,32	0,36
	200	0,084	0,099	0,11	0,13	0,16	0,21	0,24	0,28	0,32	0,37	0,42	0,54	0,57	0,64	0,72
	300	0,11	0,13	0,16	0,18	0,22	0,26	0,32	0,38	0,43	0,49	0,56	0,67	0,76	0,86	0,95
	400	0,14	0,17	0,19	0,22	0,28	0,34	0,39	0,46	0,53	0,61	0,68	0,81	0,93	1,05	1,16
	500	0,17	0,21	0,22	0,26	0,32	0,39	0,47	0,54	0,63	0,71	0,8	0,95	1,09	1,23	1,36
	600	0,19	0,22	0,26	0,3	0,37	0,45	0,54	0,62	0,71	0,81	0,91	1,08	1,24	1,39	1,55
	700	0,22	0,26	0,3	0,34	0,41	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,01	1,21	1,38	1,55	1,72
	800	0,24	0,28	0,32	0,37	0,47	0,56	0,65	0,77	0,88	0,99	1,11	1,32	1,51	1,7	1,89
	950	0,28	0,32	0,37	0,41	0,52	0,64	0,75	0,87	0,99	1,12	1,26	1,49	1,7	1,92	2,12
	1000	0,28	0,34	0,39	0,43	0,54	0,65	0,78	0,9	1,03	1,16	1,3	1,55	1,77	1,98	2,2
	1200	0,34	0,39	0,45	0,5	0,62	0,75	0,88	1,03	1,17	1,32	1,48	1,75	2	2,25	2,49
	1450	0,37	0,45	0,5	0,58	0,71	0,86	1,01	1,18	1,34	1,51	1,69	2	2,38	2,55	2,83
	1600	0,41	0,49	0,54	0,62	0,77	0,93	1,08	1,26	1,44	1,64	1,81	2,14	2,43	2,73	3,02
	1800	0,45	0,52	0,6	0,67	0,84	1,01	1,2	1,37	1,56	1,76	1,96	2,31	2,63	2,94	3,25
	2000	0,49	0,56	0,65	0,73	0,92	1,1	1,29	1,48	1,68	1,91	2,1	2,48	2,82	3,15	3,47
	2400	0,56	0,65	0,75	0,84	1,05	1,25	1,46	1,68	1,91	2,14	2,38	2,79	3,16	3,52	3,87
	2850	0,64	0,75	0,84	0,95	1,18	1,42	1,64	1,9	2,15	2,4	2,66	3,11	3,5	3,88	4,24
3200	0,69	0,8	0,93	1,05	1,29	1,53	1,79	2,05	2,32	2,58	2,86	3,33	3,73	4,12	4,47	
3600	0,77	0,88	1,01	1,14	1,4	1,66	1,94	2,22	2,5	2,78	3,06	3,55	3,96	4,33	4,67	
4000	0,82	0,95	1,08	1,23	1,51	1,79	2,07	2,37	2,67	2,96	3,25	3,74	4,14	4,5	4,79	
5000	0,97	1,12	1,29	1,44	1,76	2,07	2,39	2,72	3,03	3,33	3,62	4,08	4,41	4,64	4,76	
6000	1,12	1,29	1,46	1,64	1,98	2,34	2,67	2,99	3,3	3,59	3,85	4,21	4,38	4,36	4,15	
7000	1,25	1,44	1,63	1,81	2,19	2,99	2,88	3,19	3,47	3,72	3,92	4,1	3,99			
8000	1,36	1,57	1,78	1,96	2,35	2,71	3,03	3,31	3,54	3,71	3,82	3,72				
10000	1,59	1,81	2,02	2,22	2,6	2,9	3,14	3,28	3,31	3,23	3					
12000	1,78	2	2,2	2,39	2,71	2,9	2,95	2,84	2,53							
14000	1,92	2,15	2,34	2,49	2,67	2,67	2,73									

Imagen 122. Rendimiento de la correa transmisible en kW. (Norelem.es)

## 6. Valor de potencia para la correa seleccionada PR.

El valor de la tabla correspondiente multiplicado por los factores  $c_1$  y  $c_5$  corresponde a la potencia de correa transferible PR de la correa seleccionada.

El factor  $c_5$  es el factor de longitud, que anteriormente no se sabía qué valor era. Este, se averigua mediante la siguiente tabla; (La longitud de la correa aún no se sabe a ciencia cierta, pero es  $> 1100$  mm de forma segura).

División [mm]	Longitud de correa [mm]	$c_5$
5	< 440	0,8
	440-500	0,9
	500-800	1
	800-1100	1,1
	> 1100	1,2

Imagen 123. Factores de longitud  $c_5$ . (Norelem.es)

Por lo tanto, la correa dentada HTD estándar resulta;

$$P \cdot c_5 = 0,24 \cdot 1,2 = 0,288 \text{ kW.}$$

Este valor es suficiente porque debe de ser mayor que la potencia a transferir;

$$0,288 \text{ kW} : 0,25 \text{ kW} = 1,152$$

Es mayor. Si este no es el caso, se debe seleccionar la siguiente anchura mayor de la correa. Si esto tampoco es posible, se debe utilizar una correa más fuerte.

## 7. Fuerza tangencial admisible $F_u$ zul. de la correa seleccionada.

Para la correa seleccionada se debe determinar la fuerza tangencial  $N$  máxima que se presente en funcionamiento y compararla con la fuerza tangencial máxima admisible.

Esto se realiza con ayuda de la ecuación para la potencia  $P$ .

$$F_u = \frac{P \times 1000}{v}$$

Donde:

$$v = \frac{n \times t \times z}{60000} = \frac{167 \times 5 \times 32}{60000} = 0,4453 \text{ m/s}$$

Por lo tanto;

$$F_u = \frac{0,25 \times 1000}{0,4453} = 561,41 \text{ N}$$

Estos son los  $N$  como fuerza periférica del accionamiento. Esta se compara con el valor de la tabla según la correa seleccionada:

**Fuerza tangencial admisible  $F_{uzul}$**

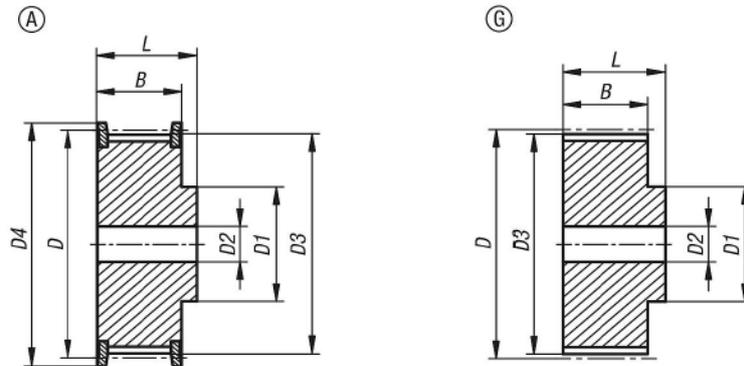
Anchura [mm]	3M HTD	5M HTD	8M HTD
9	170		
15	290	535	
25		905	
20			1400
30			2100
50			3500

Imagen 124. Fuerza tangencial admisible por cada anchura de las divisiones de la correa. (Norelem.es)

Como se aprecia, la correa seleccionada será una de división 5M HTD, de anchura 25mm, afirmando, que cumple con todas las condiciones.

Para finalizar, se recopilan todos los datos y se afirma que la polea dentada seleccionada es la “22004-052532” y la correa dentada es la “22062-0525X2000” (siendo los últimos 4 dígitos, la longitud de la correa necesaria).

Planos

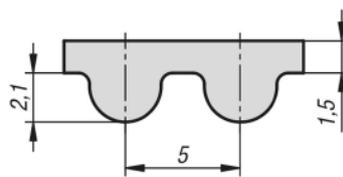


Nuestros productos

Referencia	Anchura de correa	Forma	Material del cuerpo de base	Número de dientes	D	D1 máx.	D2 máx.	D3	D4 máx.	B	L
22004-052512	25	A	acero	12	19,1	13	6	17,96	23	30	36
22004-052514	25	A	acero	14	22,28	14	6	21,14	25	30	36
22004-052515	25	A	acero	15	23,87	16	6	22,73	28	30	36
22004-052516	25	A	acero	16	25,47	16,5	6	24,32	28	30	36
22004-052518	25	A	acero	18	28,65	20	6	27,51	32	30	36
22004-052520	25	A	acero	20	31,83	23	6	30,69	36	30	36
22004-052521	25	A	acero	21	33,42	24	6	32,28	38	30	38
22004-052522	25	A	acero	22	35,01	25,5	6	33,87	39	30	38
22004-052524	25	A	acero	24	38,19	27	6	37,06	42	30	38
22004-052526	25	A	acero	26	41,38	30	6	40,24	46	30	38
22004-052528	25	A	acero	28	44,56	30,5	6	43,42	50	30	38
22004-052530	25	A	acero	30	47,75	35	8	46,61	51	30	38
<b>22004-052532</b>	<b>25</b>	<b>A</b>	<b>acero</b>	<b>32</b>	<b>50,93</b>	<b>38</b>	<b>8</b>	<b>49,79</b>	<b>55</b>	<b>30</b>	<b>38</b>
22004-052536	25	A	acero	36	57,3	38	8	56,16	62	30	38

Imagen 125. Ficha técnica de la polea dentada 22004-052532. (Norelem.es)

Planos



22062 Correas dentadas perfil HTD 5M



Nuestros productos

Referencia	Anchura de correa	Número de dientes	Longitud efectiva
22062-0525X1125	25	225	1125
22062-0525X1200	25	240	1200
22062-0525X1270	25	254	1270
22062-0525X1420	25	284	1420
22062-0525X1500	25	300	1500
22062-0525X1595	25	319	1595
22062-0525X1690	25	338	1690
22062-0525X1800	25	360	1800
<b>22062-0525X2000</b>	<b>25</b>	<b>400</b>	<b>2000</b>

Imagen 126. Ficha técnica de la correa dentada 22062-0525X2000. (Norelem.es)

## ANEXO II; ESTUDIO DE MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACIÓN

### INTRODUCCIÓN

En el siguiente anexo, se realiza un estudio de los materiales a utilizar, además de los procesos de fabricación de las piezas. En este caso, se trata de tener en cuenta los objetivos que se han comentado anteriormente en cuanto a la fabricación, como tener los mínimos materiales diferentes posibles, al igual que el número de piezas y los procesos.

## 1. ESTUDIO DE LOS MATERIALES

### 1.1. ACEROS INOXIDABLES

**¿Qué es? :** El acero inoxidable es una variedad de acero que presenta una alta resistencia a la oxidación y la corrosión atmosférica, gracias a la presencia de metales menos reactivos como el cromo, el níquel o el molibdeno.

Sin embargo, es importante señalar que el acero inoxidable no es "inoxidable" en el sentido estricto de la palabra. Lo que significa es que, en comparación con otros tipos de acero, tiende a resistir mucho más tiempo la exposición a agentes o ambientes corrosivos antes de mostrar signos de desgaste o deterioro.



Imagen 127. Acero inoxidable (Grupo Hierros Alfonso).

**Composición química:** El acero es una amalgama que incluye hierro (Fe) y carbono (C) en proporciones generalmente menores al 2%. Sin embargo, al agregar al menos un 10,5% de cromo (Cr) a esta combinación, se origina una capa delgada pero eficaz de óxido de cromo en la superficie del acero. Esta película es resistente al agua, insoluble y tiene la capacidad de regenerarse, proporcionando una defensa que protege el acero de la corrosión causada por los entornos corrosivos comunes.

Asimismo, esta combinación puede ser enriquecida con otros componentes como el níquel y/o el molibdeno, los cuales tienen la finalidad de mejorar sus propiedades contra la corrosión y proporcionarle otras características:

- Cromo: contribuye a la resistencia a la corrosión, brillo y dureza.
- Níquel: aumenta la facilidad de soldabilidad, maleabilidad y ductilidad, además de incrementar su nivel de dureza y firmeza.
- Molibdeno: otorga mayor resistencia a la corrosión por picaduras y cavidades, especialmente en ambientes ácidos y marinos.

**Tipos:** En términos generales y basándonos en su composición y calidad, identificamos varios tipos de aceros inoxidable:

- Acero inoxidable martensítico: Empleado en la fabricación de equipos simples como cuchillos, tuercas, tornillos y equipos quirúrgicos.
- Acero inoxidable ferrítico: Utilizado en la industria alimentaria y doméstica.
- Acero inoxidable austenítico: Contienen hierro, cromo (en un rango de 16% a 26%), níquel y bajos niveles de carbono. En esta categoría se encuentran diversos tipos de aceros, como el 301, 303, 304, 304L, 309, 310, 310S, 316, 316L, 316Ti, 317, 321, 347, 904L, 201 y 204. Se caracterizan por su alta resistencia a la corrosión, excelente soldabilidad y maleabilidad, y su capacidad para funcionar a temperaturas extremas. Se utilizan en una amplia gama de industrias, incluyendo la química, farmacéutica, petrolera, alimentaria, aeroespacial, naval, así como en arquitectura y construcción civil.
- Aceros inoxidable dúplex: Estos aceros son empleados en la construcción de estructuras de gran envergadura, como obras civiles, pasarelas y puentes.

Para designar a los aceros inoxidable y conocer la composición y porcentajes de componentes, existe la norma AISI.



*Información extraída de Grupo Hierros Alonso.*

Imagen 128. Designación según AISI (laminasyaceros.com).

## 1.2. ACEROS GALVANIZADOS

**¿Qué es?** : El acero galvanizado es una variedad de acero que se cubre con múltiples capas de zinc, proporcionándole una defensa efectiva contra la corrosión provocada por la humedad y las condiciones climáticas adversas, lo que extiende su vida útil y mejora su resistencia. Este tipo de acero recubierto encuentra una amplia gama de aplicaciones, incluyendo su utilización en la construcción y la fabricación de componentes industriales.



Imagen 129. Acero galvanizado (panelyacanalados.com).

**¿Qué tipo de acero es?** : Es una combinación de hierro y carbono, y en el caso del acero galvanizado, se somete a un tratamiento especial que incluye la aplicación de múltiples capas de zinc. Esta transformación lo hace más resistente a los rasguños, prolonga su durabilidad y le brinda una eficaz protección contra la oxidación.

### Ventajas:

- Resistencia a la corrosión.	- No es necesario el mantenimiento.
- Alta durabilidad.	- Es fácil de manejar, puede ser soldado, atornillado, pintado, etc.
- Apariencia estética y brillante.	- Es un material reciclable.

Tabla 8. Ventajas del acero galvanizado.

**Aplicaciones:** Es utilizado en la fabricación de productos estructurales, como rejas, láminas lisas y acanaladas, así como en rollos de acero. También se emplea en la producción de alambres, cables, placas, componentes de fundición, tuberías, tornillos, tuercas y diversas herramientas.

**Diferencias con el acero inoxidable:** Además de la composición previamente mencionada, existen otras diferencias significativas entre estos dos tipos de acero. Por ejemplo, en cuanto a la resistencia, el acero galvanizado es menos resistente que el acero inoxidable. Esto se debe a que el galvanizado cuenta con una sola capa externa de recubrimiento anticorrosivo que puede desgastarse con el tiempo, mientras que el acero inoxidable es inherentemente resistente a la corrosión debido a un proceso molecular llamado pasivación. En este, las moléculas de óxido de cromo reparan de manera automática cualquier rasguño o corte en la superficie del metal, preservando su integridad.



Imagen 130. Acero inoxidable vs acero galvanizado (ferroslapobla.com).

Otra de las notables diferencias es el precio. El acero galvanizado tiende a ser más económico en comparación con el acero inoxidable, haciéndolo más adecuado para proyectos con un presupuesto limitado. En cuanto al reciclaje, es importante mencionar que el acero galvanizado requiere ser galvanizado nuevamente con zinc para restaurar su rendimiento y resistencia.

*Información extraída de Panelyacanalados.com*

### 1.3. ALUMINIO

**¿Qué es?** : El aluminio, representado en la tabla periódica con el símbolo 'Al', es el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre, constituyendo aproximadamente un 8% de esta. Actualmente, el aluminio es uno de los metales más ampliamente utilizados en todo el mundo, junto con el hierro.

El aluminio es considerado uno de los metales más versátiles y ampliamente utilizados en la industria debido a sus propiedades excepcionales. Su ligereza, maleabilidad, durabilidad y resistencia a la corrosión lo convierten en un material altamente valorado. Se utiliza en la fabricación de una amplia variedad de aleaciones para la producción de utensilios, envases, componentes de maquinaria y una variedad de aplicaciones industriales.

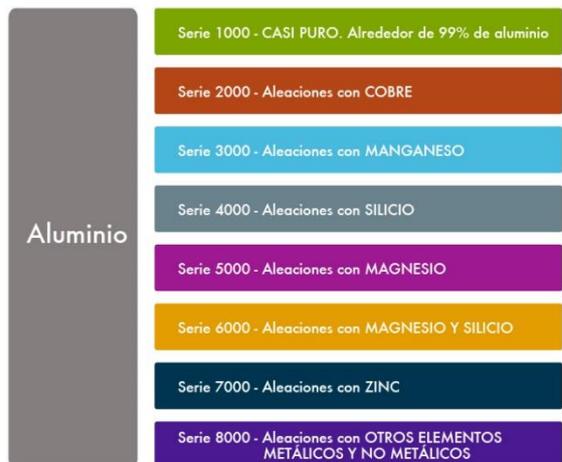


Imagen 131. Perfiles y barras de aluminio (broncesval s.l.).

**Propiedades:** De este material, destacan distintas propiedades:

- Es ligero, resistente y de larga duración: Peso específico de  $2,7 \text{ g/cm}^3$ , 1/3 el peso del acero.
- Muy resistente a la corrosión: Genera de forma natural una capa de óxido.
- Excelente conductor del calor y electricidad: Casi dos veces mejor conductor que el cobre.
- Muy dúctil: Tiene una densidad y un punto de fusión bajos.
- Impermeable: Incluso cuando se lamina a un grosor de 0,007mm.
- Totalmente reciclable: Sin merma de sus cualidades y con poca energía.

## Aleaciones:



Las aleaciones de aluminio, en su estado base, a menudo no cumplen con los requisitos mecánicos necesarios para su aplicación final y, por lo tanto, necesitan ser endurecidas. Según el método utilizado para endurecerlas, las aleaciones de aluminio se pueden clasificar de la siguiente forma:

Imagen 132. Aleaciones del aluminio (masterlogistica.es).

Aleaciones NO endurecibles por tratamiento térmico	Aleaciones endurecibles por tratamiento térmico
1XXX	2XXX
3XXX	6XXX
5XXX	7XXX

Tabla 9. Aleaciones endurecibles o no por tratamiento térmico.

Las aleaciones que no mejoran sus propiedades mecánicas a través de tratamientos térmicos lo hacen mediante endurecimiento por acritud. Los estados que puede presentar una aleación endurecida por acritud son:

- F: Bruto de fabricación.
- O: Recocado.
- H: Acritud.
- W: Tratamiento térmico de solución y temple.
- T: Tratamiento térmico de para producir estados distintos F,O y H.

**Aplicaciones:** Amplia variedad, como la fabricación de piezas metálicas y componentes de maquinaria, en estado puro o en aleaciones, a la producción de espejos, contenedores y papel de aluminio, envases de tetrabriks, telescopios y como componente en procesos de soldadura.

## 2. ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

### 2.1. PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL ACERO

En las piezas de acero, se realizará el proceso de laminado, que es una técnica de conformado del acero (y demás metales) que implica reducir la sección transversal mientras se aplica presión con uno o varios rodillos. Existen dos variantes: en caliente, que se utilizará en el caso del acero S355JR, y en frío, que se empleará para el acero inoxidable AISI 304.



Imagen 133. Laminado en frío.

(ferrosplanes.com).



Imagen 134. Laminado en caliente.

(laminasyaceros.com)

La principal diferencia entre estos dos tipos de laminado radica en la temperatura a la que se llevan a cabo. En el caso del laminado en caliente, se puede alcanzar una temperatura de hasta 1700 °C, mientras que el laminado en frío se realiza a temperatura ambiente.

Además, el laminado en frío tiende a producir acabados más uniformes, estructuras más resistentes y menos porosas. Por otro lado, el laminado en caliente proporciona una mayor resistencia a la corrosión.

LAMINADO EN FRÍO	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"><li>- Potencia propiedades de los metales.<ul style="list-style-type: none"><li>- Aumenta la durabilidad.</li><li>- Mejor maquinabilidad.</li></ul></li><li>- Gran tolerancia dimensional</li><li>- Acabados uniformes, lisos y brillantes.<ul style="list-style-type: none"><li>- Mayor tensión y elasticidad.</li></ul></li><li>- Mejora las propiedades mecánicas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Posteriormente pasa por un recocido, porque pierde ductilidad.<ul style="list-style-type: none"><li>- Baja la resistencia a la corrosión.</li></ul></li><li>- Solo formas cuadradas, planas y redondas.</li><li>- Puede que varíen las propiedades básicas del material (Comportamiento anisotrópico).</li></ul>

Tabla 10. Ventajas y desventajas del laminado en frío.

LAMINADO EN CALIENTE	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite una mayor maleabilidad y maquinabilidad.</li> <li>- Mejora el rendimiento de los metales.</li> <li>- Permite manejar piezas de gran tamaño y con diferentes formas.</li> <li>- Reduce costes y consumo de energía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acabados menos uniformes, con granos grandes.</li> <li>- Estructura más frágil y porosa.</li> <li>- Puede producirse estrés residual por un enfriamiento desigual.</li> </ul>

Tabla 11. Ventajas y desventajas del laminado en frío.

## 2.2. PROCESO DE GALVANIZADO EN ACERO

En el proceso de galvanizado, se forman múltiples capas intermetálicas con diferentes composiciones, donde la capa externa la que contiene una mayor cantidad de zinc. Esta, se caracteriza por su apariencia estética y una superficie brillante gris metálico. Ahora, ¿cómo se lleva a cabo este proceso?

Existen 3 métodos distintos para el galvanizado:

- Galvanizado en caliente: Consiste en sumergir el acero en zinc a una temperatura que oscila entre los 435 y 450 °C.
- Galvanizado en frío: En este caso, se aplica pintura con alto contenido de zinc utilizando pistolas o brochas.
- Electrozincado: En este proceso, el acero se recubre de zinc mediante la transferencia de iones metálicos.

En esta situación, se lleva a cabo un proceso de galvanizado en caliente debido a que proporciona una mayor dureza y resistencia a las condiciones externas, gracias a su punto de fusión elevado. Durante este proceso, se forman múltiples capas de aleación hasta alcanzar el espesor deseado.



Imagen 135. Galvanizado en caliente (agroempresario.com).

Hay 3 fases en el proceso:

1. Preparación de la superficie; Es un paso crítico. La ventaja del zinc es que este no se alea en una superficie de acero sucia. Hay 3 etapas: El desengrase; donde se elimina cualquier contaminante, el decapado; donde se elimina la cascarilla de laminación y los óxidos de hierro de la superficie, y el fluxado; donde se provee de una capa protectora antes de la inmersión en zinc fundido.
2. Galvanizado; Se trata de la inmersión del acero en un baño de zinc fundido, a unos 435 – 450°C. Esta reacción metalúrgica termina cuando se detiene el burbujeo, punto donde está completo y el acero se retira para que se enfríe.
3. Inspección; Es simple y rápida. Las dos propiedades que se analizan con más detenimiento son el espesor del recubrimiento y el estado de la superficie.

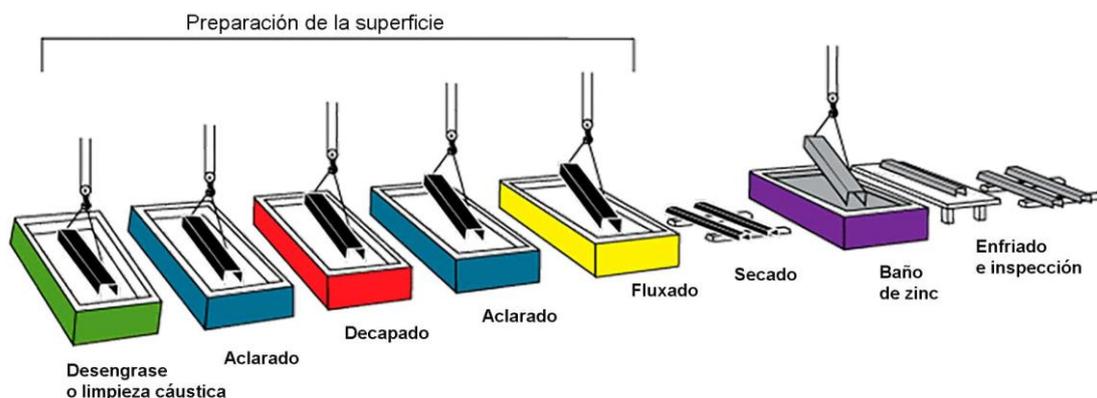


Imagen 136. Etapas del galvanizado en caliente (ferrosplanes.com).

Información extraída de ferrosplanes.com.

## 2.3. PROCESOS DE EXTRUSIÓN DE PERFILES DE ALUMINIO

La extrusión es una técnica que abarca más del 50% del mercado europeo de productos de aluminio y se utiliza en aplicaciones de arquitectura e industria.

Implica la formación de un perfil de aluminio al hacer que un lingote cilíndrico pase a través de una abertura llamada "matriz", que tiene la forma de la sección transversal deseada.



Imagen 137. Ejemplos de perfiles de extrusión (cortizo.com).

El proceso comienza calentando el lingote a unos aproximadamente 500 °C. Luego, se introduce en una prensa donde el aluminio alcanza su estado plástico. Simultáneamente, se calienta la matriz para que la temperatura sea uniforme. A medida que el aluminio fluye a través de la matriz, se retira la punta y se guía el perfil a lo largo de una bancada, donde alcanza una longitud de aproximadamente 50 metros. Durante este proceso, se enfría rápidamente utilizando aire o agua a una velocidad de 50°C/min. A menudo, los perfiles pueden tener ligeras curvaturas que se corrigen mediante el estiramiento. Finalmente, los perfiles se cortan a las longitudes deseadas.

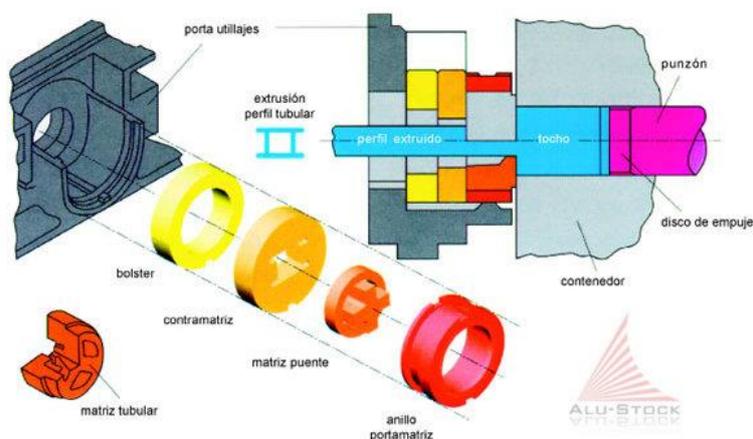


Imagen 138. Extrusión y matriz de un perfil hueco (alu-stock.com).

*Información extraída de extrual.com.*

# VOLUMEN III

---

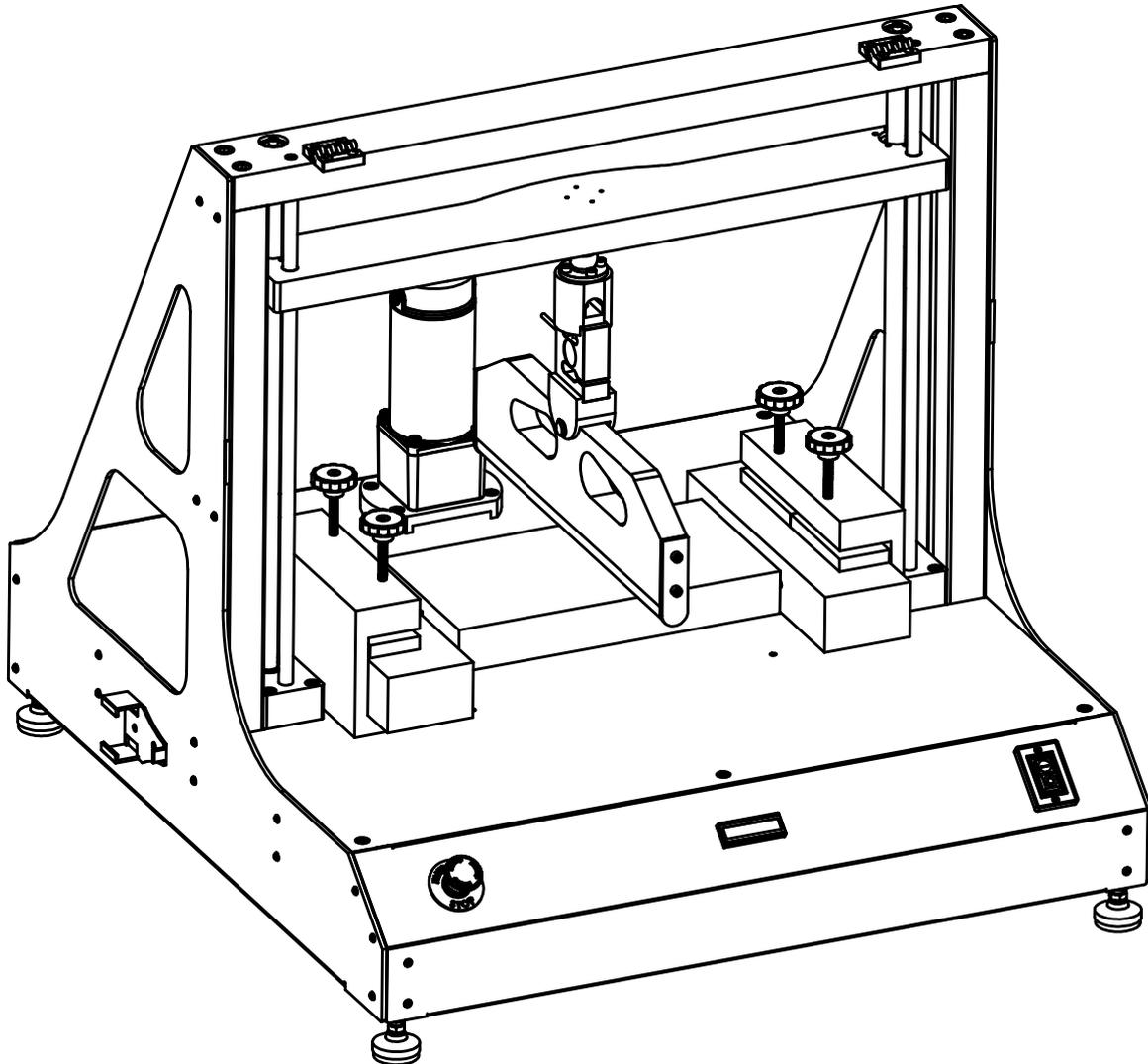
PLANOS

# ÍNDICE

## VOL. III; PLANOS

1. Plano del conjunto general _____	133
2. Plano de detalle ensamblaje base _____	134
3. Plano de detalle ensamblaje puente móvil 1 _____	136
4. Plano de detalle ensamblaje puente móvil 2 _____	137
5. Plano de detalle ensamblaje puente _____	138
6. Plano de placa base _____	139
7. Plano de unión bastidor _____	140
8. Plano de chapa cárter frontal _____	141
9. Plano de chapa cárter trasera _____	142
10. Plano de chapa cárter lateral derecha _____	143
11. Plano de chapa cárter lateral izquierda _____	144
12. Plano de soporte rodamientos _____	145
13. Plano de barra cromada _____	146
14. Plano de tornillo sin fin M20x5 _____	147
15. Plano de ángulo _____	148
16. Plano de percha _____	149
17. Plano de brida motor _____	150
18. Plano de bulón polea tensor _____	151
19. Plano de pletina puente _____	152
20. Plano de tapa lateral derecha _____	153
21. Plano de rodillo metal _____	154

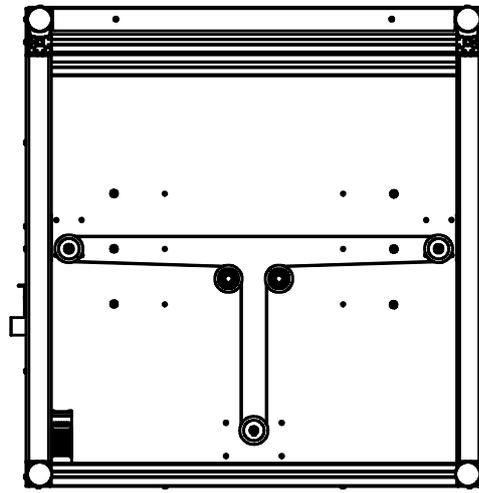
22. Plano de rodillo caucho _____	155
23. Plano de unión percha célula de carga _____	156
24. Plano de unión junta célula de carga _____	157
25. Plano de eje percha _____	158
26. Plano de mordaza _____	159
27. Plano de apriete mordaza _____	160
28. Plano de percha 2 _____	161
29. Plano de anilla percha 2 _____	162
30. Plano de chapa prueba 1 _____	163
31. Plano de chapa prueba 2 _____	164



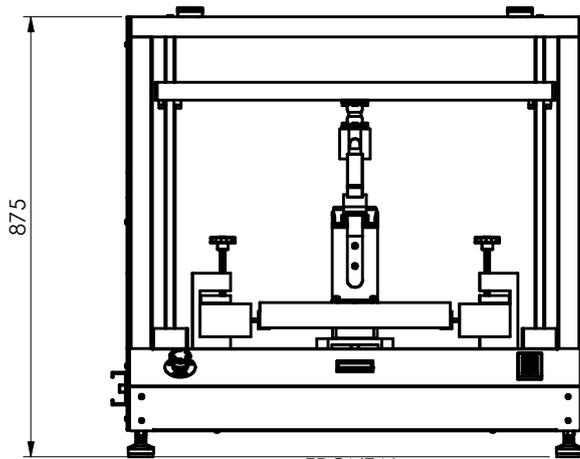
ENSAMBLAJE SIN VENTANA (VISUALIZAR COMPONENTES)

HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	PESO:
ESCALA: 1:20	MÁQUINA/PROYECTO:	<b>MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES</b>
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	<b>CONJUNTO MÁQUINA</b>
	FECHA	NOMBRE
DIBUJ.	12/01/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO <b>A4</b>
N.º DE DIBUJO	<b>ENSAMBLAJE</b>	UNIDADES milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:		

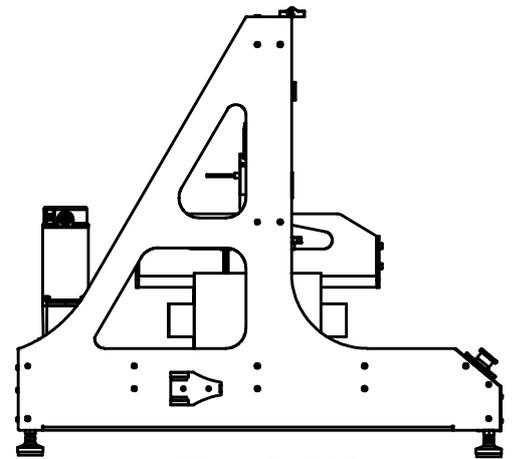




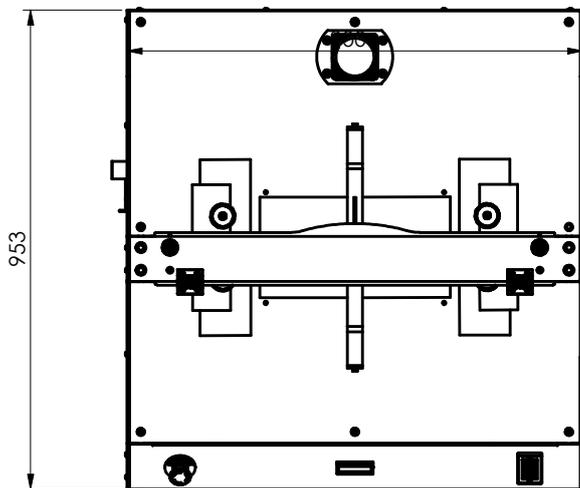
INFERIOR



FRONTAL



LATERAL IZQUIERDO

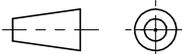


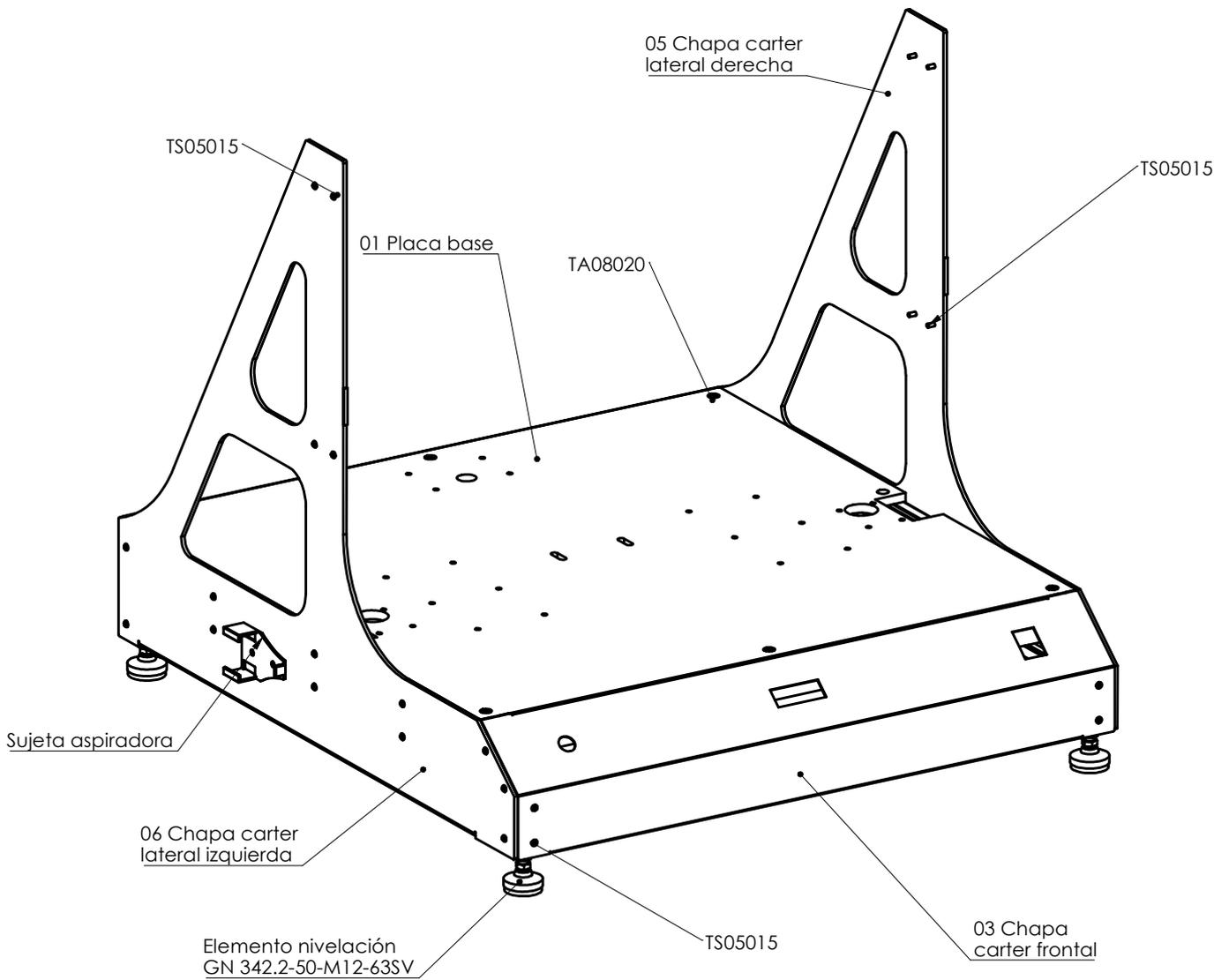
PLANTA

HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	PESO:
ESCALA: 1:15	MÁQUINA/PROYECTO:	<b>MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES</b>
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	<b>CONJUNTO MÁQUINA</b>
	FECHA	NOMBRE
DIBUJ.	12/01/2023	OSCAR PIÑÓN BAYO
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO <b>A4</b>
N.º DE DIBUJO	<b>ENSAMBLAJE</b>	UNIDADES milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:		



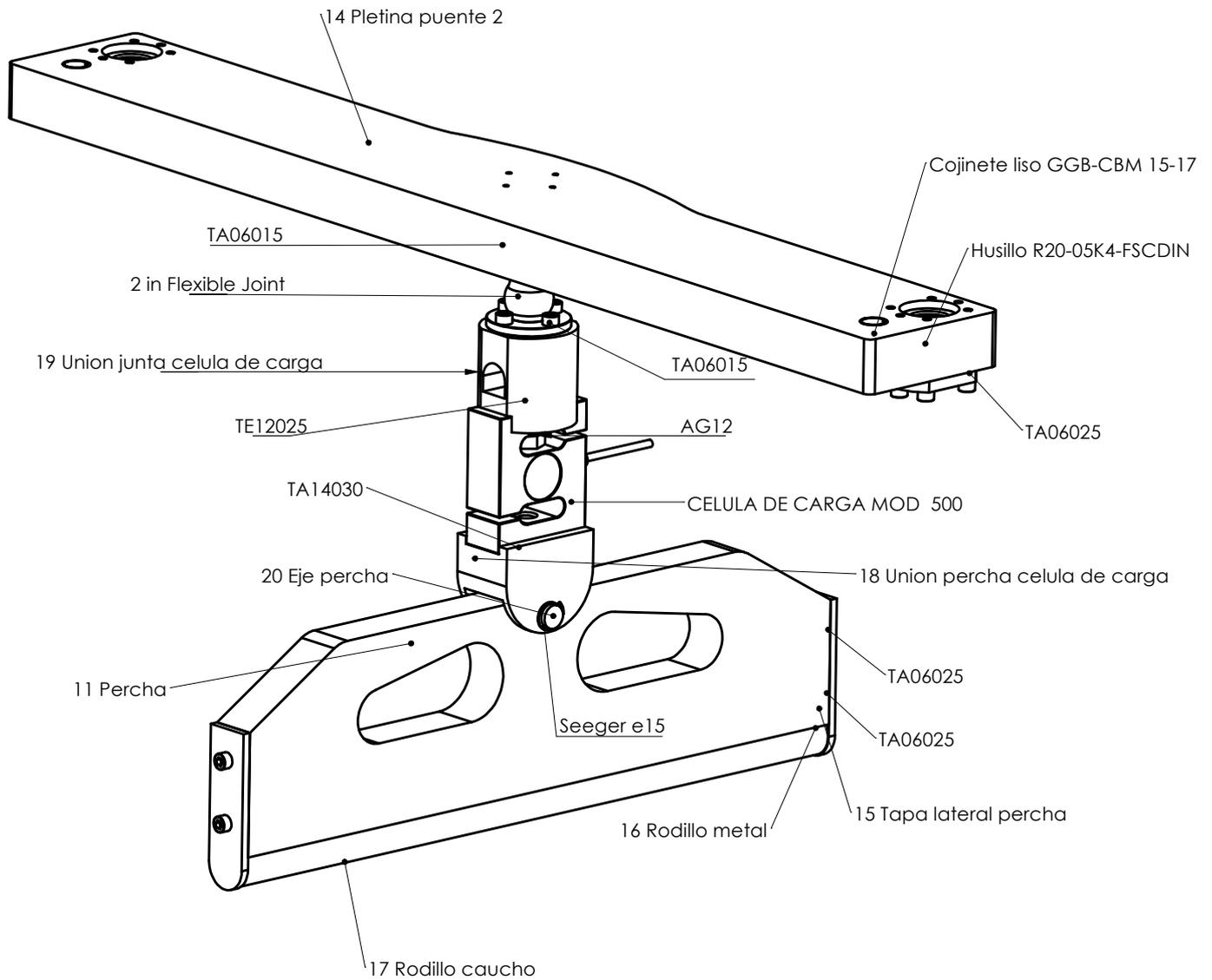
Nº	Descripción	Uds.
1	PLACA BASE 2	1
2	PLETINA UNIÓN PUENTE	1
3	CHAPA CARTER FRONTAL	1
4	CHAPA CARTER TRASERA	1
5	CHAPA CARTER LATERAL DERECHA	1
6	CHAPA CARTER LATERAL IZQUIERDA	1
7	SOPORTE INFERIOR RODAMIENTOS	2
8	BARRA CROMADA GUÍA	2
9	TORNILLO SIN FIN M20x5	2
11	PERCHA 1	1
12	BRIDA MOTOR	1
13	BULÓN POLEA TENSOR	1
14	PLETINA PUENTE	1
15	TAPA LATERAL PERCHA	2
16	RODILLO METAL	1
17	RODILLO CAUCHO	1
18	UNIÓN PERCHA CELULA DE CARGA	1
19	UNIÓN JUNTA CELULA CARGA	1
20	EJE PERCHA	1
21	MORDAZA	2
22	APRIETE MORDAZA	1
25	CHAPA PRUEBA 1	1
27	CELULA DE CARGA	1
28	ARDUINO UNO	1
29	MOTOR SHIELD	1
30	DISPLAY LCD 16X2	1
31	FUENTE DE ALIMENTACIÓN	1
32	PULSADOR EMERGENCIA	1
33	HUSILLO M20X5	2
34	PERFIL 45X90L 3NVS	2
35	PATA PERFIL 45X45L	2
36	TRAVESAÑO LATERAL PERFIL BOSCH REXROTH 45X90L	2
37	ELEMENTO NIVELACIÓN	4
38	PULSADOR ON/OFF	1

HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	PESO:
	MÁQUINA/PROYECTO:	<b>MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES</b>
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	<b>CONJUNTO MÁQUINA</b>
	FECHA	NOMBRE
DIBUJ.	12/01/2023	OSCAR PIÑÓN BAYO
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO <b>A4</b>
N.º DE DIBUJO	<b>REFERENCIAS</b>	UNIDADES milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:		 

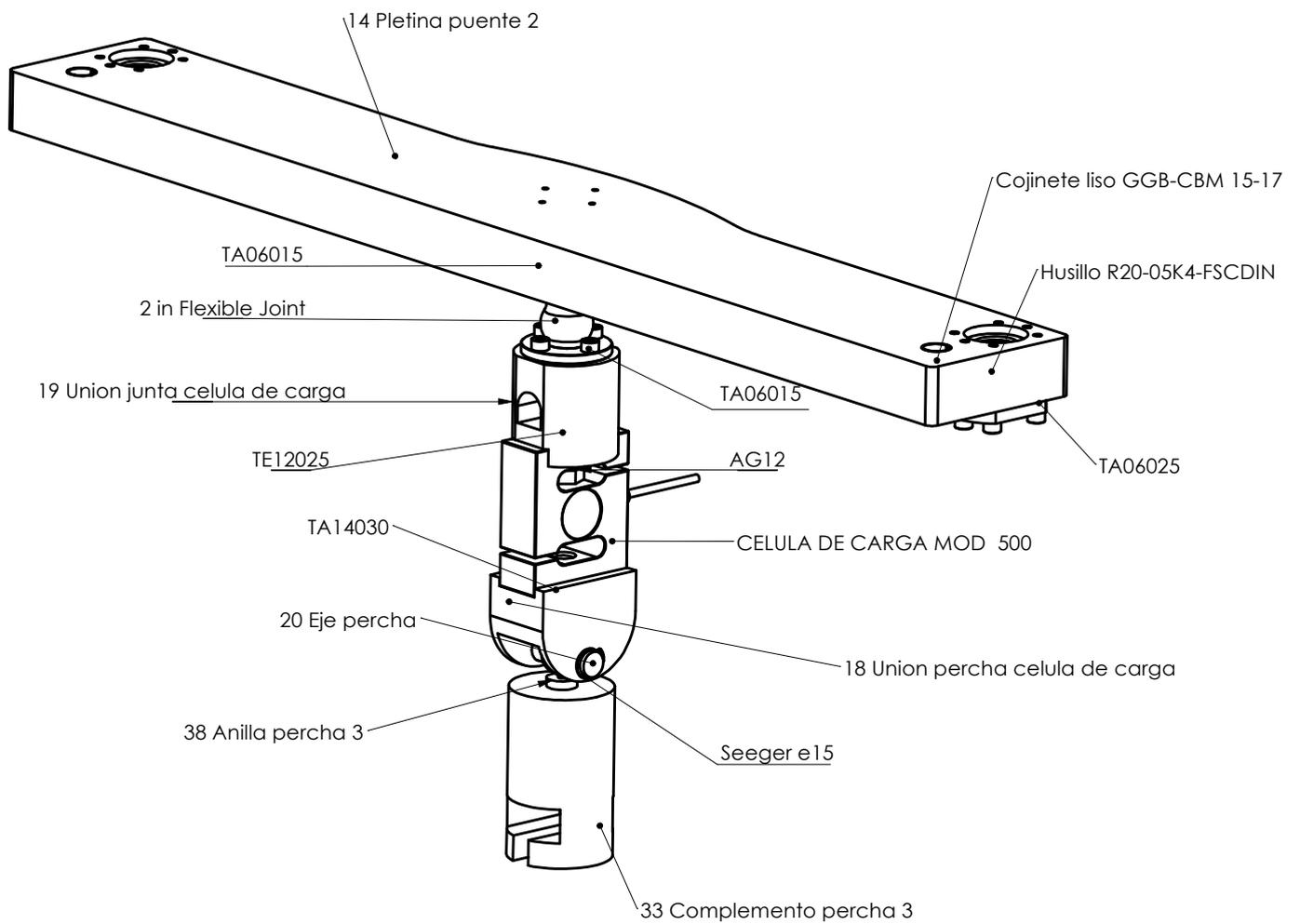


HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	PESO:
	MÁQUINA/PROYECTO:	<b>MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES</b>
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	<b>ENSAMBLAJE BASE</b>
	FECHA	NOMBRE
DIBUJ.	12/01/2023	OSCAR PIÑÓN BAYO
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO <b>A4</b>
N.º DE DIBUJO		UNIDADES milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:		

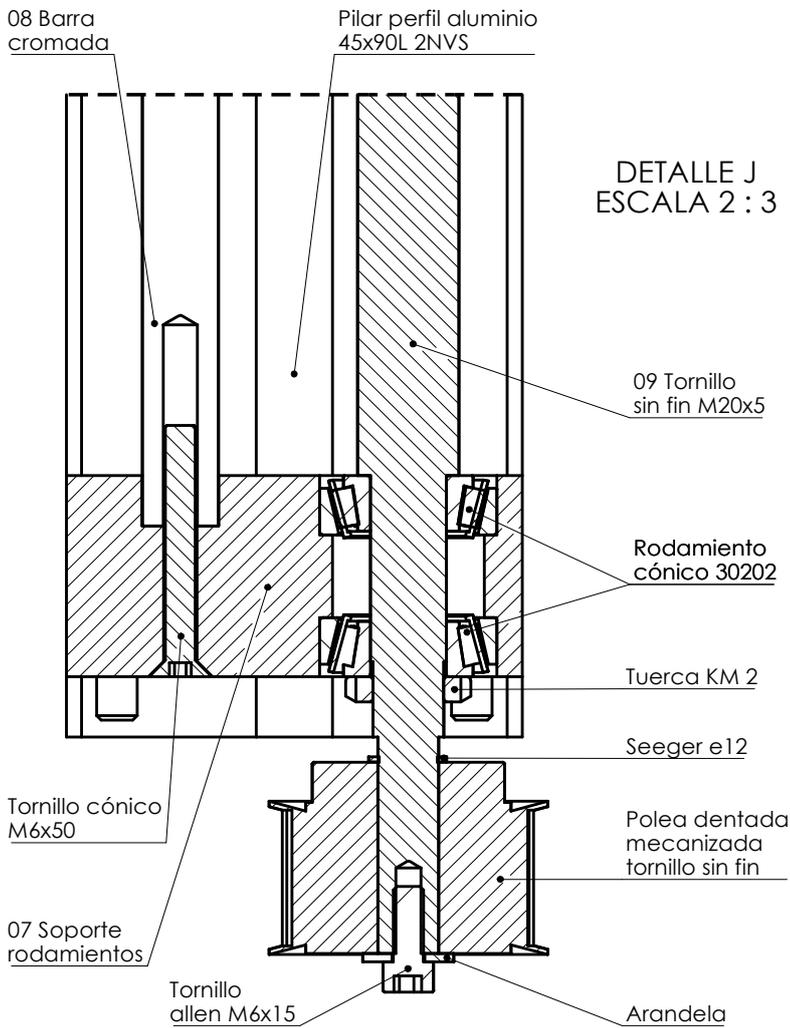
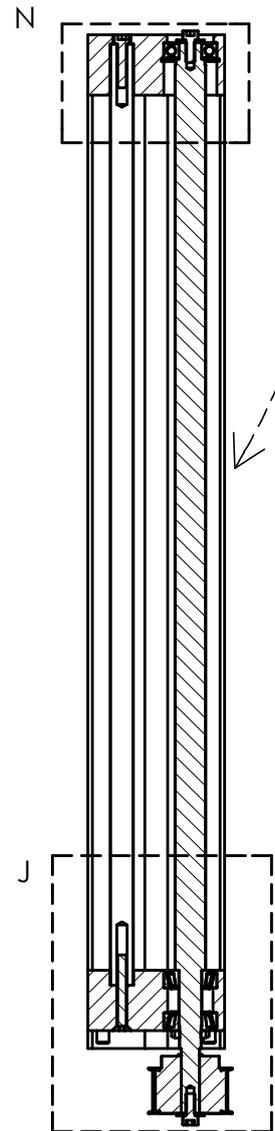
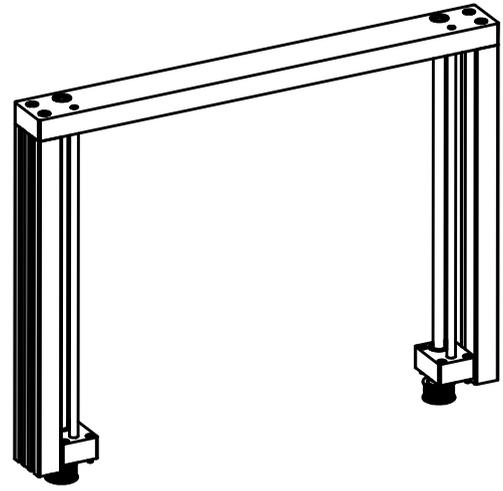
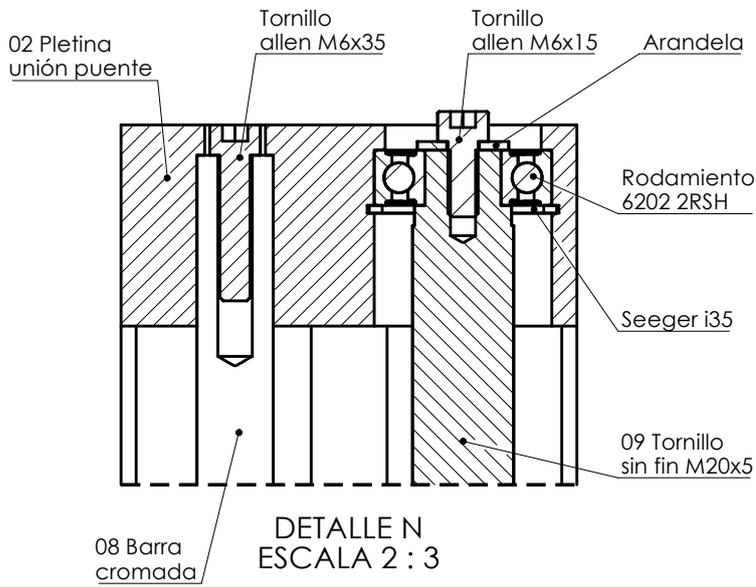




HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	PESO:
ESCALA:1:10	MÁQUINA/PROYECTO:	<b>MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES</b>
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	<b>ENSAMBLAJE PUENTE MÓVIL</b>
	FECHA	NOMBRE
DIBUJ.	03/02/2023	OSCAR PIÑÓN BAYO
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO <b>A4</b>
N.º DE DIBUJO	DETALLE PUENTE MÓVIL	UNIDADES milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:		

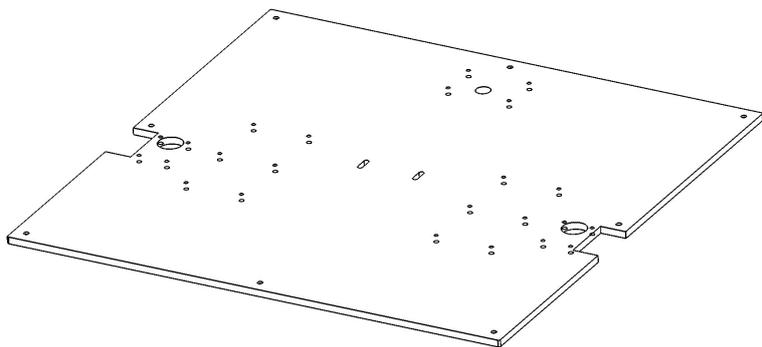
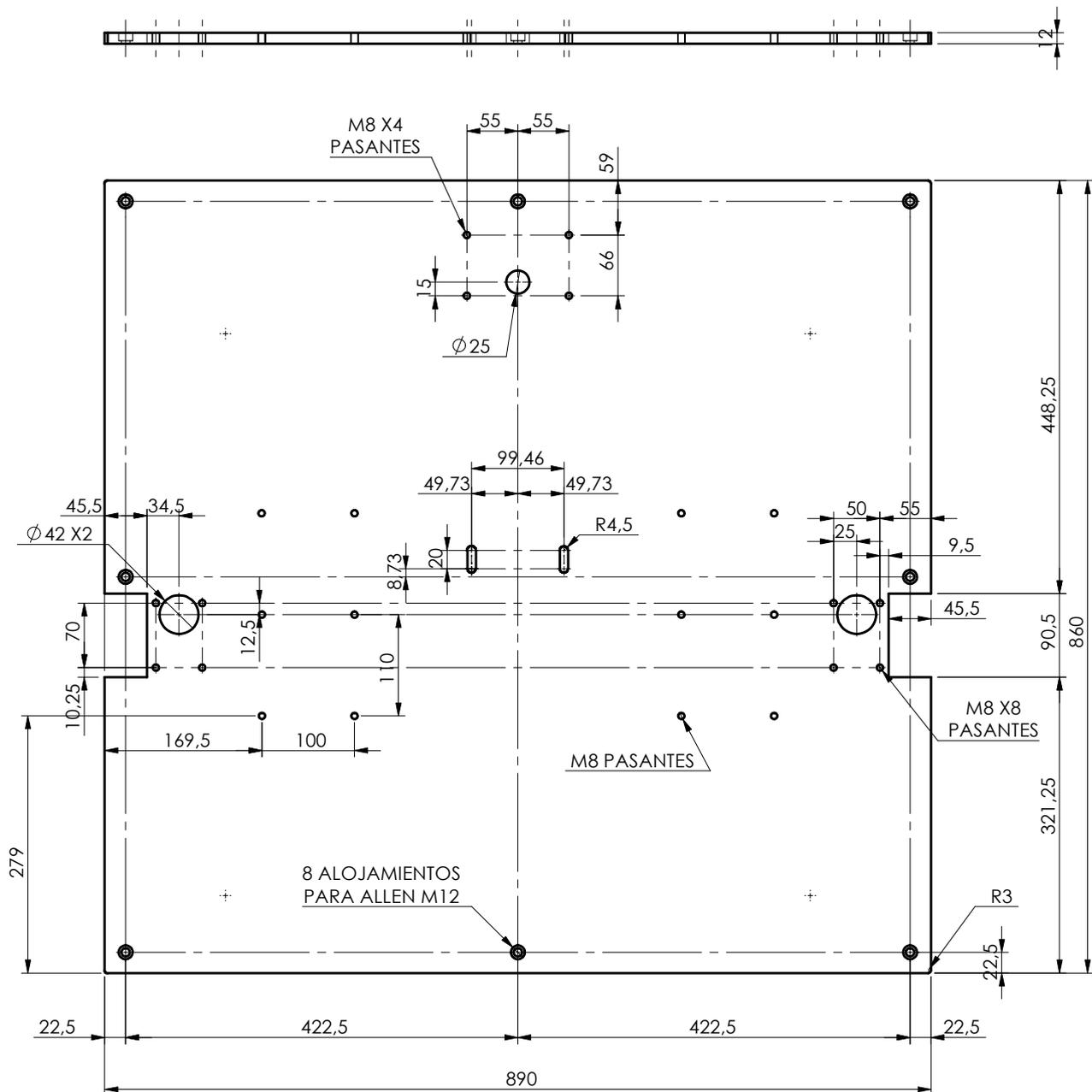


HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	PESO:
ESCALA:1:10	MÁQUINA/PROYECTO:	<b>MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES</b>
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	<b>ENSAMBLAJE PUENTE MÓVIL</b>
	FECHA	NOMBRE
DIBUJ.	03/02/2023	OSCAR PIÑÓN BAYO
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO <b>A4</b>
N.º DE DIBUJO	DETALLE PUENTE MÓVIL	UNIDADES milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:		 



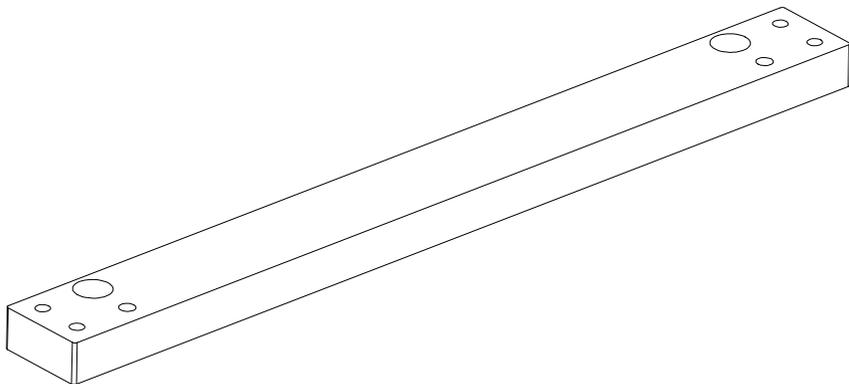
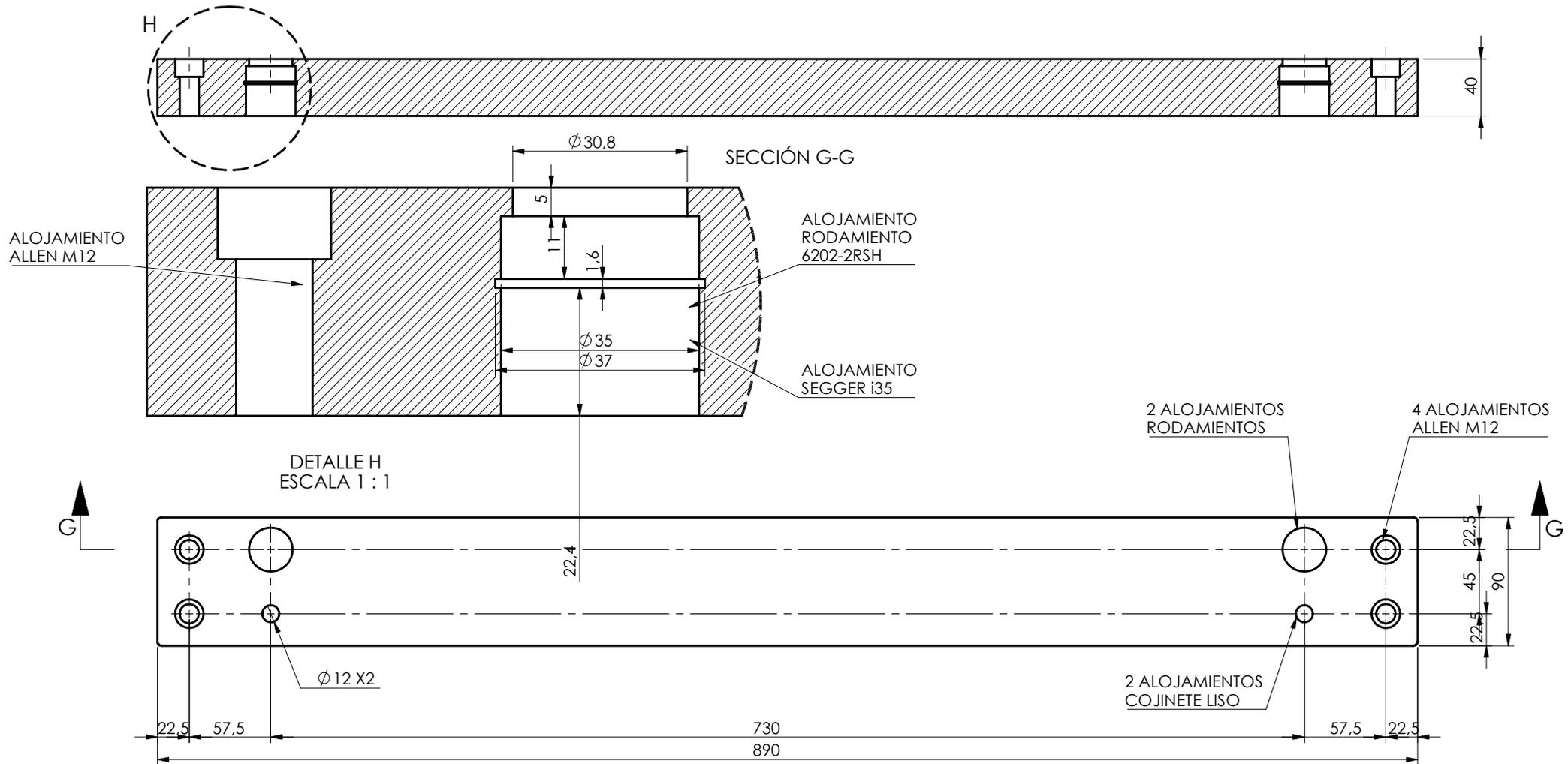
HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	PESO:
ESCALA: 1:10	MÁQUINA/PROYECTO:	<b>MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES</b>
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	<b>ENSAMBLAJE PUENTE</b>
	FECHA	NOMBRE
DIBUJ.	26/01/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO <b>A4</b>
N.º DE DIBUJO	DETALLE PUENTE	UNIDADES milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:		



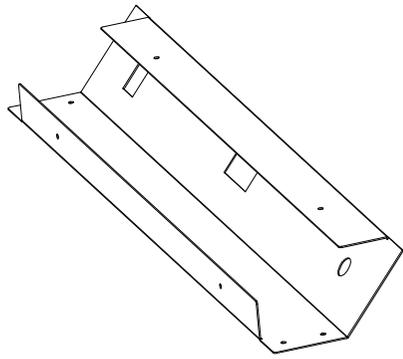
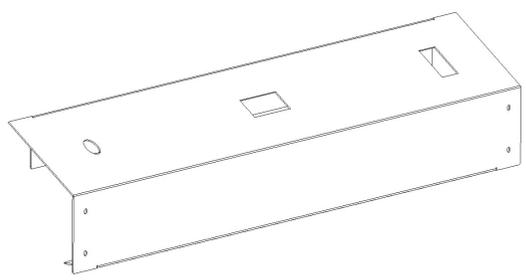
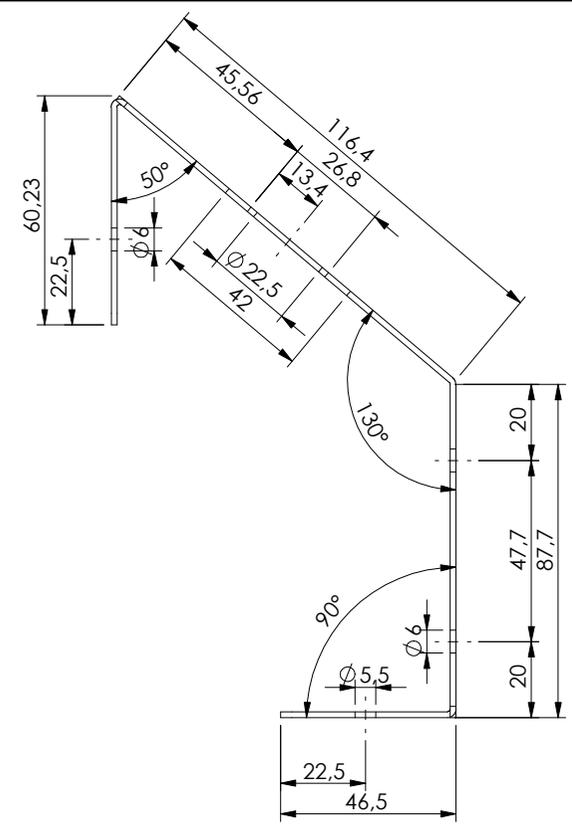
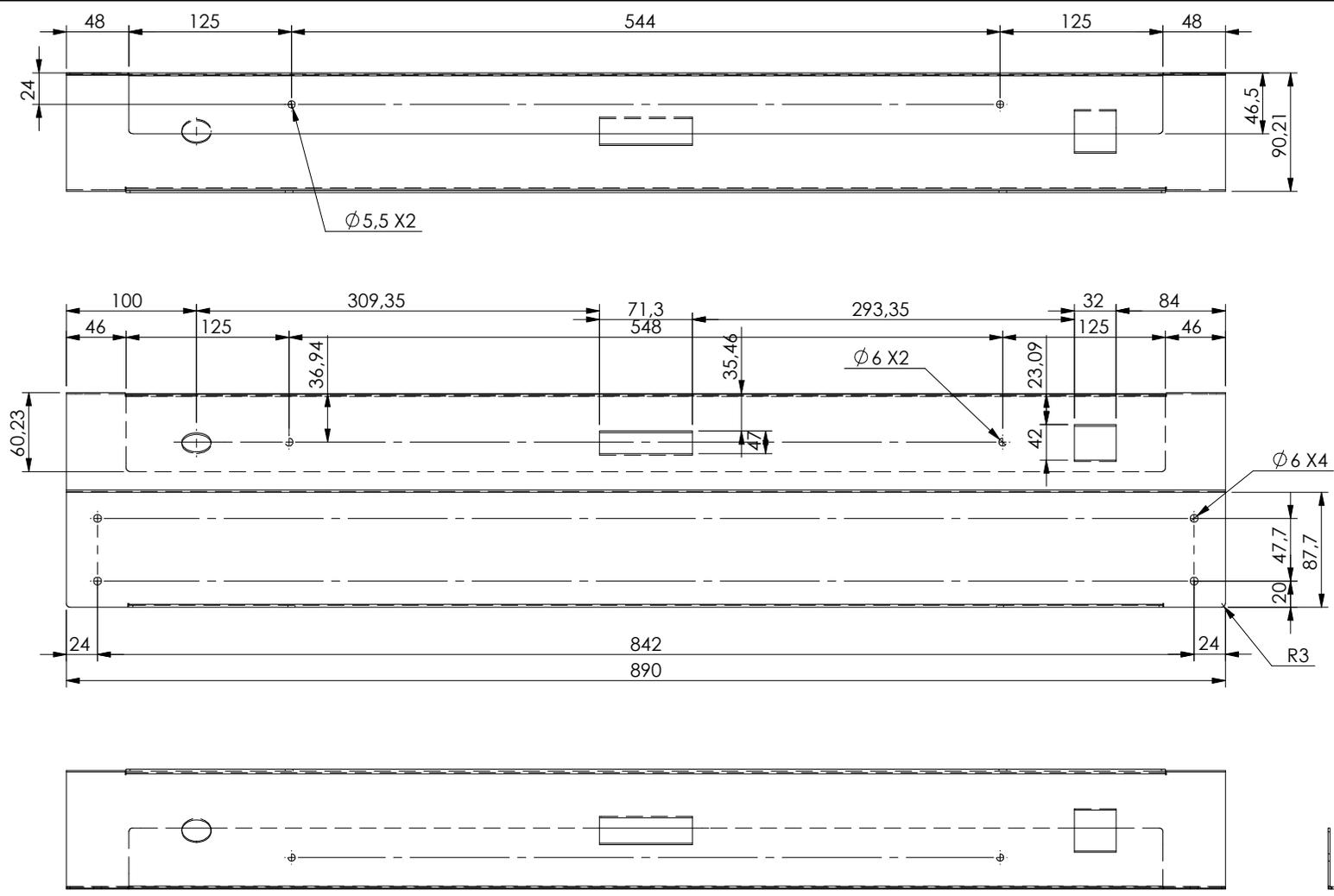


HOJA 1 DE 1	MATERIAL: ACERO SJ 355 JR	PESO: 70960.22
ESCALA: 1:7	MÁQUINA/PROYECTO: MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD: 1	PIEZA/DESCRIPCIÓN: PLACA BASE 2	
DIBUJ.	FECHA: 12/01/2023	NOMBRE: ÓSCAR PIÑÓN BAYO
ACTUALIZADO	05/10/2023	FORMATO: A4
N.º DE DIBUJO: 01		UNIDADES: milímetro, gramos
OBSERVACIONES/ACABADO: GALVANIZADO		

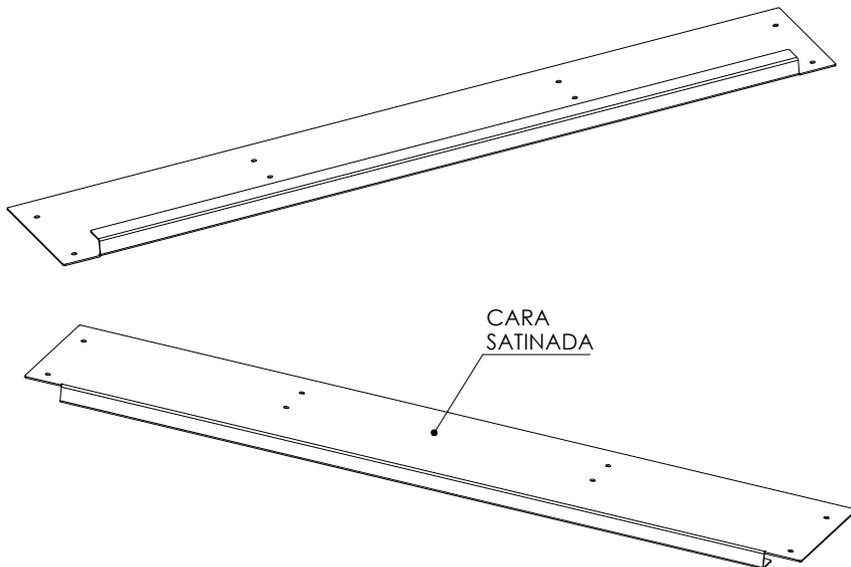
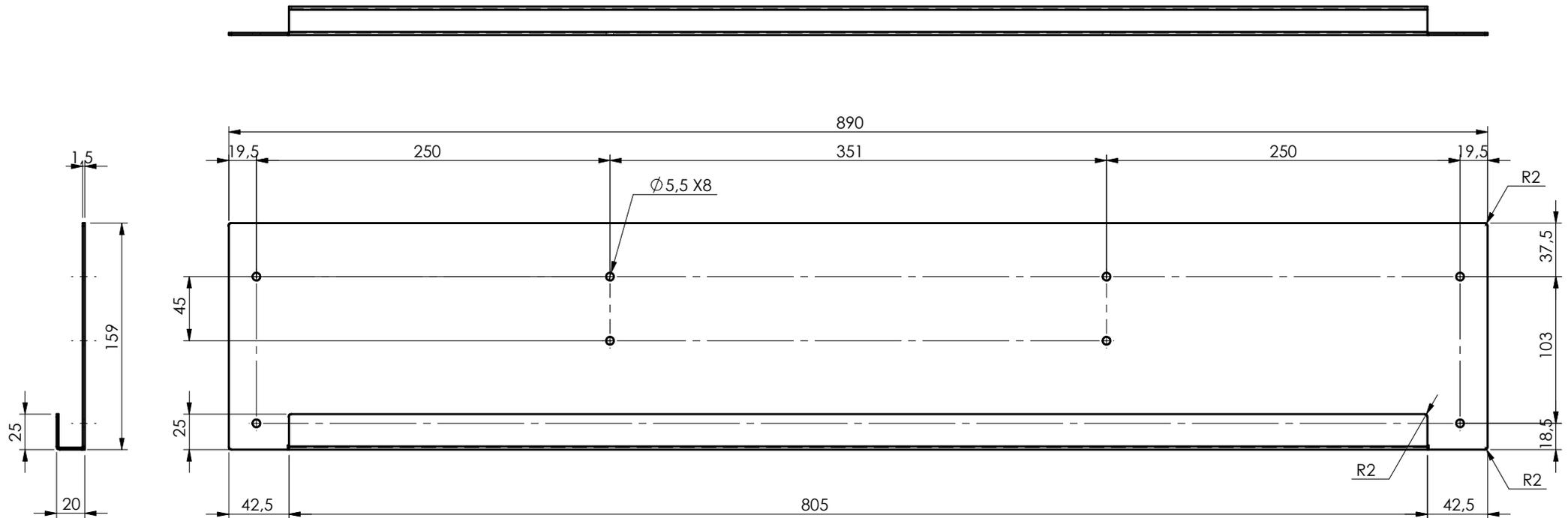




HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	1023 Chapa de acero al carbono (SS)	PESO: 24229.94
ESCALA: 1:4	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	PLETINA UNION PUENTE	
1	FECHA	NOMBRE	
DIBUJ.	27/01/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO	
APROB.	05/10/2023	FORMATO	A4
N.º DE DIBUJO	03	UNIDADES	milimetro gramo
OBSERVACIONES/ACABADO:			
GALVANIZADO			

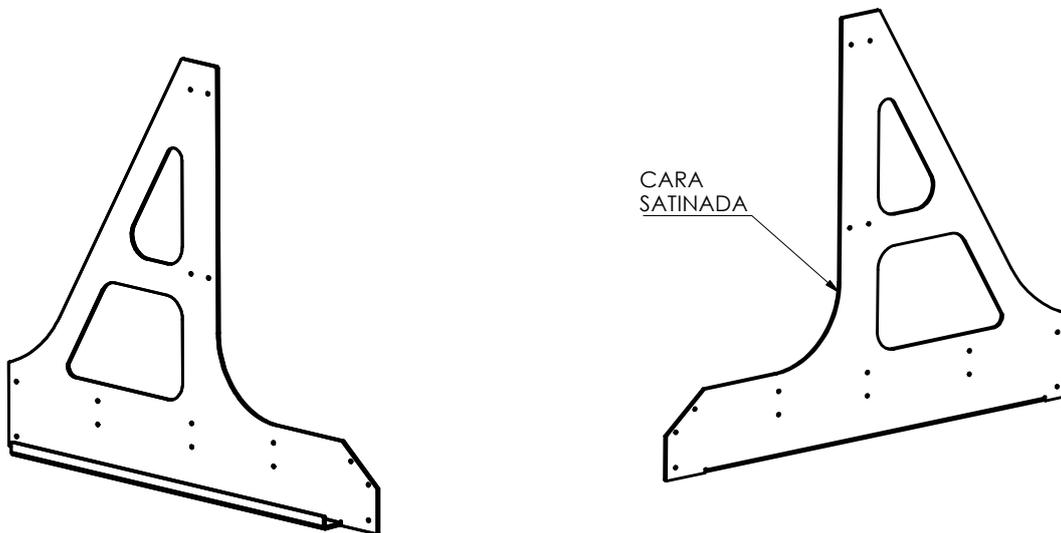
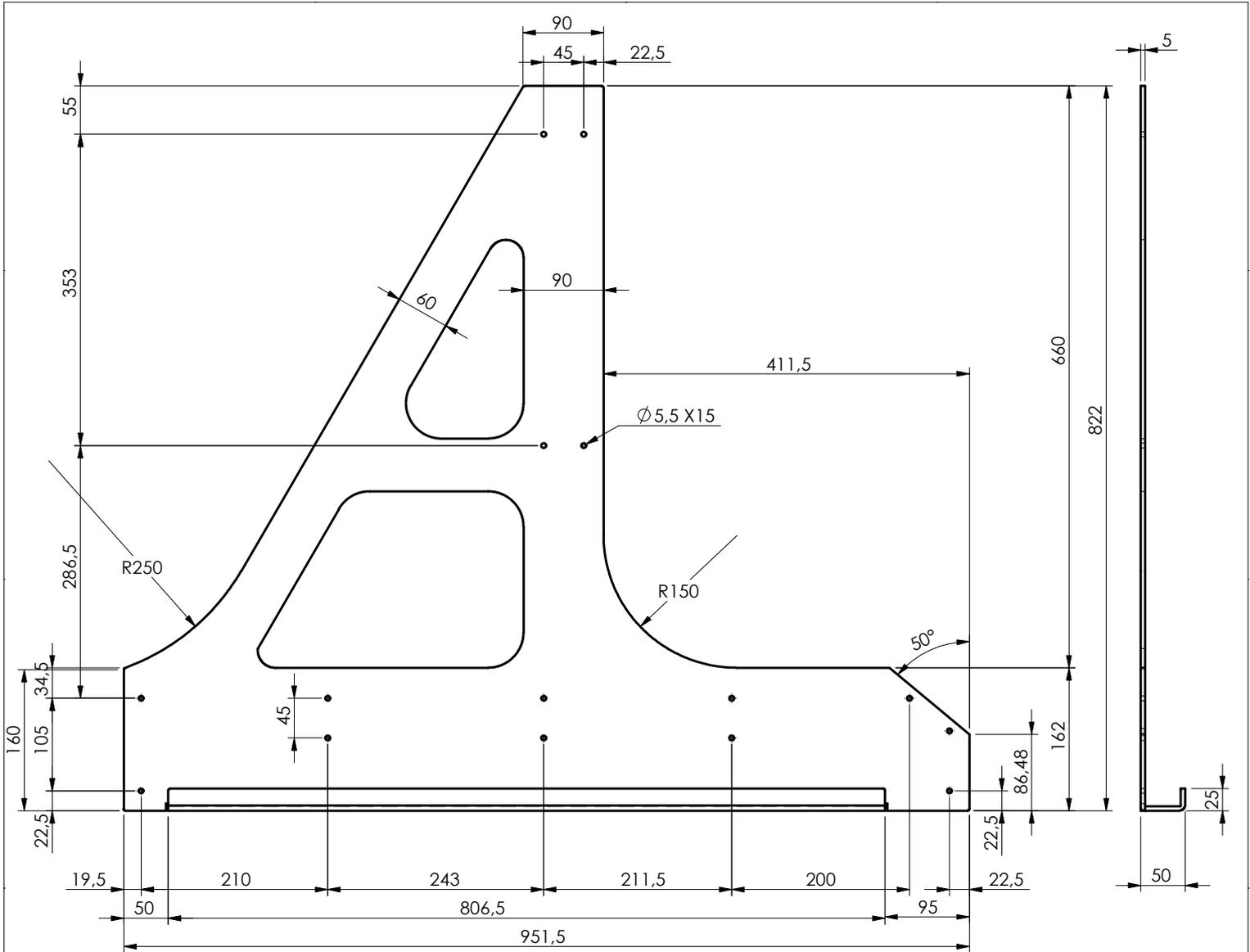


HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	AI SI 304	PESO: 3120.13
ESCALA: 1:5	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	CHAPA CARTER FRONTAL	
1	FECHA	NOMBRE	
DIBUJ.	24/01/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO	
APROB.	05/10/2023	FORMATO	A4
N.º DE DIBUJO	03	UNIDADES	milimetro gramo
OBSERVACIONES/ACABADO:			
SATINADO			



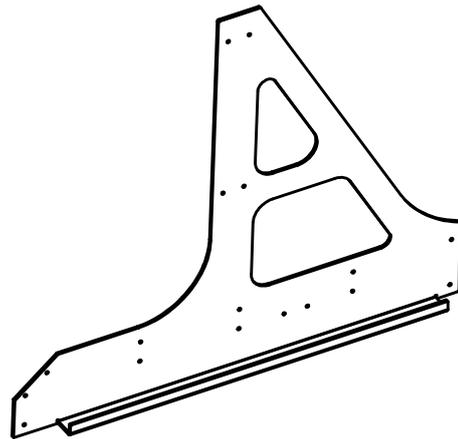
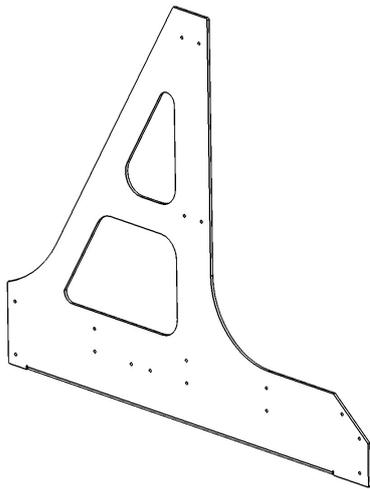
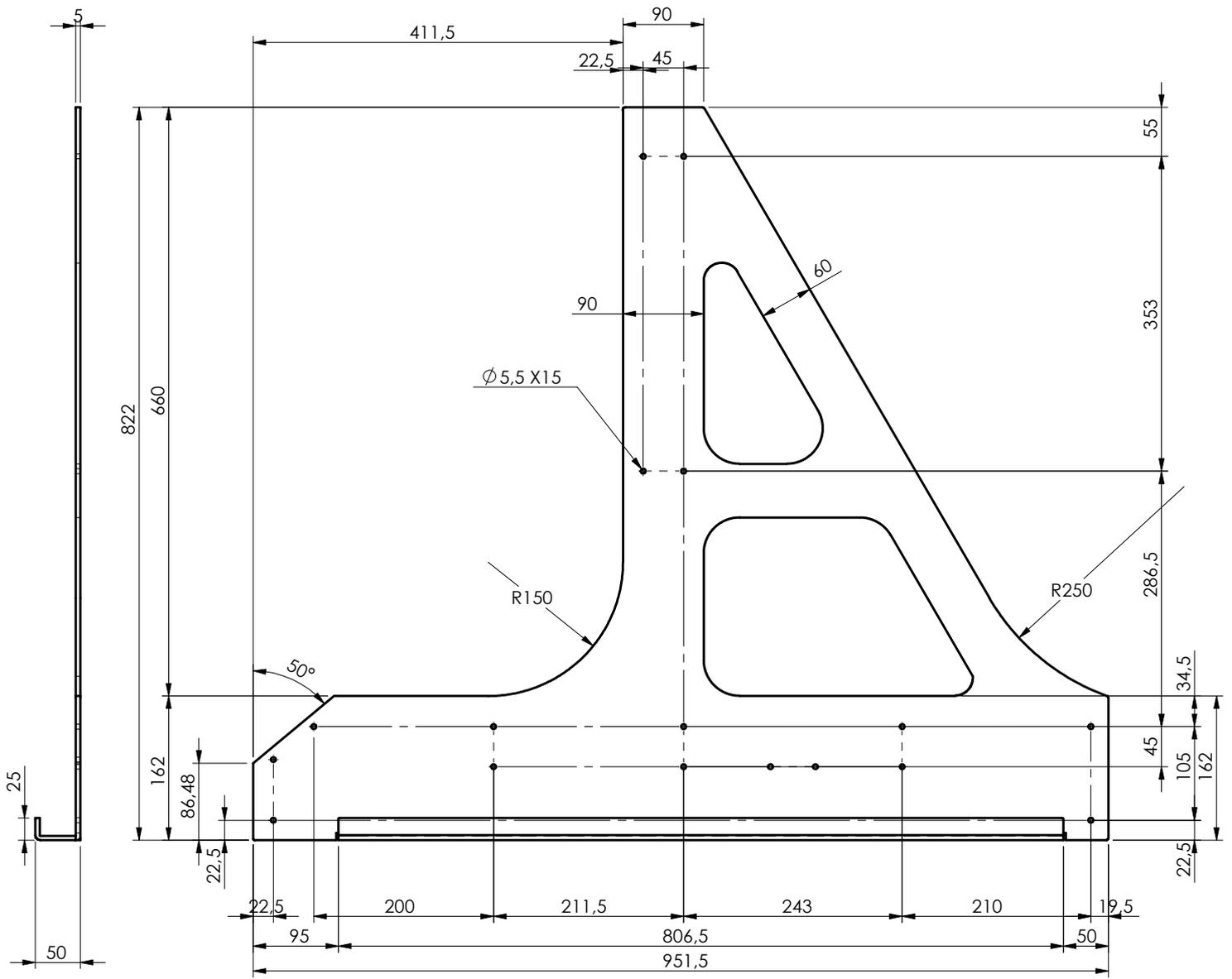
HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	AISI 304	PESO: 2089.12
ESCALA: 1:5	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	CHAPA CARTER TRASERA	
1	FECHA	NOMBRE	
DIBUJ.	12/01/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO	
APROB.	05/10/2023	FORMATO	A4
N.º DE DIBUJO	04	UNIDADES	milímetro gramo
OBSERVACIONES/ACABADO:			
ESPESOR 1,5mm, SATINADO			





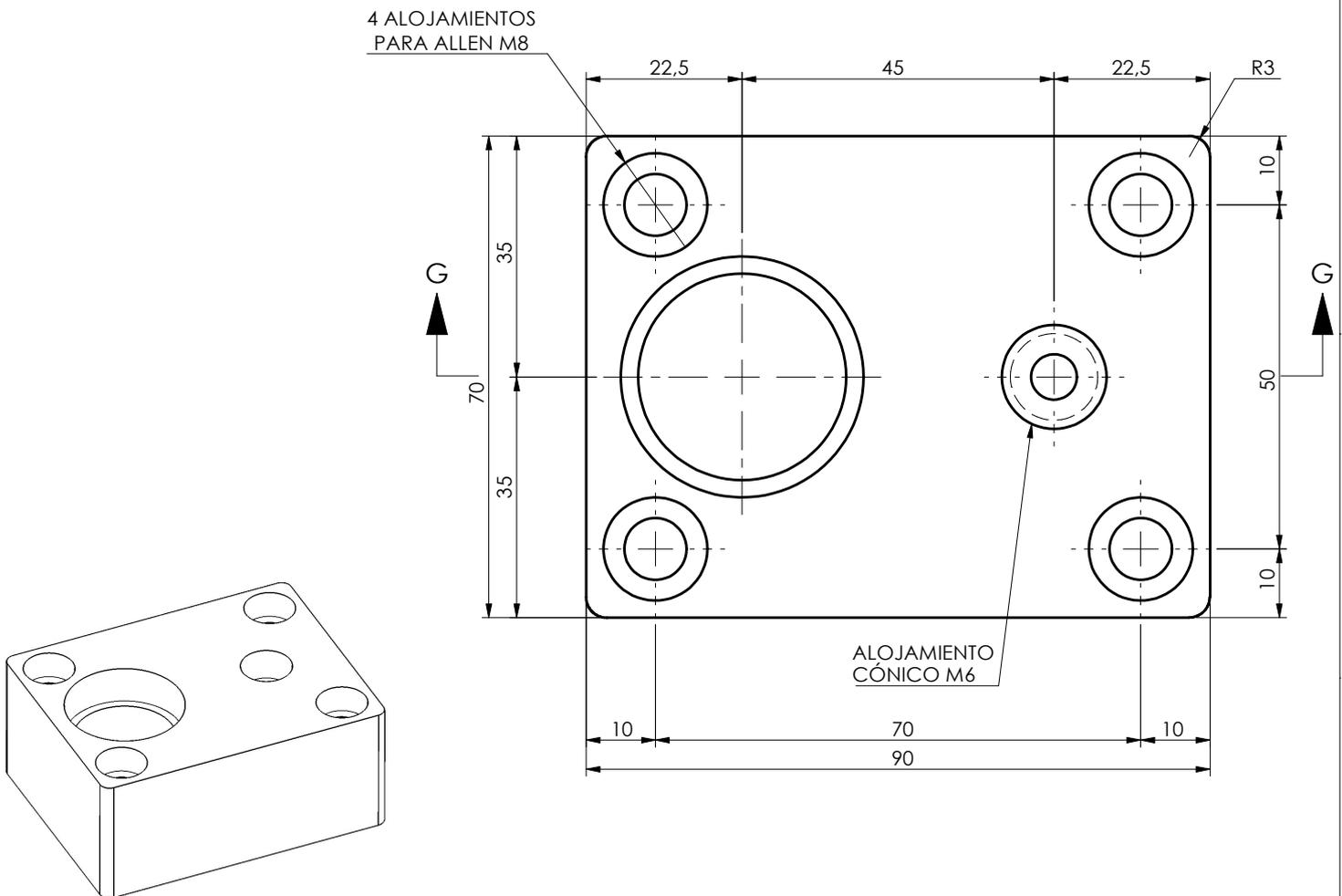
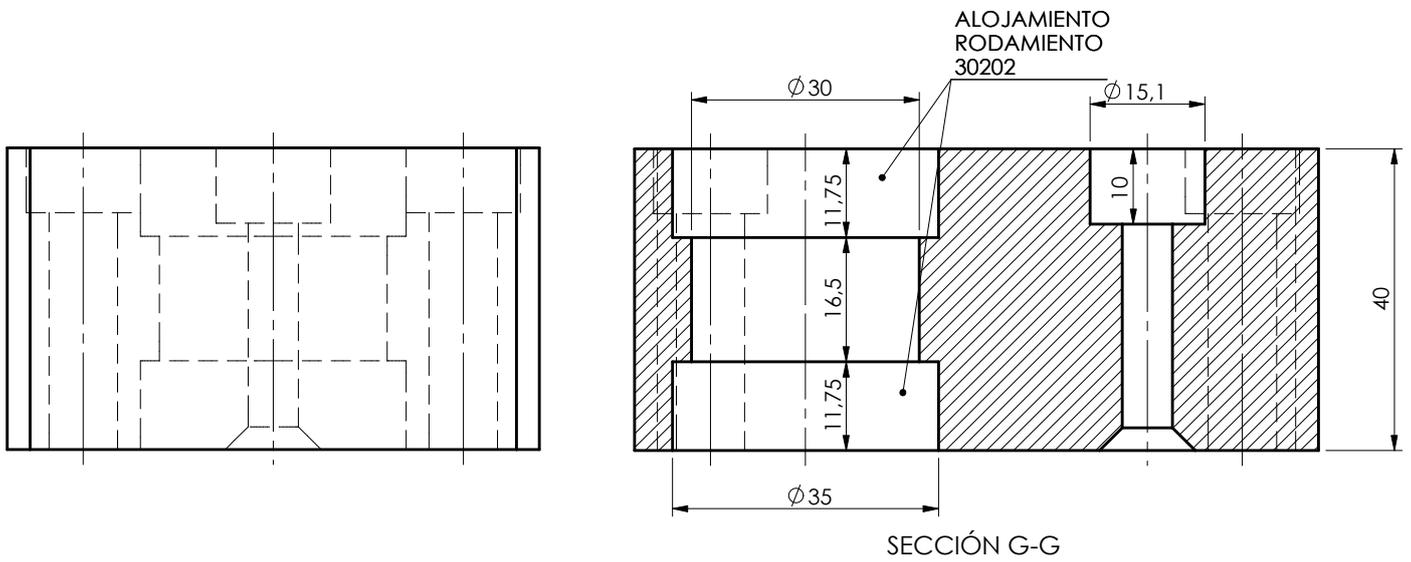
HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	AISI 304	PESO: 12897.03
ESCALA: 1:7	MÁQUINA/PROYECTO:	MAQUINA ENSAYOS ANCLAJE	
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	CHAPA CARTER LATERAL DERECHA	
1	FECHA	NOMBRE	
DIBUJ.	26/09/2023	OSCAR PIÑÓN BAYO	
ACTUALIZADO	05/10/2023	FORMATO	A4
N.º DE DIBUJO	05	UNIDADES	milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:			
ESPESOR 5mm, SATINADO			



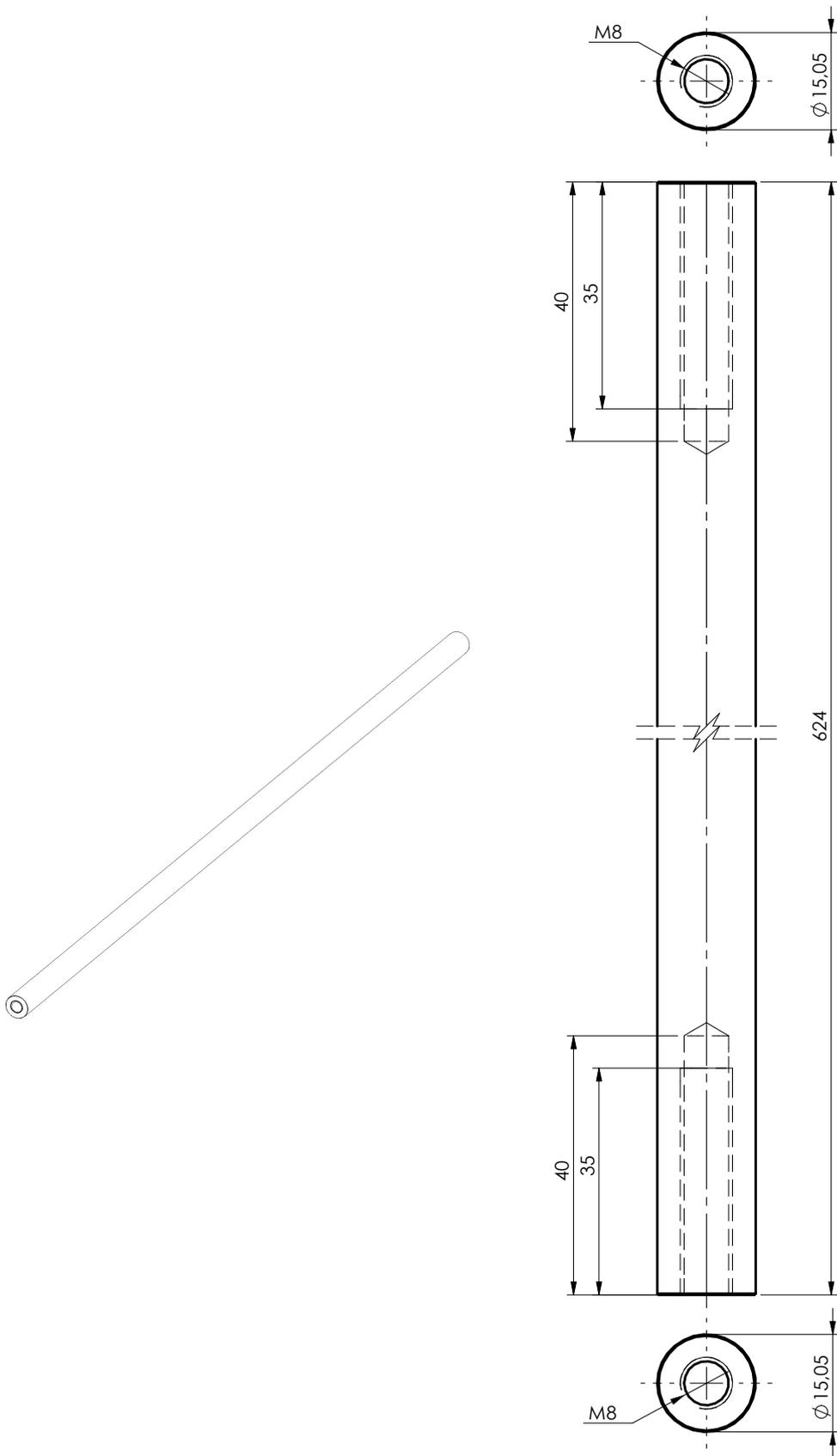


HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	AISI 304	PESO: 12895.13
ESCALA: 1:10	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	CHAPA CARTER LATERAL IZQUIERDA	
1	FECHA	NOMBRE	
DIBUJ.	12/01/2023	OSCAR PIÑÓN BAYO	
ACTUALIZADO	05/10/2023	FORMATO	A4
N.º DE DIBUJO	06	UNIDADES	milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:			
ESPESOR 5mm, SATINADO			



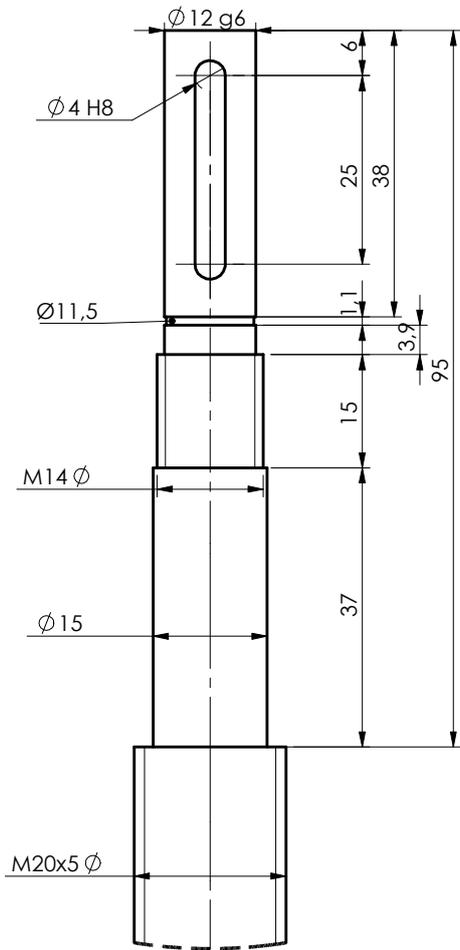


HOJA 1 DE 1	MATERIAL: 3.3547 (EN-AW 5083)	PESO: 533.09
ESCALA: 1:1	MÁQUINA/PROYECTO: MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD <b>2</b>	PIEZA/DESCRIPCIÓN: SOPORTE INFERIOR RODAMIENTOS	
DIBUJ.	FECHA: 26/01/2023	NOMBRE: OSCAR PIÑÓN BAYO
ACTUALIZADO	05/10/2023	FORMATO: A4
N.º DE DIBUJO	07	UNIDADES: milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:		

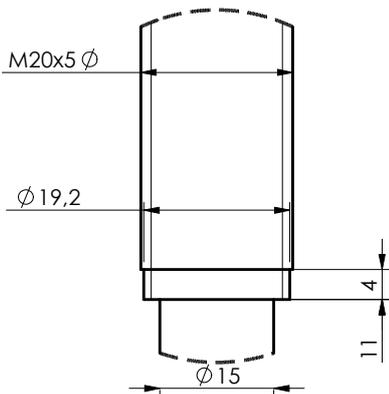


HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	Acero inoxidable al cromo	PESO: 842.79
ESCALA: 1:10	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	BARRA CROMADA GUÍA	
2	FECHA	NOMBRE	
DIBUJ.	26/01/2023	OSCAR PIÑÓN BAYO	
ACTUALIZADO	05/10/2023	FORMATO	A4
N.º DE DIBUJO	08	UNIDADES	milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:			
CROMADO			

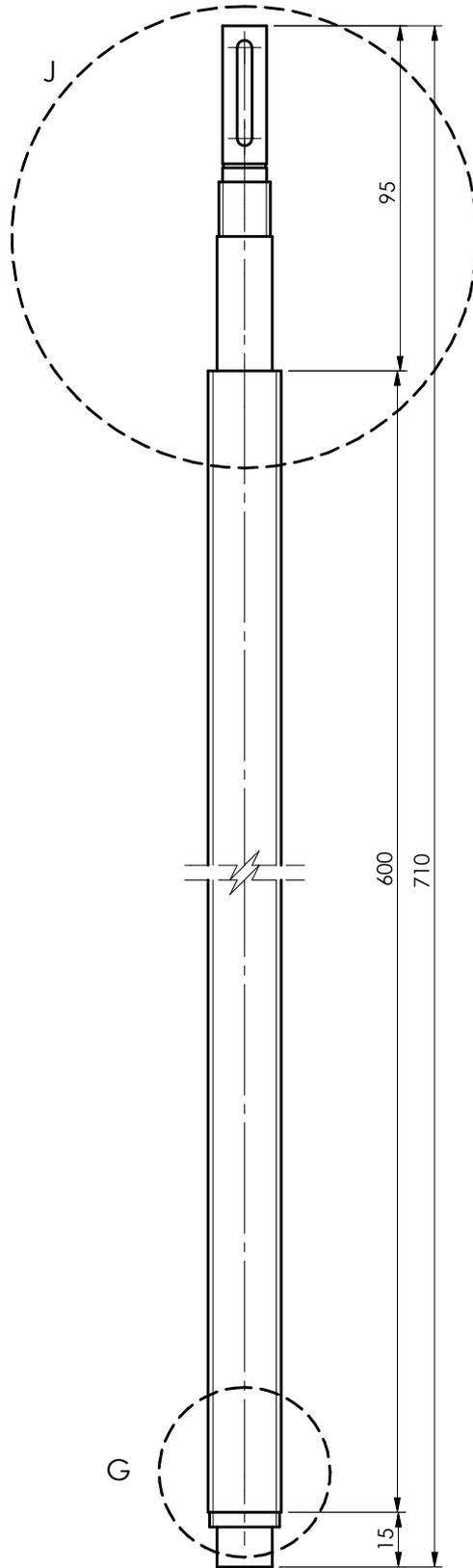




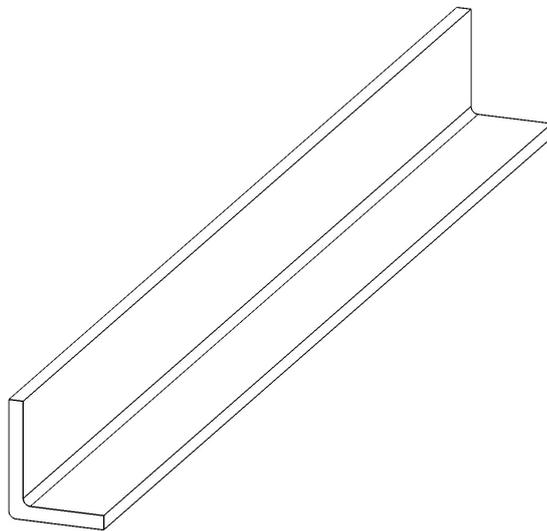
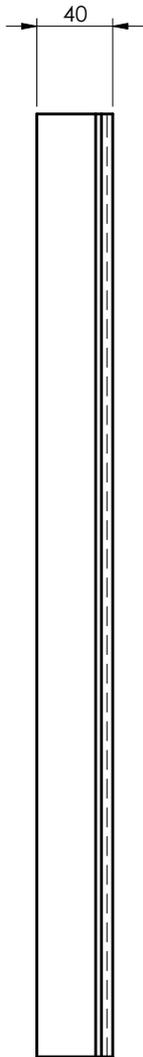
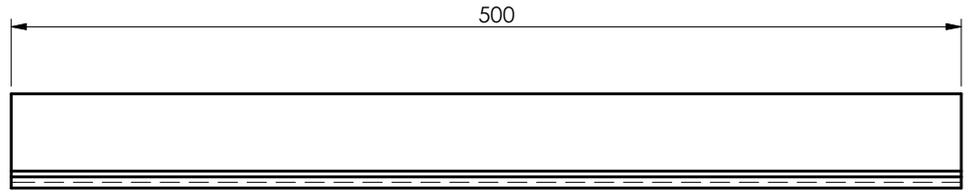
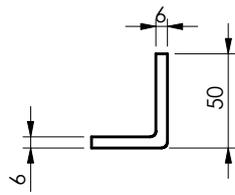
DETALLE J  
ESCALA 1 : 1



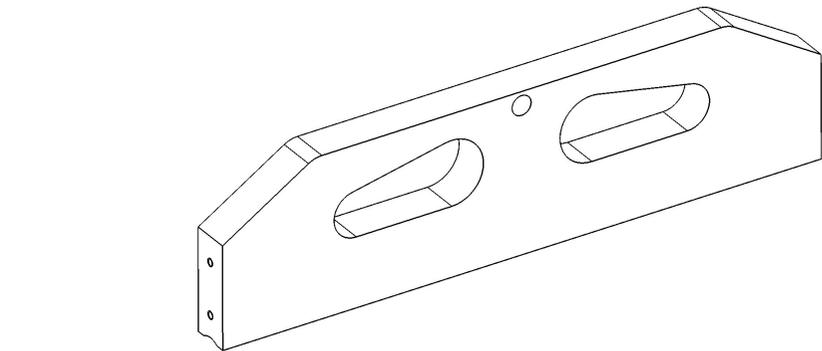
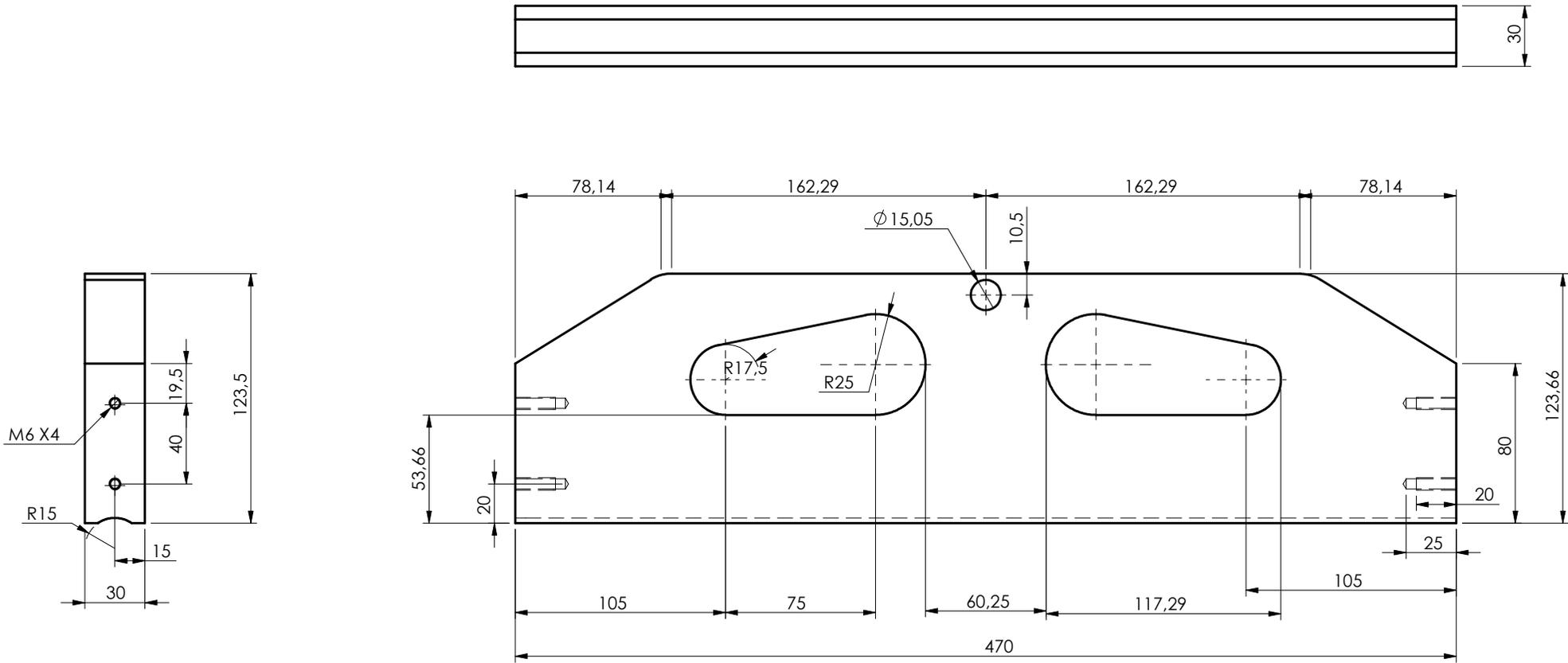
DETALLE G  
ESCALA 1 : 1



HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	AISI 304		PESO: 1634.82
ESCALA: 1:2	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES		
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	TORNILLO SIN FIN M20x5		
2	FECHA	NOMBRE		
DIBUJ.	27/01/2023	OSCAR PIÑÓN BAYO		
ACTUALIZADO	05/10/2023	FORMATO	A4	
N.º DE DIBUJO	09	UNIDADES	milímetro gramos	
OBSERVACIONES/ACABADO:				

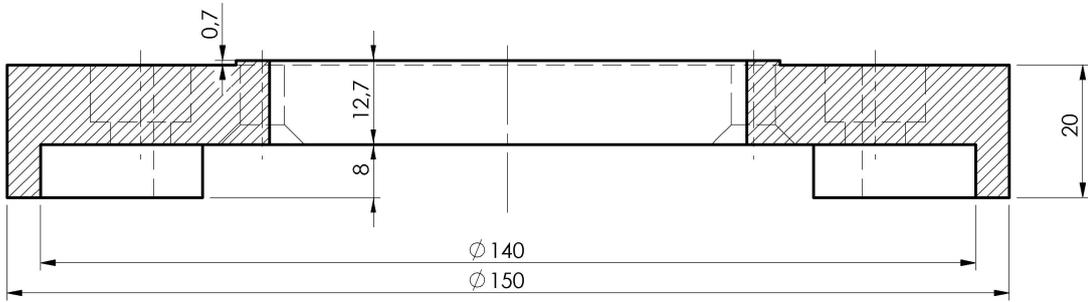


HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	AISI 304	PESO: 2016.00	
ESCALA: 2:1	MÁQUINA/PROYECTO:	MAQUINA ENSAYOS ANCLAJES		
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	ÁNGULO		
2	FECHA	NOMBRE		
DIBUJ.	08/09/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO		
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO		A4
N.º DE DIBUJO	10	UNIDADES		milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:				



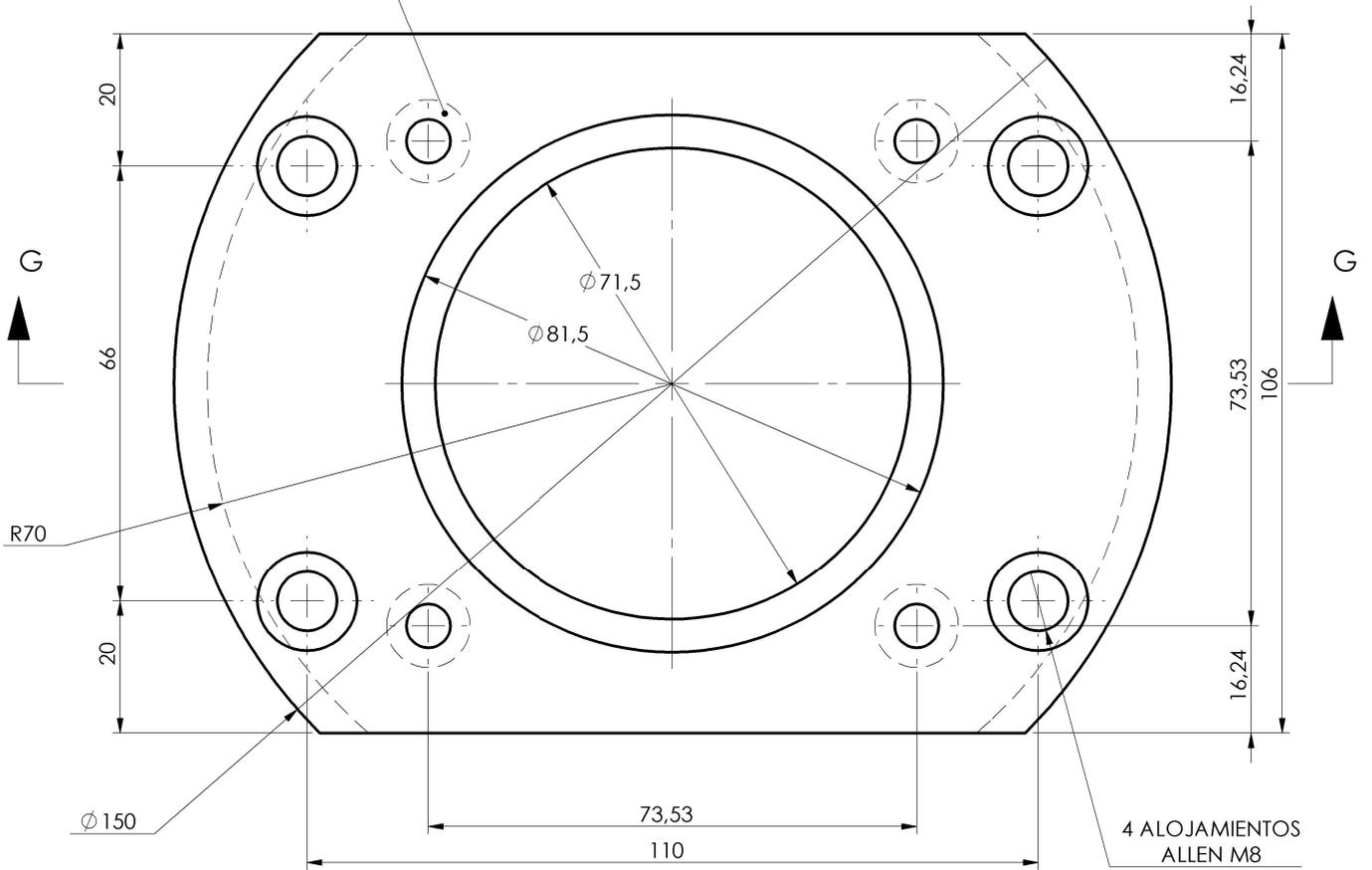
HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	3.3547 (EN-AW 5083)	PESO: 3578.31
ESCALA: 1:3	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	PERCHA 1	
1	FECHA	NOMBRE	
DIBUJ.	05/02/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO	
APROB.	05/10/2023	FORMATO	A4
N.º DE DIBUJO	11	UNIDADES	milimetro gramo
OBSERVACIONES/ACABADO:			



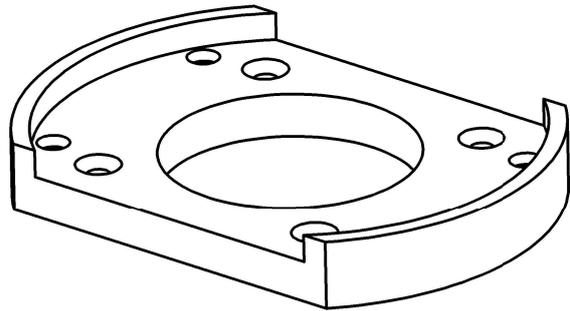
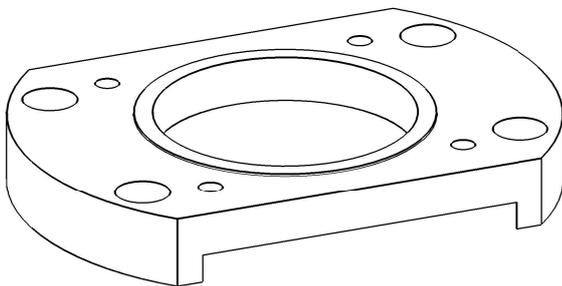


SECCIÓN G-G  
ESCALA 9 : 10

4 ALOJAMIENTOS  
PARA CÓNICO M6

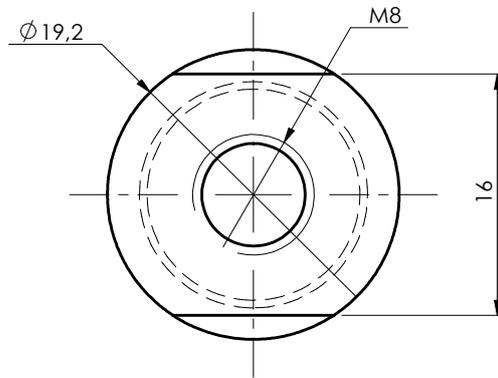
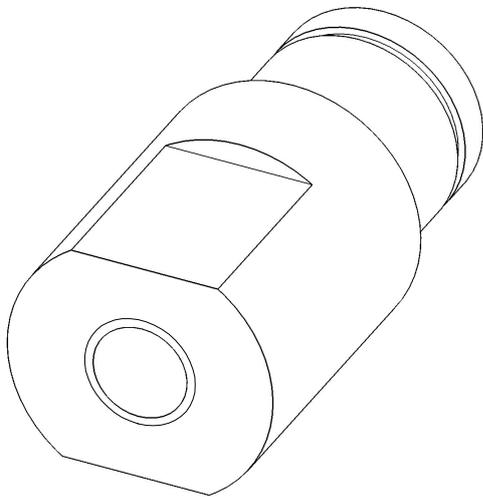
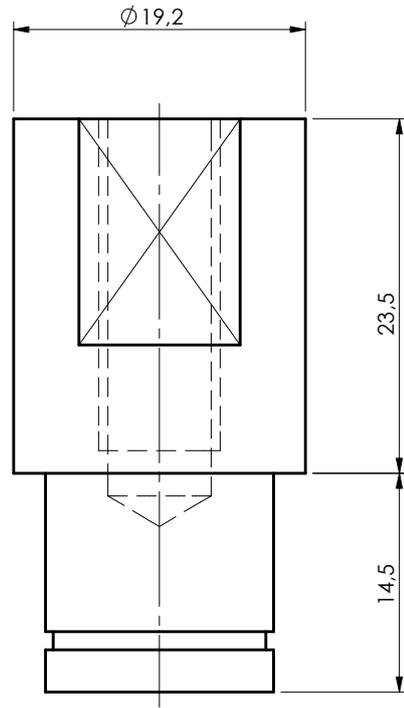
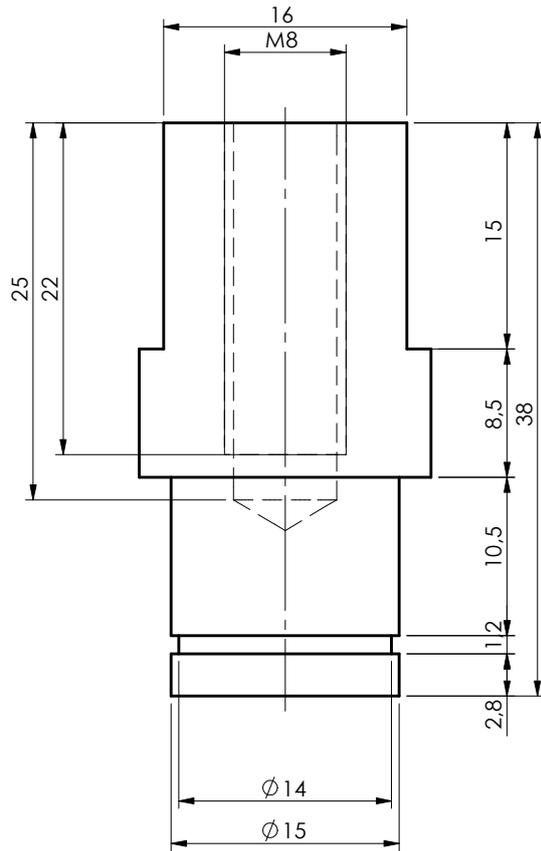


4 ALOJAMIENTOS  
ALLEN M8



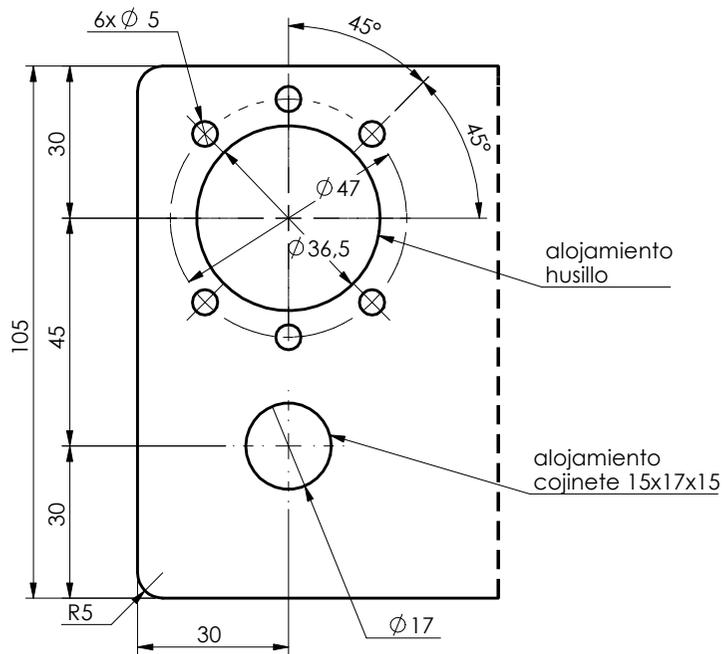
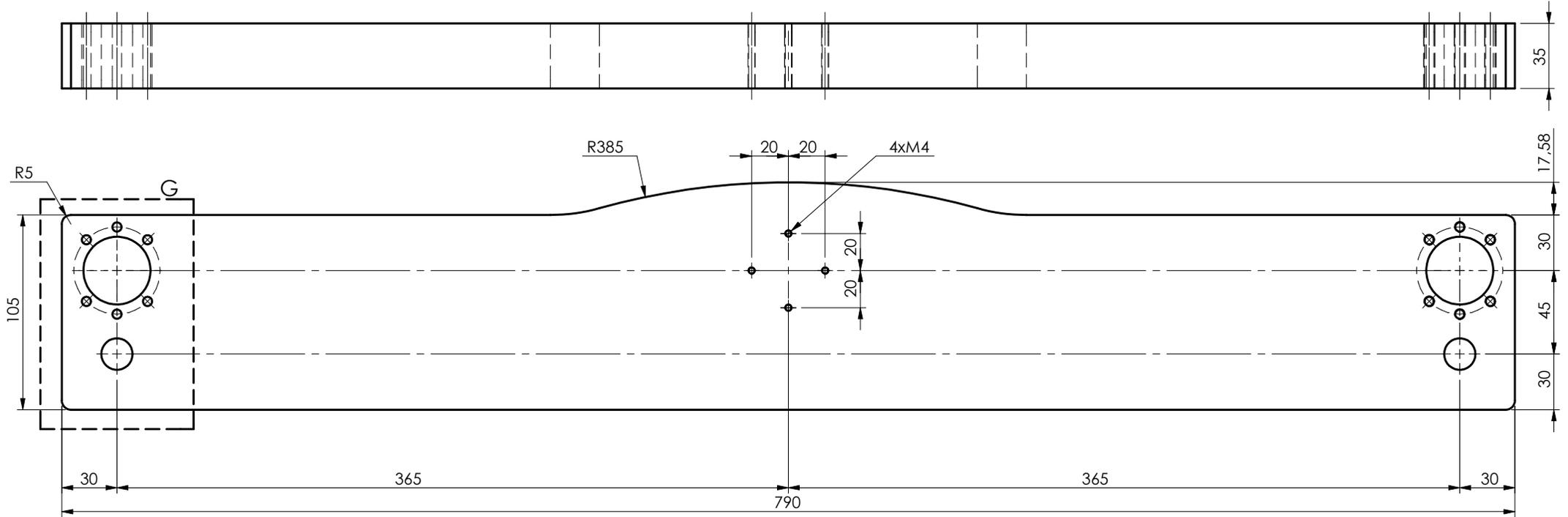
HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	3.3547 (EN-AW 5083)	PESO: 336.61
ESCALA: 9:10	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS BALDOSAS CERÁMICAS	
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	BRIDA MOTOR	
1			
	FECHA	NOMBRE	
DIBUJ.	02/02/2023	OSCAR PIÑÓN BAYO	
ACTUALIZADO	05/02/2023	FORMATO	A4
N.º DE DIBUJO	12	UNIDADES	milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:			



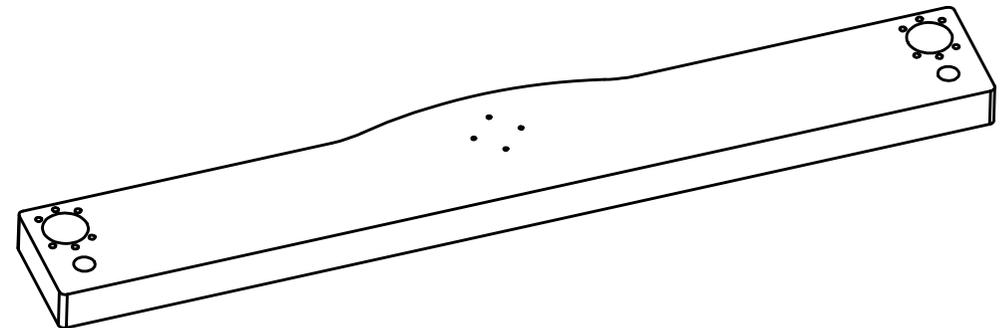


HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	3.3547 (EN-AW 5083)	PESO: 21.44
ESCALA: 2:1	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	BULÓN POLEA TENSOR	
2	FECHA	NOMBRE	
DIBUJ.	03/02/2023	OSCAR PIÑÓN BAYO	
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO	A4
N.º DE DIBUJO	13	UNIDADES	milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:			

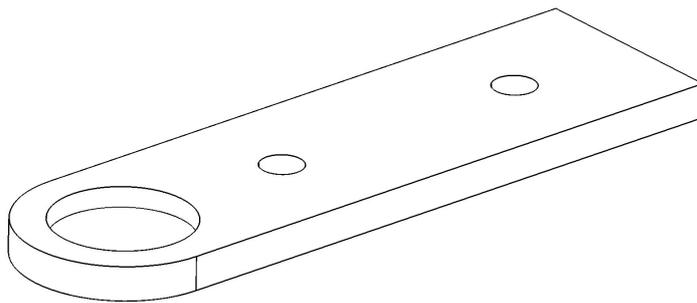
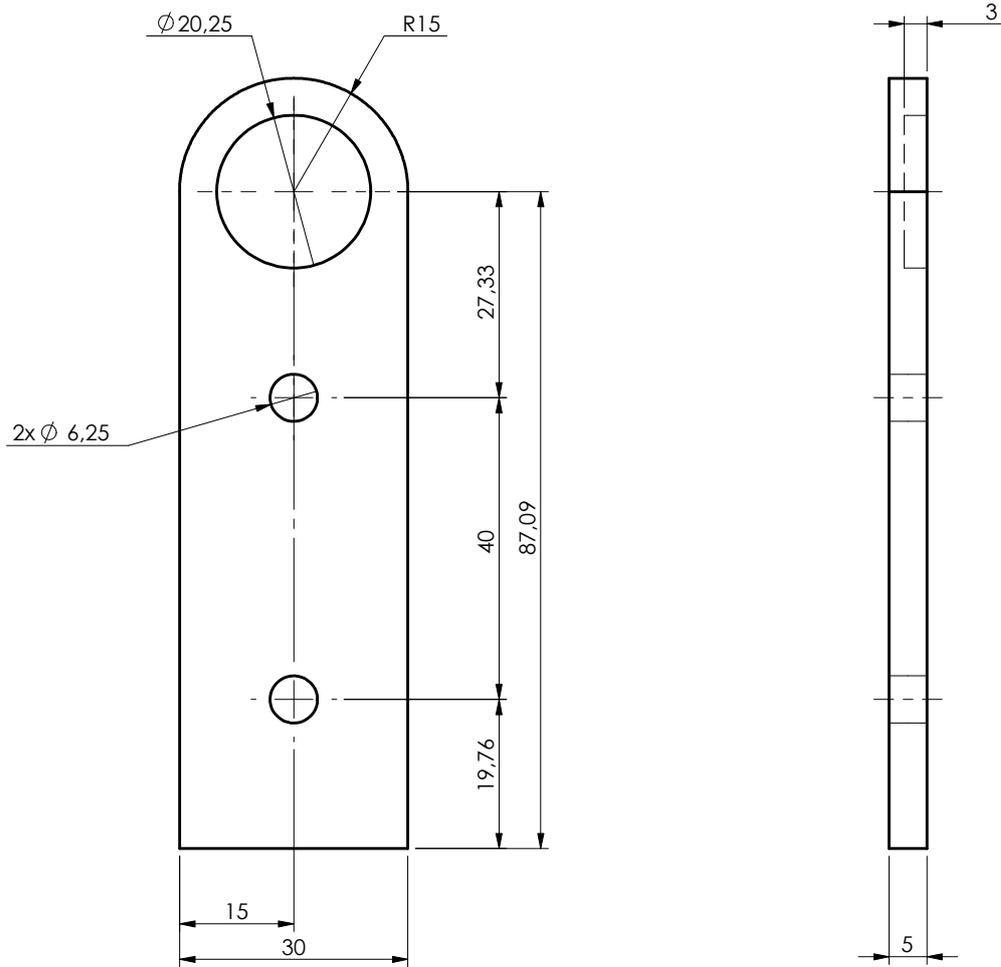




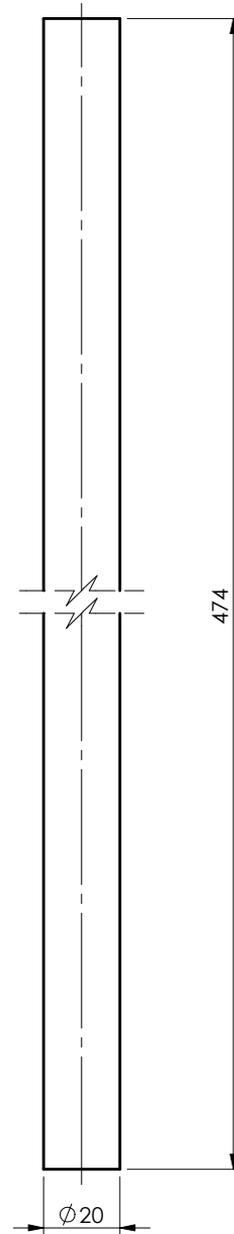
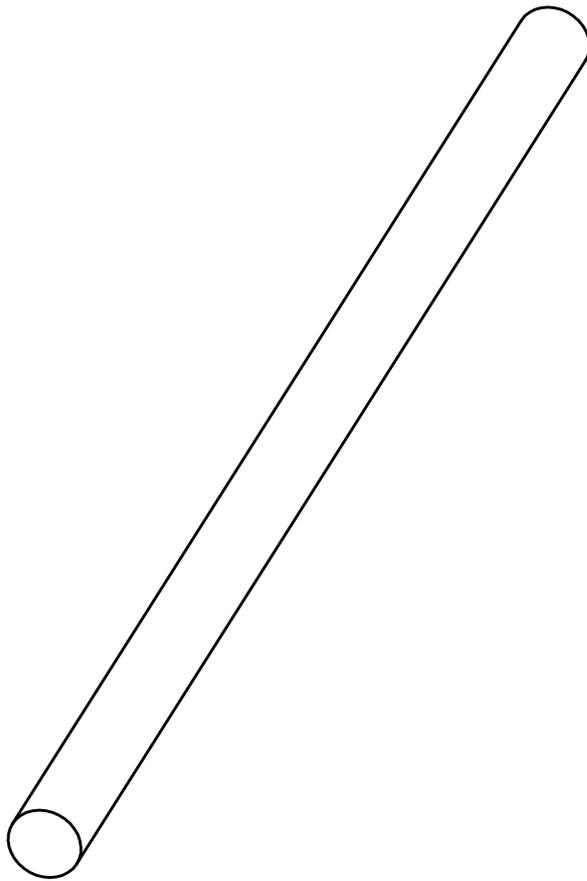
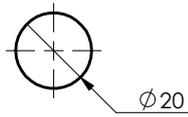
DETALLE G  
ESCALA 2 : 3



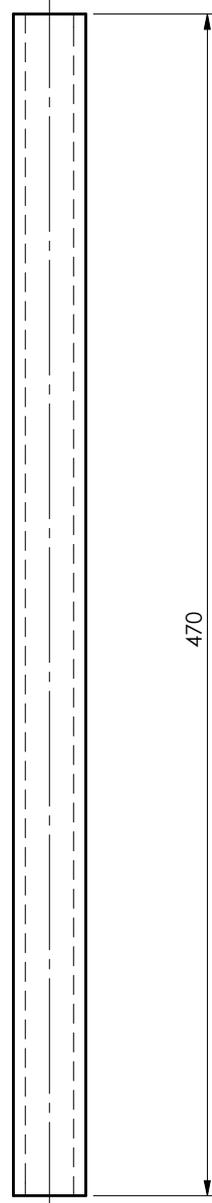
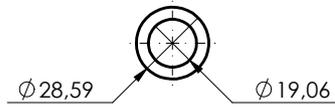
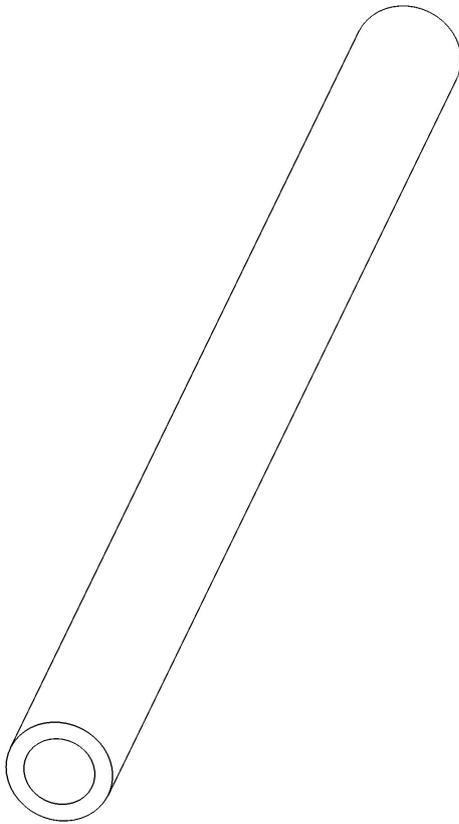
HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	ACERO SJ 355 JR	PESO: 22782.99
ESCALA: 1:3	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	PLETINA PUENTE	
1	FECHA	NOMBRE	
DIBUJ.	03/02/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO	
APROB.	06/10/2023	FORMATO	A4
N.º DE DIBUJO	14	UNIDADES	milímetro gramo
OBSERVACIONES/ACABADO:			
ESPESOR 15mm, GALVANIZADO			



HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	3.3547 (EN-AW 5083)	PESO: 36.06	
ESCALA: 1:1	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES		
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	TAPA LATERAL PERCHA		
2	FECHA	NOMBRE		
DIBUJ.	05/02/2023	OSCAR PIÑÓN BAYO		
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO		A4
N.º DE DIBUJO	15	UNIDADES		milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:				

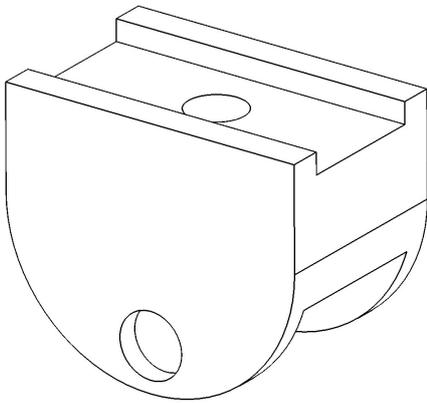
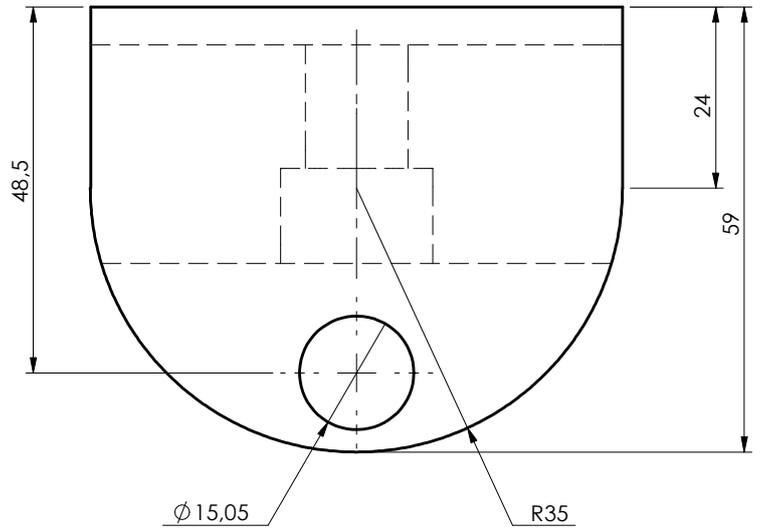
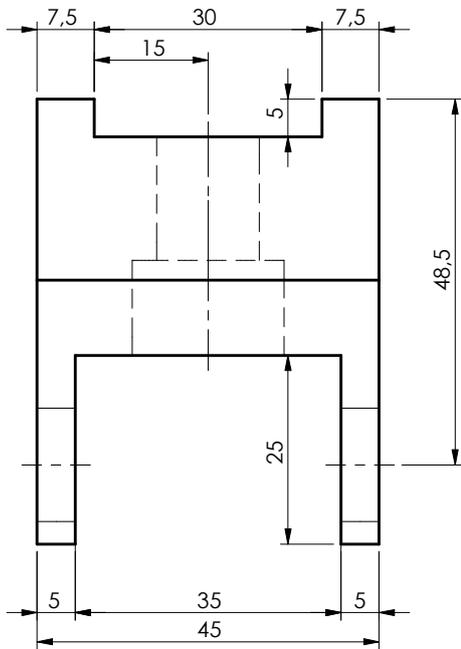


HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	3.3547 (EN-AW 5083)	PESO: 396.10	
ESCALA: 1:2	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES		
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	RODILLO METAL		
1	FECHA	NOMBRE		
DIBUJ.	05/02/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO		
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO		A4
N.º DE DIBUJO	16	UNIDADES		milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:				

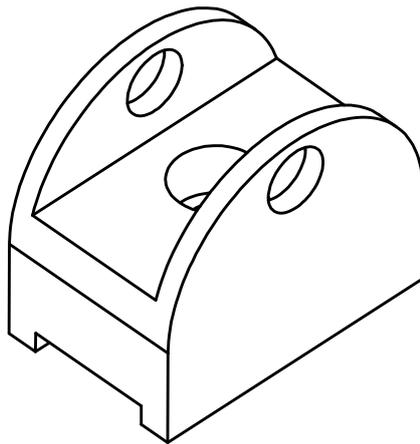
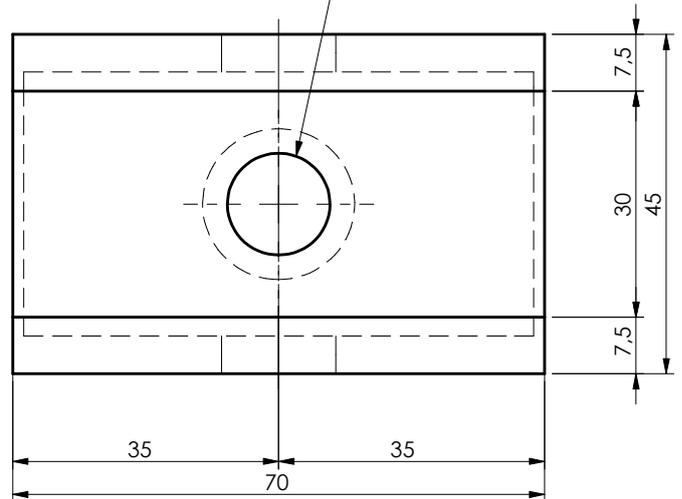


HOJA 1 DE 1	MATERIAL: NBR, CAUCHO	PESO: 192.82
ESCALA: 1:3	MÁQUINA/PROYECTO: MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD: 1	PIEZA/DESCRIPCIÓN: RODILLO CAUCHO	
	FECHA	NOMBRE
DIBUJ.	05/02/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO A4
N.º DE DIBUJO	17	UNIDADES milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO: DUREZA 50 IRHD		



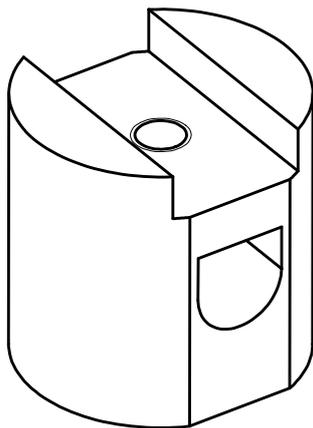
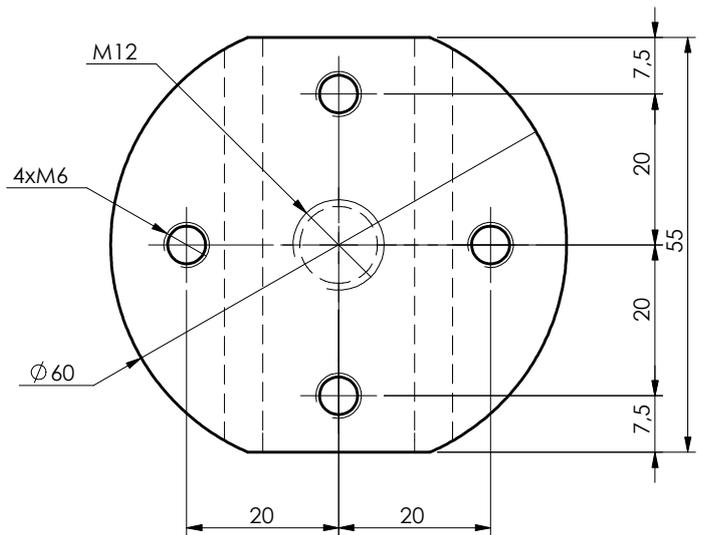
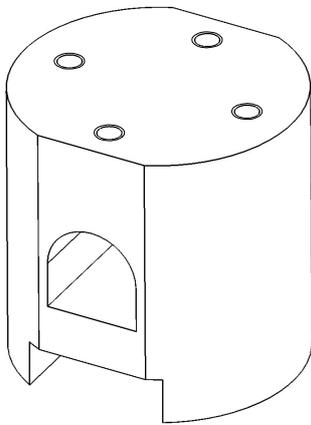
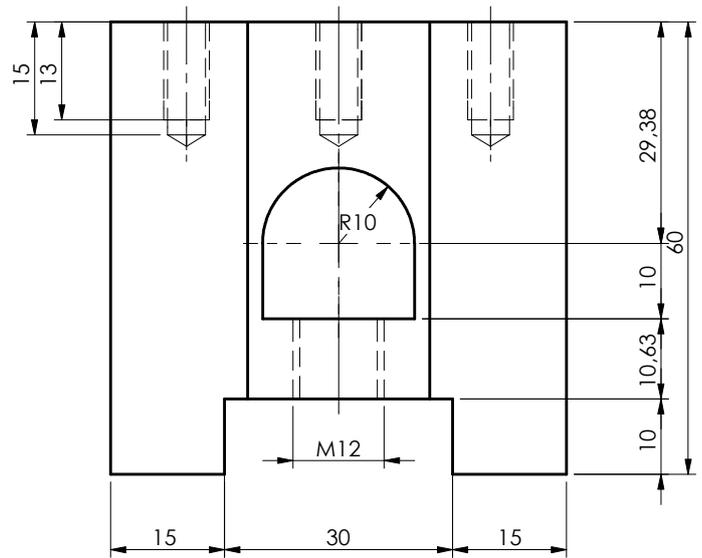
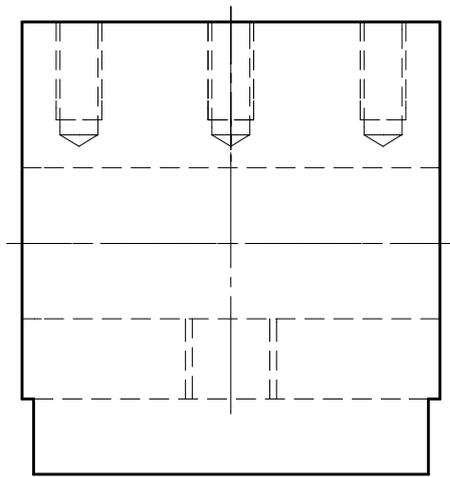


ALOJAMIENTO  
PARA ALLEN M14



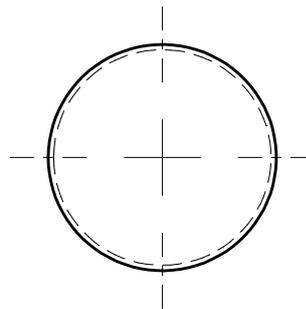
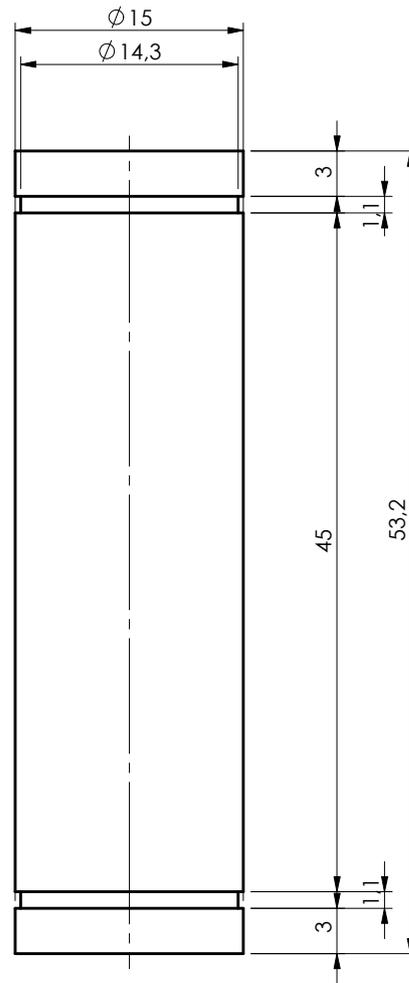
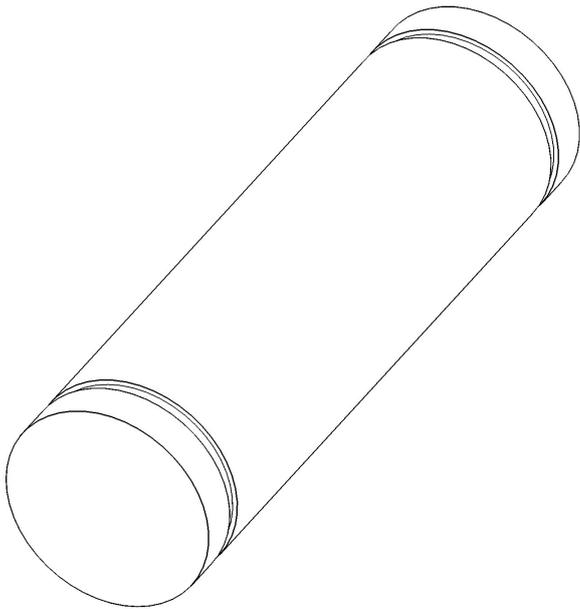
HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	3.3547 (EN-AW 5083)	PESO: 267.12
ESCALA: 1:1	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	UNIÓN PERCHA CELULA DE CARGA	
1	FECHA	NOMBRE	
DIBUJ.	05/02/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO	
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO	A4
N.º DE DIBUJO	18	UNIDADES	milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:			





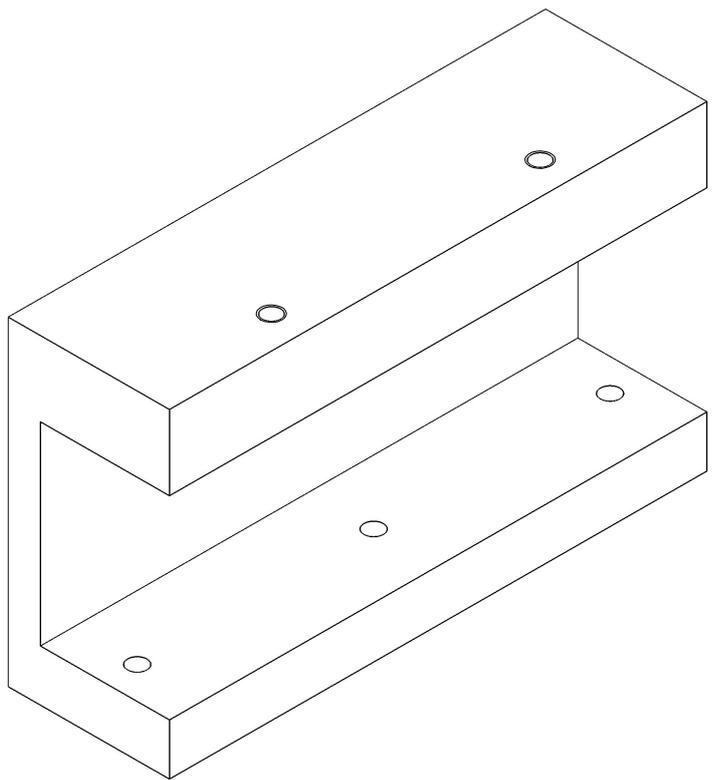
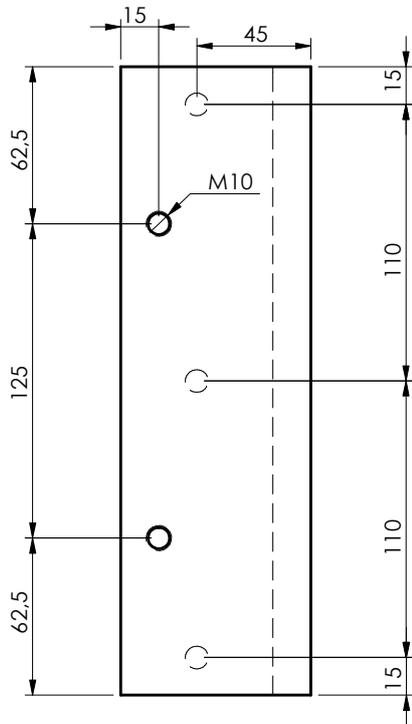
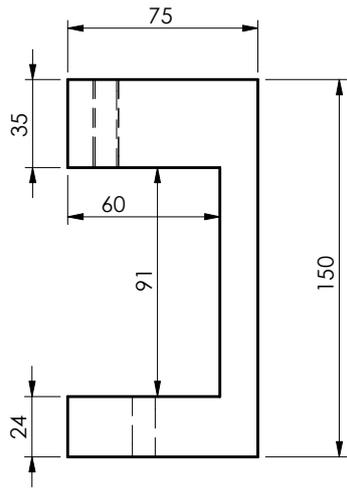
HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	3.3547 (EN-AW 5083)	PESO: 336.94
ESCALA: 1:1	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	UNIÓN JUNTA CÉLULA DE CARGA	
1	FECHA	NOMBRE	
DIBUJ.	05/02/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO	
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO	A4
N.º DE DIBUJO	19	UNIDADES	milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:			



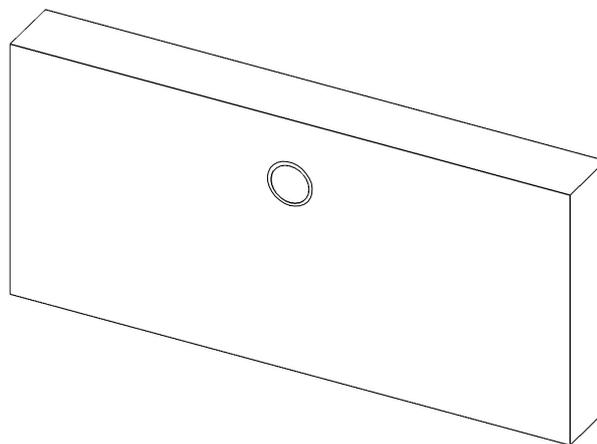
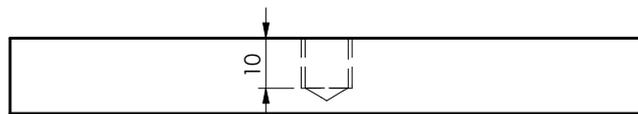
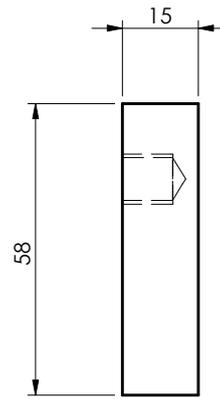
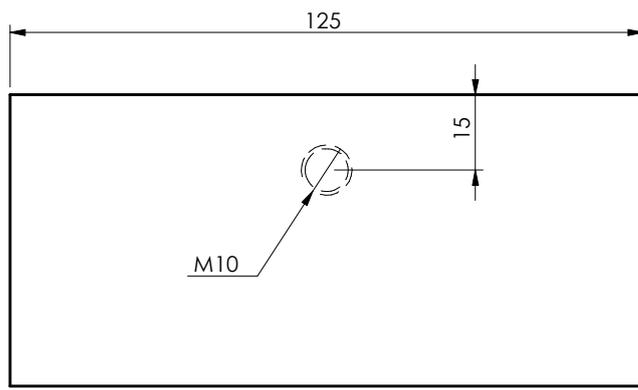


HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	3.3547 (EN-AW 5083)	PESO: 24.91
ESCALA: 2:1	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	EJE PERCHA	
1	FECHA	NOMBRE	
DIBUJ.	06/02/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO	
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO	A4
N.º DE DIBUJO	20	UNIDADES	milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:			



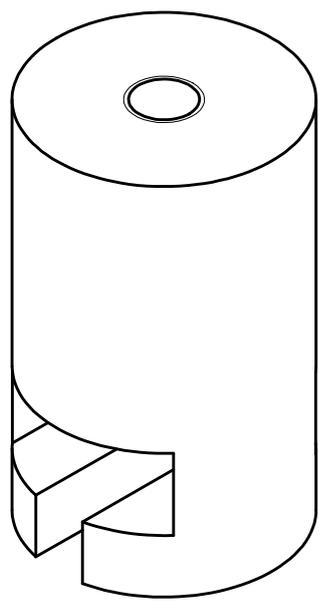
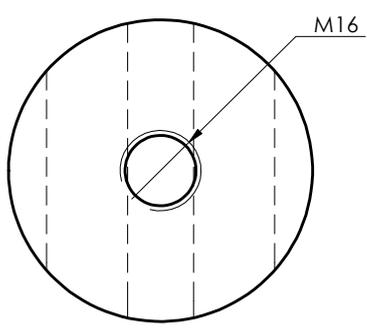
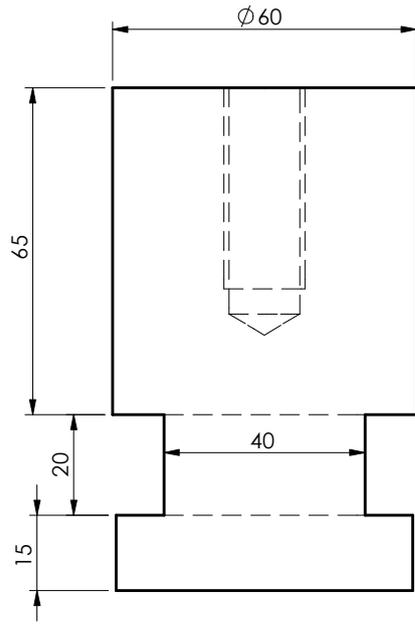
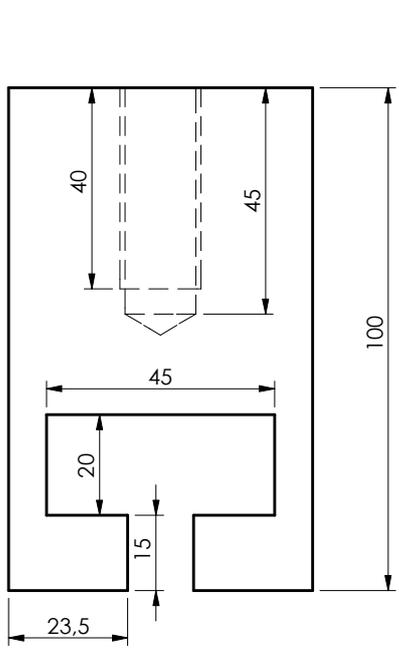


HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	AISI 304		PESO: 11511.58
ESCALA: 2:1	MÁQUINA/PROYECTO:	MAQUINA ENSAYOS ANCLAJES		
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	MORDAZA		
2	FECHA	NOMBRE		
DIBUJ.	08/09/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO		
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO	A4	
N.º DE DIBUJO	21	UNIDADES	milímetro gramos	
OBSERVACIONES/ACABADO:				

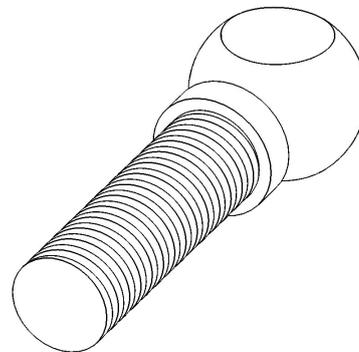
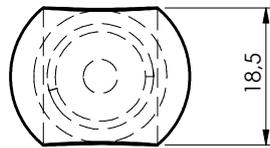
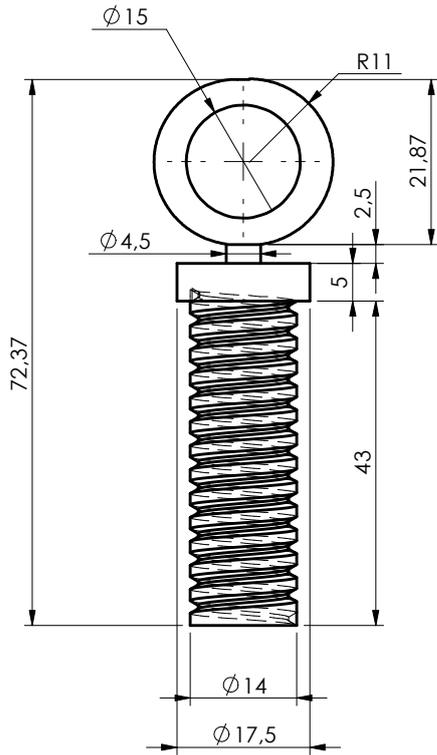


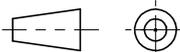
HOJA 1 DE 1	MATERIAL: AISI 304	PESO: 865.10
ESCALA: 2:1	MÁQUINA/PROYECTO:	MAQUINA ENSAYO ANCLAJE
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	APRIETE MORDAZA
<b>4</b>	FECHA	NOMBRE
DIBUJ.	<b>04/09/2023</b>	ÓSCAR PIÑÓN BAYO
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO <b>A4</b>
N.º DE DIBUJO	<b>22</b>	UNIDADES milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:		

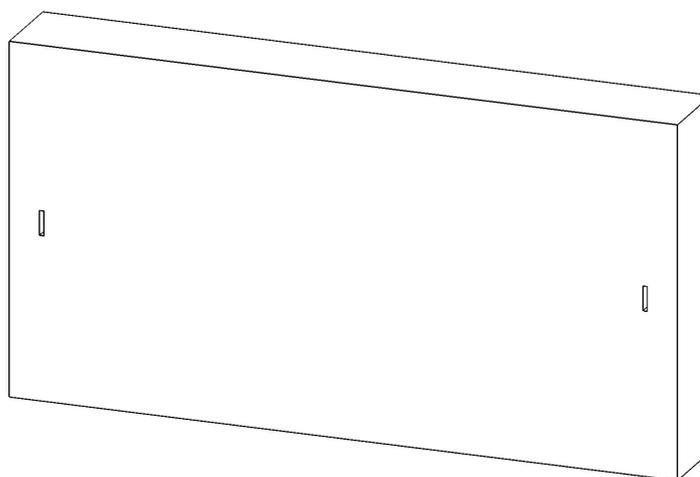
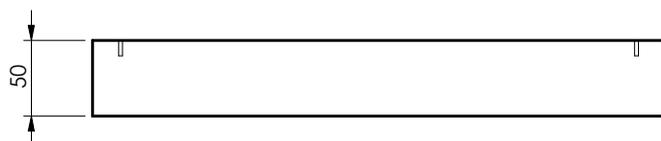
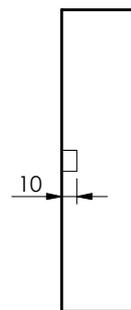
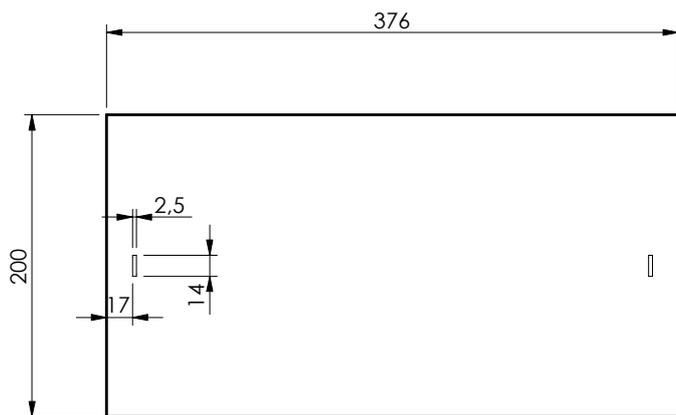




HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	3.3547 (EN-AW 5083)	PESO: 573.51	
ESCALA: 2:1	MÁQUINA/PROYECTO:	MAQUINA ENSAYOS ANCLAJES		
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	PERCHA 2		
1	FECHA	NOMBRE		
DIBUJ.	06/09/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO		
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO		A4
N.º DE DIBUJO	23	UNIDADES		milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:				

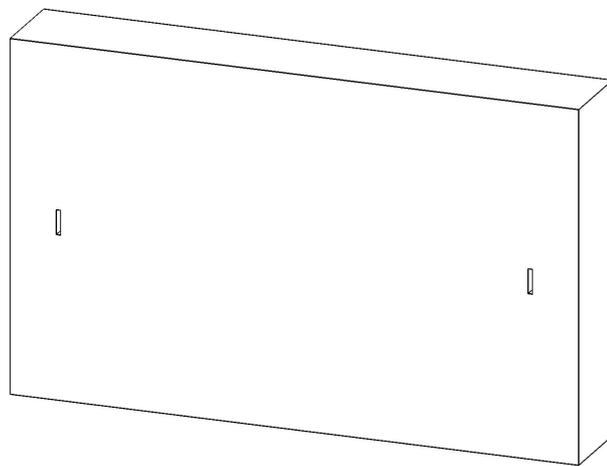
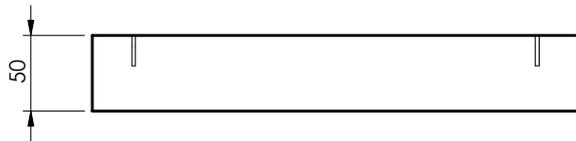
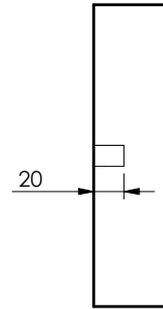
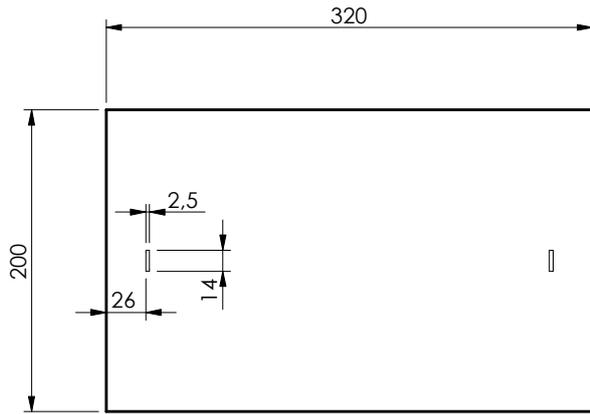


HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	3.3547 (EN-AW 5083)	PESO: 26.81
ESCALA: 2:1	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	ANILLA PERCHA 2	
1	FECHA	NOMBRE	
DIBUJ.	04/09/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO	
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO A4	
N.º DE DIBUJO	24	UNIDADES milímetro gramos	
OBSERVACIONES/ACABADO:			



HOJA 1 DE 1	MATERIAL: 1.0045 (S355JR)	PESO: 29322.54
ESCALA: 2:1	MÁQUINA/PROYECTO: MAQUINA ENSAYOS ANCLAJES	
CANTIDAD <b>1</b>	PIEZA/DESCRIPCIÓN: <b>CHAPA PRUEBA 1</b>	
DIBUJ.	FECHA <b>08/10/2023</b>	NOMBRE ÓSCAR PIÑÓN BAYO
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO <b>A4</b>
N.º DE DIBUJO <b>25</b>	UNIDADES milímetro gramos	
OBSERVACIONES/ACABADO:		





HOJA 1 DE 1	MATERIAL:	1.0045 (S355JR)	PESO: 24949.08	
ESCALA: 2:1	MÁQUINA/PROYECTO:	MÁQUINA ENSAYOS ANCLAJES		
CANTIDAD	PIEZA/DESCRIPCIÓN:	CHAPA PRUEBA 2		
1	FECHA	NOMBRE		
DIBUJ.	08/10/2023	ÓSCAR PIÑÓN BAYO		
ACTUALIZADO	06/10/2023	FORMATO		A4
N.º DE DIBUJO	26	UNIDADES		milímetro gramos
OBSERVACIONES/ACABADO:				

# VOLUMEN IV

---

## PLIEGO DE CONDICIONES

# ÍNDICE

VOL. IV; PLIEGO DE CONDICIONES

Introducción _____	167
1. Descripción de los materiales _____	168
1.1 Acero inoxidable AISI 304 _____	168
1.2 Condiciones de calidad para el uso del acero inox. AISI 304 __	170
1.3 Acero galvanizado S355JR _____	171
1.4 Condiciones de calidad para el uso del acero galv. S355JR __	172
1.5 Aluminio EN AW 6060 _____	173
1.6 Condiciones de calidad para el uso del aluminio EN AW 6060_	176
1.7 Aluminio EN AW 5083 _____	177
1.8 Condiciones de calidad para el uso del aluminio EN AW 5083_	179
2. Piezas comerciales _____	181
3. Uniones _____	185
4. Manual de uso y mantenimiento _____	186

## INTRODUCCIÓN

En este documento, se establecerán las directrices técnicas para la fabricación y el montaje de la máquina de ensayos que se ha desarrollado en este TFG. Aquí, se establecen las condiciones mínimas exigibles que se deberán cumplir para asegurar la correcta instalación y funcionamiento.

Además, se establecen las distintas prestaciones técnicas, de control y ejecución a las que se deberán someter los distintos componentes para su fabricación.

## 1. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

En este punto, se hace una descripción en detalle de los materiales utilizados para la fabricación de este producto.

### 1.1. ACERO INOXIDABLE AISI 304

**Características:** Se trata de un tipo de acero inoxidable austenítico que contiene aleaciones de cromo y níquel, además de tener un bajo contenido de carbono. Este, presenta una excelente resistencia a la corrosión y no necesita ningún tratamiento adicional después de la soldadura. Además, es adecuado para procesos de embutido profundo y no es magnético ni templable. Es fácil de trabajar en frío, lo que significa que se puede doblar, cilindrar o someter a embutido profundo, entre otros procesos. Aunque, debido a su alto grado de endurecimiento por trabajo en frío en comparación con aceros de baja aleación, puede requerir mayores esfuerzos durante su conformado.

#### Composición química:

Acero inoxidable AISI 304 (Composición química % ( $\leq$ ))				
C	Si	Mn	Cr	Ni
0,08	1	2	18-20	8-10,5

Tabla 12. Composición química del Acero inoxidable AISI 304.

#### Propiedades mecánicas:

Acero inoxidable AISI 304 (Propiedades mecánicas a 20 °C)					
DUREZA BRINELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN RECOCIDO / DEFORMACIÓN EN FRÍO Rm (N/mm <sup>2</sup> )	ELASTICIDAD RECOCIDO / CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rm (N/mm <sup>2</sup> )	ELONGACIÓN (A5 ) MIN (%)	RESILIENCIA KCUL / KVL (J/cm <sup>2</sup> )
130150 / 180330	7088 / 1035	520 – 720 / 540 - 750	210 / 230	$\geq 45$	160 / 180

Tabla 13. Propiedades mecánicas del Acero inoxidable AISI 304.

## Propiedades físicas:

Acero inoxidable AISI 304 (Propiedades físicas a 20 °C)						
PESO ESPECÍFICO A 20 °C (DENSIDAD) (g/cm <sup>3</sup> )	MÓDULO DE ELASTICIDAD (N/mm <sup>2</sup> )	ESTRUCTURA	CALOR ESPECÍFICO A 20 °C (J / Kg K)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A 20°C/100°C (W/m K)	COEFICIENTE DE DILATACIÓN (x 10 <sup>6</sup> c <sup>-1</sup> )	INTERVALO DE FUSIÓN (°C)
7,9	193000	AUSTENÍTICO	500	15 / 16	16.0 – 17,3	13981454

Tabla 14. Propiedades físicas del Acero inoxidable AISI 304.

## Recomendaciones para trabajarlo:

### Tratamiento térmico:

Trabajo en caliente (°C)	Enfriamiento	Tratamiento térmico (°C)	Enfriamiento	Estructura
1150 - 850	Aire	1000 - 1100	Agua, aire forzado	Austenítica con un contenido menor de ferrita

Tabla 15. Recomendaciones para el tratamiento térmico del Acero inoxidable AISI 304.

**Sobre mecanizado:** Los parámetros de corte deben ser considerados como valores guía.

Diámetro	20	30	40
Vel.corte (m/min)	200	200	200
Avance (mm/r)	0,01	0,12	0,15

Tabla 16. Taladro con broca HSS para el Acero inoxidable AISI 304.

Parámetros de corte	Torneado con metal duro		Torneado con acero fino
	Torneado de desbaste	Torneado fino	Torneado fino
Vel.corte (m/min)	170 - 145	160 - 210	25 - 45
Avance (mm/r)	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2	0,1 - 0,5
Prof.corte (mm)	1 - 4	0,5 - 1	0,5 - 3
Mecanizado grupo ISO	M20 - M30	M10	-

Tabla 17. Torneado para el Acero inoxidable AISI 304.

Parámetros de corte	Fresado con metal duro	
	Fresado de desbaste	Fresado fino
Vel.corte (m/min)	60 - 120	100 - 155
Avance (mm/r)	0,2 - 0,3	0,2
Prof.corte (mm)	≤ 4	≤ 0,6
Mecanizado grupo ISO	M20 - M30	M10

Tabla 18. Fresado con metal duro para el Acero inoxidable AISI 304.

*Información extraída de todoparalaindustria.com.*

## 1.2. CONDICIONES DE CALIDAD PARA EL USO DEL ACERO INOX. AISI 304

Una vez elegido el acero inoxidable AISI 304, se necesita elegir el acabado superficial que este llevará, y para ello, utilizamos la norma UNE-EN 10088/2:2015. En este caso, se utilizará el acabado 2B, o superior.

Laminado en frío	2H	Endurecido por medios mecánicos	Brillante	Conformado en frío para obtener un nivel de resistencia mecánica más elevado.
	2C	Laminado en frío, tratado térmicamente, no descascarillado	Liso, con cascarilla del tratamiento térmico	Adecuado para piezas que van a ser descascarilladas o mecanizadas posteriormente o para ciertas aplicaciones con resistencia térmica.
	2E	Laminado en frío, tratado térmicamente, descascarillado mecánicamente	Sin cascarilla	En general se aplica a los aceros que presentan una cascarilla muy resistente a las soluciones de decapado. Puede continuarse con un decapado. La rugosidad de la superficie depende del método mecánico de descascarillado y puede variar si la superficie es por ejemplo, granallado o cepillado.
	2D	Laminado en frío, tratado térmicamente, decapado	Liso	Acabado para buena ductilidad, pero no tan liso como 2B o 2R.
	2B	Laminado en frío, tratado térmicamente, decapado y con una pasada de temperizado (skin pass)	Más liso que 2D	Acabado más habitual para la mayoría de los aceros para asegurar una buena resistencia a la corrosión, homogeneidad y planicidad. Acabado igualmente frecuente para transformaciones posteriores. La pasada de temperizado puede sustituirse por un enderezado bajo tensión.
	2A	Laminado en frío, tratado térmicamente, decapado brillante y con una pasada de temperizado (skin pass)	Más liso y reflectante que 2D	Típico acabado para tipos ferríticos si se desea una alta reflectividad.
	2R	Laminado en frío, recocido brillante <sup>c</sup>	Liso, brillante y reflectante	Acabado más liso y más brillante que 2B. Acabado igualmente frecuente para transformaciones posteriores.
	2Q	Laminado en frío, templado y revenido, sin cascarilla	Sin cascarilla	Tanto el templado como el revenido en atmósfera protectora o descascarillado después del tratamiento térmico.

Imagen 139. Nomenclatura de acabados superficiales del acero inoxidable. (Norma UNE-EN 10088/2:2015)

### 1.3. ACERO GALVANIZADO S355JR

**Características generales y usos típicos:** El grado de acero S355JR es una norma europea referida al acero estructural laminado en caliente. Este tipo, pertenece a la categoría de aceros estructurales no aleados. Se utiliza en aplicaciones donde se requiere una resistencia media-alta, buena tenacidad, facilidad de conformado y capacidad de soldadura. Ejemplos son los vagones de ferrocarril, volquetes, grúas, remolques, puentes y construcción naval, entre otros.

La designación de los aceros utiliza una "S" (que proviene de "steel", que significa acero en inglés) seguida de un número que representa el valor mínimo especificado del límite elástico en megapascuales (MPa) para el intervalo de espesor menor. El uso de los diferentes grados de acero es el siguiente:

- Grado JR: aplicación en construcción ordinaria.
- Grado J0: aplicación en construcción con altas exigencias de soldabilidad.
- Grado J2: aplicación en construcción con especiales exigencias de resistencia, resiliencia y soldabilidad.

La designación JR confirma que el acero se ha sometido a pruebas de impacto longitudinales Charpy V-Notch a 27J (julios) a temperatura ambiente.

#### Composición química:

Acero S 355 JR (Composición química % ( $\leq$ ))						
C	Si	Mn	PAGS	S	N	Cu
0,270	0,6	1,7	0,045	0,045	0,014	0,06

Tabla 19. Composición química del Acero S 355 JR.

#### Propiedades mecánicas: Sobre una chapa.

Acero S 355 JR (Propiedades mecánicas a 20 °C)				
Espesor (mm)	Rendimiento mínimo (MPa)	Extensible (MPa)	Alargamiento (%)	Energía longitudinal
8 – 10	315 – 355	450 - 630	18 – 20	20 / 27 J
101 – 200	285 – 295	450 - 600	18	20 / 27 J
201 - 400	275	-	17	20 / 27 J

Tabla 20. Propiedades mecánicas del Acero S 355 JR.

#### 1.4. CONDICIONES DE CALIDAD PARA EL USO DEL ACERO GALV. S355JR

En cuanto a las condiciones de calidad del propio acero S 355 JR, anteriormente comentadas, se recogen en la norma UNE-EN 10025-2:2019.

Pero, si volvemos a la norma UNE-EN 10088/2:2015, podemos elegir el acabado superficial del acero en cuestión. En este caso el 1D.

Laminado en caliente	1U	Laminado en caliente, no tratado térmicamente, no descascarillado	Cubierto con cascarilla de laminación	Adecuado para productos que van a ser objeto de transformaciones posteriores, por ejemplo, banda para relaminado.
	1C	Laminado en caliente, tratado térmicamente, no descascarillado	Cubierto con cascarilla de laminación	Adecuado para piezas que van a ser descascarilladas o mecanizadas posteriormente o para ciertas aplicaciones con resistencia térmica.
	1E	Laminado en caliente, tratado térmicamente, descascarillado mecánicamente	Sin cascarilla	El modo de descascarillado mecánico elegido (por ejemplo, amolado grueso o granallado), depende del tipo de acero y del producto, y se deja a criterio del fabricante salvo acuerdo en contra.
	1D	Laminado en caliente, tratado térmicamente, decapado	Sin cascarilla	Acabado habitual de la mayoría de los aceros con el fin de asegurar una buena resistencia a la corrosión; acabado igualmente frecuente para transformaciones posteriores. Se permite la presencia de marcas de amolado. Acabado no tan liso como 2D o 2B.

Imagen 140. Nomenclatura de acabados superficiales del acero S355JR. (Norma UNE-EN 10088/2:2015)

En cuanto al galvanizado, esta norma UNE-EN 10346:2015 los cataloga como “Aceros estructurales no aleados”, por lo que los símbolos para los tipos de recubrimiento disponibles son los siguientes;

+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ,+AS

Imagen 141. Símbolos disponibles para los aceros estructurales no aleados. (Norma UNE-EN 10346:2015)

*(Zinc (Z), aleaciones de Zinc-hierro (ZF), aleaciones de Zinc-aluminio (ZA), aleaciones de Zinc-magnesio (ZM), aleaciones de aluminio-Zinc (AZ) o aleaciones de aluminio silicio (AS).)*

### 1.5. ALUMINIO EN AW 6060

**Características generales y usos típicos:** Aleación de buena conformabilidad, muy utilizada para extruir perfiles con secciones complicadas, aleación tratable con características medias y con resistencia inferior a la 6005 A. La característica más señalada de esta aleación es su facilidad para ser extruida. Esto hace que se aplique mucho para perfilería: puertas, ventanas, muros

cortina, mobiliario, estructuras, escaleras, peldaños, barandillas, verjas, enrejados, barreras, cercados, disipadores de calor, carcasas para motores, tubos de riego, calefacción y refrigeración, elementos especiales para máquinas, etc.

### Composición química:

Aluminio EN AW 6060 (Composición química %)									
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Otros	Al	Ti
0,3 – 0,6	0,1-0,3	0,1	0,1	0,35-0,6	0,05	0,15	0,15	Resto	0,2

Tabla 21. Composición química del Aluminio EN AW 6060.

### Propiedades mecánicas: Sobre un perfil extruido

Aluminio EN AW 6060 (Propiedades mecánicas a 20 °C)					
Temple	Medidas (mm)	R <sub>m</sub> (MPa)	R <sub>p0,2</sub> (MPa)	A (%)	A <sub>50mm</sub> (%)
	e3)	min.	min.	min.	min.
T4	≤ 25	120	60	16	14
T5	≤ 5	160	120	8	6
	5 ≤ e ≤ 25	140	100	8	6
T6	≤ 3	190	150	8	6
	3 ≤ e ≤ 25	170	140	8	6
T64	≤ 15	180	120	12	10
T66	≤ 3	215	160	8	6
	3 ≤ e ≤ 25	195	150	8	6

Tabla 22. Propiedades mecánicas del Aluminio EN AW 6060.

### Propiedades físicas:

Aluminio EN AW 6060 (Propiedades físicas a 20 °C)							
MÓDULO ELÁSTICO (N/mm <sup>2</sup> )	PESO ESPECÍFICO (g/cm <sup>3</sup> )	INTERVALO DE FUSIÓN (°C)	COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL (1/10 <sup>6</sup> K)	COND. TÉRMICA (W/m K)	RESISTIVIDAD ELÉCTRICA (μΩ cm)	COND. ELÉCTRICA (% IACS)	POT. DE DISOLUCIÓN (V)
69,500	2,7	610-655	23,4	T1 – 195	T1 – 3,5	T1 – 49,5	-0,8
				T5 - 209	T5 – 3,2	T5 - 54	

Tabla 23. Propiedades físicas del Aluminio EN AW 6060.

## Aptitudes tecnológicas:

### Soldadura:

A la llama	Buena
Al arco bajo gas argón	Buena
Por resistencia eléctrica	Muy buena
Braseado	Muy buena

Tabla 24. Aptitudes en la soldadura del Aluminio EN AW 6060.

### Comportamiento natural:

En ambiente rural	Muy buena
En ambiente industrial	Muy buena
En ambiente marino	Buena
En agua de mar	Buena

Tabla 25. Aptitudes en el comportamiento natural del Aluminio EN AW 6060.

### Anodizado:

Protección	Muy buena
Decoración	Muy buena
Duro	Muy buena

Tabla 26. Aptitudes en el anodizado del Aluminio EN AW 6060.

### Mecanización:

Fragmentación de la viruta	T5 (Regular) / T6 (Regular)
Brillo de la superficie	T5 (Muy buena) / T6 (Muy buena)

Tabla 27. Aptitudes en la mecanización del Aluminio EN AW 6060.

## Recubrimiento:

Lacado	Muy buena
Galvanizado	Buena
Níquel químico	Buena

Tabla 28. Aptitudes en el recubrimiento del Aluminio EN AW 6060.

### 1.6. CONDICIONES DE CALIDAD PARA EL USO DEL ALUMINIO EN AW 6060

En el caso de los perfiles extruidos de aluminio EN AW 6060, existen 5 tipos diferentes de calidad según la norma EN 755-2;

*T: Tratamiento térmico de endurecimiento estructural para producir estados distintos F, O y H: A semi-productos en los que se aumenta su resistencia mecánica mediante tratamiento térmico con o sin acritud suplementaria, para obtener estados estables. La letra "T" va siempre seguida de uno o más dígitos.*

- Estado T4: Temple de solubilización seguido de maduración natural.
- Estado T5: Enfriamiento tras deformación a elevada temperatura seguido de maduración artificial.
- Estado T6: Temple de solubilización seguido de maduración artificial.
- Estado T64: En este estado no se obtiene la maduración completa, lo que resulta en una resistencia mecánica inferior, pero mejora la aptitud para el conformado.
- Estado T66: En este estado se logran características mecánicas superiores al estado T6 mediante un control especial de los procesos de fabricación.

En nuestro caso, hemos seleccionado el estado T64, anteriormente comentadas sus características.

*Información extraída de humanidades.com.*

## 1.7. ALUMINIO EN AW 5083

**Características generales y usos típicos:** Es una aleación caracterizada por su alta resistencia mecánica, excelente resistencia a la corrosión y capacidad de soldabilidad. Contiene entre un 3% y un 5% de adición de cromo y manganeso, lo que la sitúa como una de las aleaciones más destacadas dentro de la serie 5000 de aluminio semiacabado. Ideal para aplicaciones en las que se requiere resistencia, especialmente en ambientes marítimos, garantizada por su gran soldabilidad. Esta aleación se utiliza con frecuencia en la industria naval y en diversos sectores industriales.

Puede ser susceptible a agrietamientos intercristalinos y de corrosión bajo tensión si se somete a tratamientos térmicos inadecuados, especialmente en procesos de soldadura. Se recomienda evitar exponer esta aleación a temperaturas superiores a 65 °C, si se sabe que estará en ambientes agresivos.

### Composición química:

Aluminio EN AW 5083 (Composición química %)									
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Otros	Al	Ti
0,4	0,4	0,1	0,4-1	4-4,90	0,05-0,25	0,25	0,15	Resto	0,15

Tabla 29. Composición química del Aluminio EN AW 5083.

### Propiedades mecánicas: Sobre un producto laminado

Aluminio EN AW 5083 (Propiedades mecánicas a 20 °C)						
Estado	Espesor (mm)	R <sub>m</sub> (MPa)	R <sub>p0,2</sub> (MPa)	A (%)	Radio plegado (mm)	Dureza HB
	min.-max	min.-max	min.	A <sub>50</sub> -A	180°-90°	
H14	0,2-0,5	340-400	280	2 -	-	102
	0,5-1,5	340-400	280	3 -	-	102
	1,5-3,0	340-400	280	3 -	-	102
	3,0-6,0	340-400	280	3 -	-	102
	6,0-12,5	340-400	280	4 -	-	102
	12,5-40	340-400	280	- 3	-	102

Tabla 30. Propiedades mecánicas del Aluminio EN AW 5083.

## Propiedades físicas:

Aluminio EN AW 5083 (Propiedades físicas a 20 °C)							
MÓDULO ELÁSTICO (N/mm <sup>2</sup> )	PESO ESPECÍFICO (g/cm <sup>3</sup> )	INTERVALO DE FUSIÓN (°C)	COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL (μm / mK)	COND. TÉRMICA (W/m K)	RESISTIVIDAD ELÉCTRICA (μΩ cm)	COND. ELÉCTRICA (% IACS)	POT. DE DISOLUCIÓN (V)
71.000	2,66	580-640	23,8	117	60	28,5	-0,86

Tabla 31. Propiedades físicas del Aluminio EN AW 5083.

## Aptitudes tecnológicas:

### Soldadura:

A la llama	Buena
Al arco bajo gas argón	Muy buena
Por resistencia eléctrica	Muy buena
Braseado	Regular

Tabla 32. Aptitudes en la soldadura del Aluminio EN AW 5083.

### Comportamiento natural:

En ambiente rural	Muy buena
En ambiente industrial	Muy buena
En ambiente marino	Muy buena
En agua de mar	Muy buena

Tabla 33. Aptitudes en el comportamiento natural del Aluminio EN AW 5083.

### Anodizado:

Protección	Muy buena
Decoración	Regular
Duro	Muy buena

Tabla 34. Aptitudes en el anodizado del Aluminio EN AW 5083.

### Procesos de transformación:

Fragmentación de la viruta	Buena
Brillo de la superficie	Muy buena
Deformación en frío	Buena
Embutición profunda	Buena

Tabla 35. Aptitudes en la mecanización del Aluminio EN AW 5083.

### Recubrimiento:

Lacado	Buena
Galvanizado	Regular
Níquel químico	Buena

Tabla 36. Aptitudes en el recubrimiento del Aluminio EN AW 5083.

## 1.8. CONDICIONES DE CALIDAD PARA EL USO DEL ALUMINIO EN AW 5083

En el caso del aluminio EN AW 5083, existen varios tipos diferentes de calidad según la norma EN 485-2;

*H: Acritud: Aplicado a semi-productos cuya resistencia ha aumentado mediante deformación en frío, con o sin tratamiento térmico complementario para conseguir alguna reducción de las características mecánicas.*

Estados HXYZ:

### 1ª cifra

H1: Acritud solamente. Aplicado a los semi-productos los cuales son endurecidos por deformación plástica en frío solamente hasta obtener la resistencia mecánica deseada, sin tratamiento térmico complementario.

H2: Acritud y recocido parcial.

H3: Acritud y estabilizado.

H4: Acritud y lacado.

## 2ª cifra

HX2: Estado  $\frac{1}{4}$  duro.

HX4: Estado semiduro. Su resistencia a la tracción se encuentra aproximadamente a la mitad entre la del estado recocido y la del duro.

HX6: Estado  $\frac{3}{4}$  duro.

HX8: Estado duro.

HX9: Estado extraduro.

**3ª cifra:** Variantes muy específicas.

Se ha escogido la calidad H14, anteriormente comentada, para este diseño.

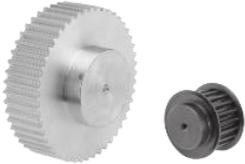
*Información extraída de [humanidades.com](http://humanidades.com).*

## 2. PIEZAS COMERCIALES

Para la creación de este nuevo diseño, han sido adquiridas las piezas comerciales siguientes;

*Todos ellos cumplen las normas y requisitos de calidad establecidos.*

COMPONENTE	DENOMINACIÓN	PROVEEDOR
	Seeger interiores (i35)	<i>Efinox</i>
	Seeger exteriores (e12)	<i>Efinox</i>
	Seeger exteriores (e15)	<i>Efinox</i>
	Pie de nivelación con antivibración GN 342.2	<b>elesa+Ganter</b> <sup>EG</sup>
	Perfil de aluminio EN AW 6060 45 x 45 mm	<b>rexroth</b>
	Perfil de aluminio EN AW 6060 45 x 90 mm	<b>rexroth</b>
	Rodamiento de bolas 6202-2RSH	<b>SKF</b>

	<p>Rodamiento de una hilera de rodillos cónicos 30202</p>	
	<p>Motor CC engranajes 24VDC 16A 167rpm 250W.</p>	
	<p>Polea dentada 22004-052532</p>	
	<p>Correa dentada 22062-0525x2000</p>	
	<p>Tuerca KM 2</p>	
	<p>Eje para la tuerca para husillos de bolas laminados R20-05K4-FSCDIN 690mm</p>	
	<p>Cojinete liso cilíndrico GGB-CBM 15mm</p>	
	<p>Tuerca para husillos de bolas laminados R20-05K4-FSCDIN</p>	

	Imán	
	Junta expansible PN16 S15	
	Perilla	
	ON-OFF 2 Position Electric Appliance Push Button Switch 380V 2KW	
	Tombol emergency stop panel box LARKIN LB2- BE102	
	Sujeta aspiradora	
	Célula de carga PSD-S1, tipo S de alta precisión, 1000kg	
	Manija	

	<p>Bisagra plástico</p>	
	<p>Arduino UNO</p>	
	<p>Motor shield</p>	
	<p>Display LCD 16x2</p>	
	<p>Fuente de alimentación industrial</p>	

Tabla 37. Piezas comerciales.

### 3. UNIONES

Para la creación de este nuevo diseño, han sido adquiridos los elementos de unión siguientes;

*Todos ellos cumplen las normas y requisitos de calidad establecidos.*

PIEZA	MÉTRICA	UNIDADES	MATERIAL
Tornillo Allen	M5x30	8	Acero inoxidable
Tornillo Allen	M6x15	12	Acero inoxidable
Tornillo Allen	M6x25	26	Acero inoxidable
Tornillo Allen	M6x35	2	Acero inoxidable
Tornillo Allen	M8x15	4	Acero inoxidable
Tornillo Allen	M8x20	7	Acero inoxidable
Tornillo Allen	M8x35	6	Acero inoxidable
Tornillo Allen	M8x40	8	Acero inoxidable
Tornillo Allen	M12x55	4	Acero inoxidable
Tornillo Allen	M14x30	1	Acero inoxidable
Tornillo cónico	M6x25	4	Acero inoxidable
Tornillo cónico	M6x50	2	Acero inoxidable
Tornillo hexagonal	M12x25	1	Acero inoxidable
Tornillo cabeza redonda	M5x15	50	Acero inoxidable

Tabla 38. Elementos de unión.

#### 4. MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO

Estas normas son importantes para garantizar la seguridad de los operadores y la eficiencia de la máquina:

##### Normas de Uso:

1. Formación y capacitación: Todos los operadores deben recibir formación adecuada en el funcionamiento de la máquina y en las prácticas seguras de trabajo antes de operarla.
2. Inspección previa: Antes de usar la máquina, realizar una inspección visual para verificar que no haya daños evidentes, cables sueltos o componentes desgastados.
3. Procedimientos de ensayo: Seguir estrictamente los procedimientos de ensayo recomendados o las normativas pertinentes.
4. Carga máxima: No exceder la capacidad máxima de carga especificada.
5. Sujeción segura: Asegurar que los anclajes y las piezas sometidas a ensayo estén debidamente sujetos y asegurados.
6. Supervisión: Debe haber un operador presente durante el ensayo para monitorear el proceso y tomar medidas de seguridad si es necesario.
7. Uso de Equipos de Protección Personal: Utilizar el equipo de protección personal (casco, gafas, guantes, etc.) requerido para la seguridad del operador, además de los propios dispositivos de la máquina.

## Normas de Mantenimiento:

1. Lubricación: Lubricar las partes móviles cada ensayo o comprueba que así lo están.
2. Calibración: Realizar calibraciones periódicas para garantizar la precisión de la máquina.
3. Reemplazo de piezas desgastadas: Cambiar las piezas desgastadas o dañadas de inmediato para evitar un mal funcionamiento.
4. Limpieza: Mantener la máquina y su área de trabajo limpia y libre de obstrucciones.
5. Registros de mantenimiento: Llevar un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento realizadas, incluyendo fechas y detalles.
6. Revisiones de seguridad: Realizar revisiones de seguridad periódicas para asegurarte de que todos los sistemas de seguridad estén funcionando correctamente.
7. Capacitación continua: Proporcionar formación continua a los operadores sobre el mantenimiento básico de la máquina.

# VOLUMEN V

---

## PRESUPUESTOS

# ÍNDICE

## VOL. V; PRESUPUESTO

Introducción _____	190
1. Estado de mediciones _____	191
2. Costes de los materiales _____	194
3. Costes de fabricación _____	197
4. Costes de mano de obra _____	199
4.1 Costes de maquinaria _____	199
5. Costes finales _____	200
5.1 Costes totales _____	200
5.2 Otros costes _____	200
5.3 Costes indirectos _____	200
5.4 Precio de venta _____	201
6. Planificación mediante diagrama de Gantt _____	202
7. Viabilidad económica _____	203

## INTRODUCCIÓN

En el documento actual, se llevará a cabo la creación de un inventario de las piezas que conforman el producto, el número de unidades de cada una de las piezas, las dimensiones, junto con su peso y el material de fabricación.

Con este inventario, posteriormente se realizará el presupuesto y los costes del producto.

## 1. ESTADO DE MEDICIONES

PIEZA	CANTIDAD	DIMENSIONES (mm)	PESO (kg)	MATERIAL
<b>MECANIZADOS</b>				
Placa base	1	890x860x12	70,98	SJ 355JR
Chapa lat. Izq.	1	952x802x50	12,74	AISI 304
Chapa lat. Der.	1	952x802x50	12,74	AISI 304
Chapa cárter frontal	1	890x147x93	3,09	AISI 304
Chapa cárter trasera	1	890x159x20	2,08	AISI 304
Soporte rodamientos	2	90x50x40	0,53	EN-AW 5083
Barra cromada	2	595x15x15	0,80	Acero inox
Angulo	2	500x50x40	2,02	AISI 304
Brida motor	1	150x106x20	0,33	EN-AW 5083
Bulón polea tensor	1	19,2x19,2x38	0,02	EN-AW 5083
Tapa lateral percha	2	30x102x5	0,03	EN-AW 5083
Rodillo metal	1	20x20x614	0,51	EN-AW 5083
Rodillo caucho	1	29x29x610	0,25	Caucho NBR
Percha	1	640x120x30	3,5	EN-AW 5083
Unión percha célula de carga	1	70x45x59	0,26	EN-AW 5083
Unión junta célula de carga	1	60x55x60	0,33	EN-AW 5083
Eje percha	1	15x15x53	0,02	EN-AW 5083
Mordaza	2	250x75x150	11,51	AISI 304
Apriete mordaza	4	125x58x15	0,86	AISI 304
Percha 2	1	60x100x60	0,57	EN-AW 5083
Chapas pruebas	2	200x376x50	59,5	SJ 355 JR
Pletina puente	1	790x105x35	9,76	SJ 355 JR
Pletina unión puente	1	880x90x40	11,94	SJ 355 JR
<b>COMERCIALES</b>				
Seeger interiores (i35)	4	35x35x2	-	Acero inox
Seeger exteriores (e12)	2	12x12x2	-	Acero inox
Seeger exteriores (e15)	4	15x15x2	-	Acero inox

Pie de nivelación con antivibración GN 342.2	4	50x100x50	0,21	Acero inox
Perfil de aluminio EN AW 6060 45 x 45 mm	1	45x45x1090	1,48	EN-AW 6060
Perfil de aluminio EN AW 6060 45 x 90 mm	1	45x90x4810	14,19	EN-AW 6060
Rodamiento de bolas 6202-2RSH	4	35x35x11	0,054	Acero inox
Rodamiento de una hilera de rodillos cónicos 30202	4	35x35x12	0,054	Acero inox
Motor CC engranajes 24VDC 16A 167rpm250W.	1	261x90x90	4,7	
Polea dentada 22004-052532	5	55x55x38	0,49	Acero inox
Correa dentada 22062-0525x2000	1	2000x25x3,6	-	Caucho
Tuerca KM 2	2	25x25x5	-	Acero inox
Eje para la tuerca del husillo R20-05K4-FSCDIN 690mm	2	690x15x15	1,58	AISI 304
Cojinete liso cilíndrico GGB-CBM 15mm	2	17x17x15	-	Acero inox
Tuerca para husillos de bolas laminados R20-05K4-FSCDIN	2	44x58x40	0,28	Acero inox
Arduino UNO	1	68x30x20	-	
Motor shield	1	75x35x20	-	

LCD 16x2	1	70x20x8	-	
Junta PN16 S15	1	52x58x52	0,24	Acero inox y caucho
ON-OFF 2 Position Electric Appliance Push Button Switch 380V 2KW	1	74x48x43	0,21	Plástico
Tombol emergency stop panel box LARKIN LB2-BE102	1	60x60x50	0,27	Plástico
Manija	1	134x20x40	0.12	Plastico
Bisagra	2	50x50x10	0.30	Plástico
Célula de carga PSD-S1, tipo S de alta precisión, 1000kg	1	70x86x30	1,18	Acero inox
<b>UNIONES</b>				
Tornillo Allen	8	M5x30	-	Acero inox
Tornillo Allen	12	M6x15	-	Acero inox
Tornillo Allen	26	M6x25	-	Acero inox
Tornillo Allen	2	M6x35	-	Acero inox
Tornillo Allen	4	M8x15	-	Acero inox
Tornillo Allen	7	M8x20	-	Acero inox
Tornillo Allen	6	M8x35	-	Acero inox
Tornillo Allen	8	M8x40	-	Acero inox
Tornillo Allen	4	M12x55	-	Acero inox
Tornillo Allen	1	M14x30	-	Acero inox
Tornillo cónico	4	M6x25	-	Acero inox
Tornillo cónico	2	M6x50	-	Acero inox
Tornillo hexagonal	1	M12x25	-	Acero inox
Tornillo cabeza redonda	50	M5x15	-	Acero inox

Tabla 39. Estado de mediciones.

## 2. COSTES DE LOS MATERIALES

PIEZA	CANTIDAD (Nº) - KG o m	UNIDAD DE MEDIDA	COSTE UD. (€)	COSTE TOTAL (€)
<b>MECANIZADOS</b>				
Placa base	(1) 70,98	kg	1,72	120,4
Chapa lat. Izq.	(1) 12,74	kg	1,365	17,39
Chapa lat. Der.	(1) 12,74	kg	1,365	17,39
Chapa cárter frontal	(1) 3,09	kg	1,365	4,21
Chapa cárter traserá	(1) 2,08	kg	1,365	2,83
Soporte rodamientos	(2) 0,53	kg	0,54	0,57
Barra cromada	(2) 0,80	kg	5	8,00
Angulo	(2) 2,02	kg	0.60	8.08
Brida motor	(1) 0,33	kg	0,54	0,17
Bulón polea tensor	(1) 0,02	kg	0,54	0,01
Tapa lateral percha	(2) 0,03	kg	0,54	0,03
Rodillo metal	(1) 0,51	kg	0,54	0,27
Rodillo caucho	(1) 0,25	kg	1,46	0,36
Percha	(1) 4,4	kg	0,54	2,37
Unión percha célula de carga	(1) 0,26	kg	0,54	0,14
Unión junta célula de carga	(1) 0,33	kg	0,54	0,17
Eje percha	(1) 0,02	kg	0,54	0,01
Mordaza	(2) 11.51	kg	1,76	40.51
Apriete mordaza	(2) 0,86	kg	0,54	0,92
Percha 2	(2) 0,57	kg	1.25	1,42
Chapas pruebas	(2) 29.25	kg	2.50	150,00
Pletina puente	(1) 9,76	kg	2,72	26,54
Pletina unión puente	(1) 11,94	kg	2,72	32,47
<b>COMERCIALES</b>				
Seeger interiores (i35)	4	Unidades	0,55	2,20
Seeger exteriores (e12)	2	Unidades	0,40	0,80
Seeger exteriores (e15)	4	Unidades	0,40	1,60

Pie de nivelación con antivibración GN 342.2	4	Unidades	7,65	30,60
Perfil de aluminio EN AW 6060 45 x 45 mm	(1) 1,09	Metros	36,95	40,27
Perfil de aluminio EN AW 6060 45 x 90 mm	(1) 4,81	Metros	36,85	173,54
Rodamiento de bolas 6202-2RSH	4	Unidades	5,24	20,96
Rodamiento de una hilera de rodillos cónicos 30202	4	Unidades	2,50	10,00
Motor CC engranajes 24VDC 16A 167rpm250W.	1	Unidades	41,25	41,25
Polea dentada 22004-052532	5	Unidades	17,48	87,40
Correa dentada 22062-0525x2000	1	Unidades	53,51	53,51
Tuerca KM 2	2	Unidades	3,61€	7,22
Eje para la tuerca del husillo R20-05K4-FSCDIN 690mm	2	Metros	102,94	205,88
Cojinete liso cilíndrico GGB-CBM 15mm	2	Unidades	2,47	4,94
Tuerca para husillos de bolas laminados R20-05K4-FSCDIN	2	Unidades	200,62	401,24
Arduino UNO	1	Unidades	10,25	10,25
Motor shield	1	Unidades	12,72	12,72

LCD 16x2	1	Unidades	9,75	9,75
Junta PN16 S15	1	Unidades	24,42	24,42
ON-OFF 2 Position Electric Appliance Push Button Switch 380V 2KW	1	Unidades	3,12	3,12
Tombol emergency stop panel box LARKIN LB2-BE102	1	Unidades	1,53	1,53
Manija	1	Unidades	3,75	3,75
Bisagra	2	Unidades	2,50	2,50
Célula de carga PSD-S1, tipo S de alta precisión, 1000kg	1	Unidades	74,31	74,31
<b>UNIONES</b>				
TA M5x30	8	Unidades	0,17	1,36
TA M6x15	12	Unidades	0,13	1,56
TA M6x25	26	Unidades	0,18	4,68
TA M6x35	2	Unidades	0,23	0,46
TA M8x15	4	Unidades	0,30	1,20
TA M8x20	7	Unidades	0,32	2,24
TA M8x35	6	Unidades	0,42	1,68
TA M8x40	8	Unidades	0,47	3,76
TA M12x55	4	Unidades	2,04	8,16
TA M14x30	1	Unidades	1,95	1,95
TC M6x25	4	Unidades	0,30	1,20
TC M6x50	2	Unidades	0,52	1,04
TE M12x25	1	Unidades	0,86	0,86
TS M5x15	50	Unidades	0,11	5,55

Nota; El precio de los materiales, es el precio actual del mercado/kg, a este, se le suma los costes de fabricación de las piezas.

Tabla 40. Coste de los materiales.

### 3. COSTES DE FABRICACIÓN

PIEZA	TIPO	CANTIDAD	COSTE UD. (€)	COSTE TOTAL (€)
<b>MECANIZADOS</b>				
Placa base	Laminado en frío, corte láser, roscado	1	18,32	18,32
Chapa lat. Izq.	Laminado en frío, corte láser, plegado	1	21,34	21,34
Chapa lat. Der.	Laminado en frío, corte láser, plegado	1	21,34	21,34
Chapa cárter frontal	Laminado en frío, corte láser, plegado	1	23,12	23,12
Chapa cárter trasera	Laminado en frío, corte láser	1	9,23	9,23
Soporte rodamientos	Deformación en frío, mecanizado	2	8,20	16,40
Barra cromada	Laminado en frío mecanizado, roscado	2	6,11	12,33
Ángulo	Laminado en caliente, corte láser, plegado	1	12,48	12,48
Brida motor	Deformación en frío mecanizado, roscado	1	8,34	8,34
Bulón polea tensor	Deformación en frío mecanizado	1	4,54	4,54
Tapa lateral percha	Deformación en frío, mecanizado	2	5,12	10,24

Rodillo metal	Deformación en frío, mecanizado	1	2.46	2.46
Rodillo caucho	Corte	1	3.14	3.14
Percha	Deformación en frío, mecanizado, corte láser, roscado	1	22,87	22,87
Unión percha célula de carga	Deformación en frío, mecanizado	1	12,47	12,47
Unión junta célula de carga	Deformación en frío, mecanizado, roscado	1	13,76	13,76
Eje percha	Deformación en frío, mecanizado	1	2,58	2,58
Mordaza	Deformación en frío, mecanizado, roscado	2	17,82	35.64
Apriete mordaza	Deformación en frío, mecanizado, roscado	4	5,21	20,84
Percha 2	Cilindrado en torno, mecanizado, roscado	1	6,78	6,78
Chapas pruebas	Laminado en caliente, mecanizado	2	13,32	26,64
Pletina puente	Laminado en caliente, mecanizado, roscado	1	9.52	9.52
Pletina unión puente	Laminado en caliente, mecanizado, roscado	1	10,84	10,84

Tabla 41. Costes de fabricación.

#### 4. COSTE MANO DE OBRA

OPERACIÓN	Nº PIEZAS	TIEMPO TOTAL (min)	OPERARIO (€/h)	COSTE (€)
Mecanizado	16	480	18,75	150,00
Corte láser	7	120	18,75	37,50
Plegado	4	90	18,75	28,12
Roscado	9	60	18,75	18,75
Ensamblado	224	105	18,75	32,81

Tabla 42. Costes de mano de obra.

#### 4.1. COSTE DE MAQUINARIA

EQUIPO	PRECIO (€)	VIDA ÚTIL (h)	PRECIO (€/h)
Fresadora	7000	50000	0,14
Torno	7000	50000	0,14
Láser	2300	30000	0,08
Plegadora	2000	35000	0,06
Machos roscar	36	20000	-

Tabla 43. Costes de maquinaria.

## 5. COSTES FINALES

### 5.1. COSTES TOTALES

- Costes de materiales totales = 1522,93 €
- Costes de fabricación totales = 325,22 €
- Costes de mano de obra totales = 267,18 € + 1,37 € = 268,55 €
  
- **TOTAL** = 1522,93 € + 325,22€ + 268,55 € = 2116,7 €

### 5.2. OTROS COSTES

Se pasa a tener en cuenta que los costes de producción referentes a utillajes, embalajes, preformas y demás suponen un 7%.

7% de los costes de mano de obra totales = 18,79 €

- **TOTAL** = 2116,7 € + 18,79 € = 2135,49 €

### 5.3. COSTES INDIRECTOS

En esta parte se incluyen los costes por parte de la publicidad, transporte, servicios postventa, etc. Se califica como el 25% de los costes de fabricación.

25% de los costes de fabricación totales = 81,31 €

- **TOTAL** = 2135,49 € + 81,31 € = 2216,81 €

#### 5.4. PRECIO DE VENTA

Para ello, se añade en primera instancia los beneficios deseados, que será un 20%. Posteriormente, se le añade un 21% de IVA.

20% del TOTAL = 443,36 €

- TOTAL = 2216,81 € + 443,36 € = 2660,16 € (Precio sin IVA).

21 % del TOTAL = 558,61 €

- TOTAL = 2660,16 € + 558,61 € = 3218,77 € (Precio con IVA)

## 6. PLANIFICACIÓN MEDIANTE DIAGRAMA DE GANTT

Nombre actividad	Fecha inicio	Duración en días	Fecha fin
Compra AISI 304	11-oct	20	31-oct
Compra Al EN AW 5083	11-oct	20	31-oct
Compra acero S355JR	11-oct	25	05-nov
Comprar piezas comerciales	11-oct	15	26-oct
Comprar tornillos	11-oct	15	26-oct
Mecanizar	31-oct	7	07-nov
Corte laser	01-nov	1	02-nov
Plegar	02-nov	1	03-nov
Taladrar	01-nov	6	07-nov
Roscar	01-nov	6	07-nov
Pintar	07-nov	7	14-nov
Ensamblar	14-nov	2	16-nov
Control de calidad	16-nov	7	23-nov
Marketing	11-oct	43	23-nov
Lanzamiento al mercado	23-nov	14	07-dic

Tabla 44. Planificación.

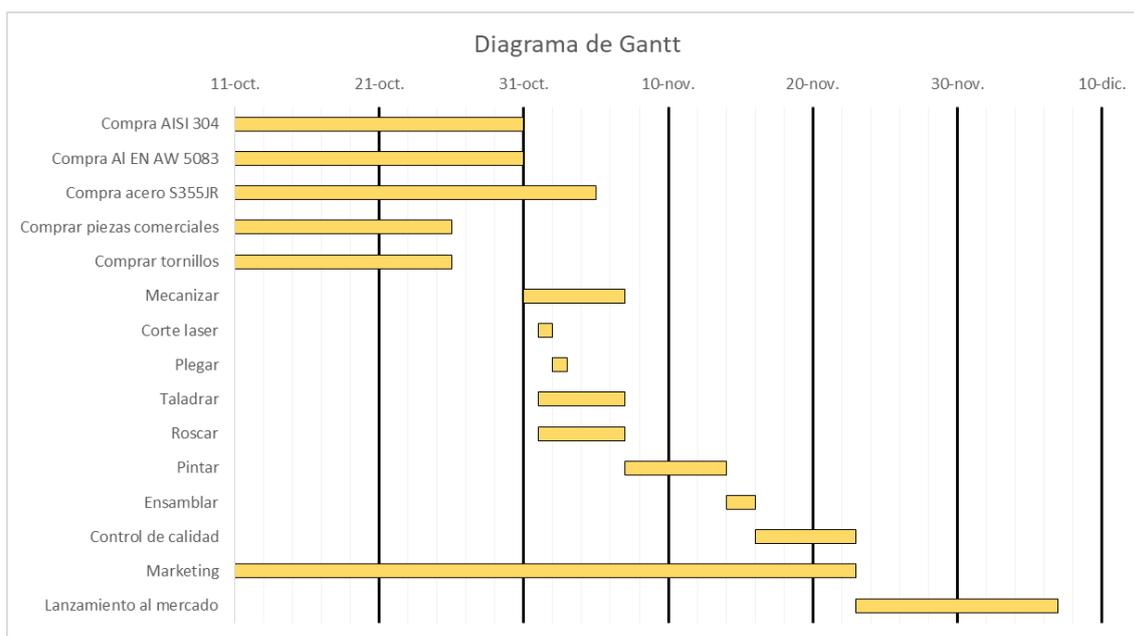


Imagen 142. Diagrama de Gantt.

## 7. VIABILIDAD ECONÓMICA

Inversión inicial: 75000 €

Vida útil: 10 años

Previsión ventas 1er año: 25

Previsión ventas 2º, 3º y 4º año: 50

Previsión ventas 5º año: 65

Inflación del 3%

VAN						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversiones	75000	0	0	0	0	0
U.vendidas		25	50	50	50	65
Gastos		55545	114050	114050	114050	148317
Ingresos		80450	160900	160900	160900	209170
Beneficios		24905	46850	46850	46850	60853
Flujo caja	-75000	24905	46850	46850	46850	60853
VAN		-49324	468	51800	104721	175584

Payback; Al empezar el 2º año.



## Posibles mejoras en siguientes versiones de la máquina

Como diseñador, y más novel, uno debe dejar el ego a un lado y abrir la mente, aprender a escuchar diferentes opiniones y pensar que, seguramente hay cosas que se pueden mejorar en su diseño.

Una vez finalizado el trabajo, hay varias cosas que se podrían estudiar de otra forma y mejorar en versiones futuras, por ejemplo;

- Otros colores.
- Abaratar la máquina. (Desde los materiales, forma de los componentes, procesos...).
- Sistema de ventana trasera.
- Posible ensayo de 1 anclaje solo. (Ensayo a flexión)
- Automatización de algunos procesos de la máquina. (Limpieza, posicionamiento de la probeta...)
- Incorporación de nuevos ensayos.
- Etc...

Todas estas apreciaciones serán tratadas en posteriores investigaciones. Cualquier otra crítica constructiva respecto al trabajo es bienvenida, ya que servirá para mejorar como diseñador.



